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

Titre général : Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale
Titre du volume : 1926. 1er et 2e semestre

Mots-clés : Progrès scientifique et technique ; Innovations * France * 1900-1945
Description : 938 p. : ill. ; 26 cm
Adresse : Paris : Société d'encouragement pour le développement de l'industrie nationale, 1926
Cote de l'exemplaire : BSPI. 140

URL permanente : http://cnum.cnam.fr/redir?BSPI.140

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

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

PDF créé le 6/11/2009

BSPI 140

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR

L'INDUSTRIE NATIONALE

PUBLIÉ

SOUS LA DIRECTION DES SECRÉTAIRES GÉNÉRAUX DE LA SOCIÉTÉ

MM. H. HITIER ET CH. DE FRÉMINVILLE

1926

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.)

—

1926

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ

ET

RÉDACTION DU BULLETIN

Communications, dépôts, renseignements, *Bulletin*, annonces,
de 14 h. à 16 h.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

125e ANNÉE. JANVIER 1926.

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 1926

MEMBRES TITULAIRES

Bureau.

Année de l'entrée au Conseil.

Président.

1907. — MESNAGER (A.) (O. ✻), membre de l'Institut, Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite, 182, rue de Rivoli (1er arrt).

Vice-présidents.

1891. — SAUVAGE (E.) (O. ✻), Inspecteur général des Mines en retraite, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, 14, rue Eugène-Flachat (17e arrt).

1908. — BERTRAND (Gabriel) (O. ✻), membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences et à l'Institut Pasteur, 61, boulevard des Invalides (7e arrt).

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

1906. — WERY (G.) (O. ✻), Ingénieur-agronome, directeur de l'Institut national agronomique, 6, rue Joseph-Bara (6e arrt).

1910. — GEORGES RISLER (C. ✻), président du Musée social et de l'Union des Sociétés de Crédit immobilier de France et d'Algérie, 115, avenue des Champs-Elysées, (8e arrt).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

Secrétaires généraux.

1901. — HITIER (Henri) (✲), Ingénieur-agronome, secrétaire perpétuel de l'Académie d'Agriculture, professeur à l'Institut national agronomique, 6, rue du Général-Foy (8e arrt).

1916. — DE FRÉMINVILLE (Charles), Ingénieur des Arts et Manufactures, 18, rue Pierre-Curie (5e arrt).

Trésorier.

1906. — ALBY (O. ✲), ancien Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 55, 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).

1915. — DE ROUSIERS (Paul) (✲), professeur à l'École des Sciences politiques, 12, rue de Bourgogne (7e 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).

1887. — PEREIRE (Henry), Ingénieur des Arts et Manufactures, vice-président de la Compagnie des Chemins de fer du Midi, boulevard de Courcelles, 33 (8e arrt).

1891. — D'EICHTHAL (Eugène), membre de l'Institut, vice-président de la Compagnie des Chemins de fer du Midi, directeur de l'École des Sciences politiques, boulevard Malesherbes, 144 (17e arrt).

1892. — HEURTEAU (O. ✲), Ingénieur en chef des Mines, directeur honoraire de la Compagnie du Chemin de fer d'Orléans, rue de Clichy, 17 (9e arrt).

1903. — LAFOSSE (H.) (O. ✲), membre de l'Académie d'Agriculture, Inspecteur général des Eaux et Forêts, 61, rue de Vaugirard (6e arrt).

1906. — ALBY (O. ✲), ancien Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 55, boulevard Lannes (16e arrt).

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

1923. — CORNU-THÉNARD (André) (✲), ancien Ingénieur des Manufactures de l'État, professeur à l'École nationale supérieure des Mines, 6, place Saint-Sulpice. Paris (6e arrt).

1925. — MOLLET-VIÉVILLE (Edouard) (O. ✲, ✠), avocat à la Cour d'Appel, professeur de législation industrielle à l'École centrale des Arts et Manufactures, 52, boulevard Malesherbes (8e arrt).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

Comité des Arts mécaniques.

1891. — SAUVAGE (O. ✻), Inspecteur général des Mines en retraite, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, *Président*, rue Eugène-Flachat, 14 (17e arrt).

1897. — BARBET (O. ✻), ingénieur, 47, rue de Liége (8e 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 (C. ✻), membre de l'Institut, ancien ingénieur au Corps des Mines, 10 *bis*, avenue Elisée-Reclus (7e arrt).

1906. — LECORNU (Léon) (C. ✻), membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, professeur à l'École polytechnique, 3, rue Gay-Lussac (5e arrt).

1913. — DANTZER (James) (✻), ingénieur, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, 17, avenue Sainte-Foy, à Neuilly-sur-Seine (Seine).

1914. — SALOMON (Louis) (O. ✻), ancien président de la Société des Ingénieurs civils de France, Ingénieur en chef honoraire du Matériel et de la Traction des Chemins de fer de l'Est, 175, rue du Faubourg-Poissonnière (9e arrt).

1916. — DE FRÉMINVILLE (Charles), Ingénieur des Arts et Manufactures, 18, rue Pierre-Curie (5e arrt).

1918. — GUILLERY (✻), ingénieur, directeur des Établissements Malicet et Blin, 111, rue de Flandre (19e arrt).

1922. — KŒNIGS (Gabriel) (O. ✻), membre de l'Institut, professeur de mécanique à la Sorbonne et au Conservatoire national des Arts et Métiers, directeur du Laboratoire de Mécanique de la Faculté des Sciences de Paris, 77, rue du Faubourg-Saint-Jacques (14e arrt).

1922. — ANDROUIN (M.-J.) (✻), ingénieur-conseil, 44, rue Dombasle (15e arrt).

1924. — SABOURET (Victor) (O. ✻), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef des Services techniques attaché à la Direction de la Compagnie du Chemin de fer d'Orléans, 3, square de La-Tour-Maubourg (7e arrt).

1925. — ERNAULT (Henri) (✻), Ingénieur des Arts et Manufactures, ancien président du Syndicat des Mécaniciens, Chaudronniers et Fondeurs de France, rue d'Alésia, 169 (14e arrt).

1925. — DUMANOIS (Émile, Paul) (O. ✻, I.✻), Ingénieur en chef de la Marine, chef des Essais du Service technique de l'Aéronautique, directeur des Services techniques des Essences et Pétroles, 17, rue Darcel, Boulogne-sur-Seine (Seine).

1925. — RICHARD (Jules) (C. ✻), ingénieur-constructeur, 25, rue Mélingue (19e arrt).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée du Conseil.

Comité des Arts chimiques.

1883. — LE CHATELIER (Henry) (C. ✲), membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, professeur à la Faculté des Sciences, *Président*, rue Notre-Dame-des-Champs, 75 (6e arrt).

1900. — BACLÉ (O. ✲), Ingénieur civil des Mines, 57, rue de Châteaudun (9e arrt).

1905. — PRUD'HOMME (✲), chimiste, ancien élève de l'École polytechnique, 78, avenue de la Grande-Armée (17e arrt).

1907. — GUILLET (O. ✲), membre de l'Institut, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, directeur de l'École centrale des Arts et Manufactures, 1, rue Montgolfier (3e arrt).

1908. — BERTRAND (Gabriel) (O. ✲), membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences et à l'Institut Pasteur, 61, boulevard des Invalides (7e arrt).

1911. — TRILLAT (A.) (C. ✲), chef de laboratoire à l'Institut Pasteur, 25, rue Dutot (15e arrt).

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

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

1914. — GALL (Henry) (O. ✲), ancien président de la Société des Ingénieurs civils de France, administrateur délégué de la Société d'Électrochimie, président de la Société des Carbures métalliques, 10, rue du Général-Foy (8e arrt).

1915. — PAGÈS (Albert) (✲), ancien président du Syndicat général des Produits chimiques, 34, boulevard Henri-IV (4e arrt).

1917. — CHESNEAU (Gabriel) (C. ✲), Inspecteur général des Mines, directeur de l'École nationale supérieure des Mines, 60, boulevard Saint-Michel (6e arrt).

1921. — CHARPY (Georges) (O. ✲), membre de l'Institut, professeur à l'École polytechnique, 123, rue de Lille (7e arrt).

1924. — JOSSIER (Gabriel) (✲), Ingénieur des Arts et Manufactures, président de la Chambre syndicale des Cuirs et Peaux de Paris, 19, rue Béranger (3e arrt).

1925. — BOYOUD (Émile) (✲), Ingénieur des Arts et Manufactures, directeur général de la Compagnie des Produits chimiques d'Alais et de la Camargue, 126, rue La-Boétie (8e arrt).

1925. — MICHELIN (André) (✲), Ingénieur E.C.P., de la maison Michelin et Cie, président de l'Aéro-Club de France, membre du Conseil de Direction du Comité français des Expositions, membre du Conseil supérieur de la Natalité, membre du Comité des Travaux publics pour l'Amélioration du Réseau routier, 105, boulevard Pereire (17e arrt).

1925. — KESTNER (Paul) (O. ✲), ingénieur, 38, rue Ribéra (16e arrt).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

Comité des Arts économiques.

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

1897. — LYON (O. ✻), administrateur délégué de la Société Pleyel, 22, rue Rochechouart (9e arrt).

1907. — BERTHELOT (Daniel), membre de l'Institut, 168, boulevard Saint-Germain (6e arrt).

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

1909. — RENARD (Paul) (O. ✻), lieutenant-colonel du Génie territorial, 8 *bis*, rue de l'Éperon (6e arrt).

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

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

1915. — ARNOULD (Pierre) (O. ✻), ingénieur-conseil, commissaire expert du Gouvernement pour l'examen des contestations en douane, 31, rue Bonaparte (6e arrt).

1916. — LEGOUËZ (Raynald) (C. ✻), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 25, rue Molitor (16e arrt).

1917. — ZETTER (Charles) (✻), Ingénieur des Arts et Manufactures, 49, rue de Maubeuge (9e arrt).

1919. — DELAGE (Gustave) (O. ✻), lieutenant de vaisseau de réserve, administrateur-directeur technique de la Société Nieuport-Astra, 46, boulevard Gallieni, à Issy-les-Moulineaux (Seine).

1919. — REY (Jean) (O. ✻), Ingénieur civil des Mines, associé gérant de la maison Sautter-Harlé et Cie, 26, avenue de Suffren (15e arrt).

1922. — BRETON (Jules), sénateur, membre de l'Institut, directeur des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions, 81 *bis*, boulevard Soult (12e arrt).

1922. — FERRIÉ (Général G. A.) (O. ✻), membre de l'Institut, Inspecteur général de la Télégraphie militaire, 2, square Latour-Maubourg (7e arrt).

1925. — CARPENTIER (Jean) (✻), administrateur-délégué de la Société « Ateliers J. Carpentier », 34, rue Guynemer (6e arrt).

Comité d'Agriculture.

1896. — LINDET (C. ✻), membre de l'Institut et de l'Académie d'Agriculture, professeur à l'Institut national agronomique, *Président*, 108, boulevard Saint-Germain (6e arrt).

1901. — RINGELMANN (O. ✻), Ingénieur-agronome, membre de l'Académie d'Agriculture, directeur de la Station d'Essais de Machines, 2, avenue de Saint-Mandé (12e arrt).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1901. — HITIER (Henri) (✲), Ingénieur-agronome, secrétaire perpétuel de l'Académie d'Agriculture, professeur à l'Institut national agronomique, 6, rue du Général-Foy (8e arrt).

1905. — SCHRIBAUX (E.) (C. ✲), Ingénieur-agronome, membre de l'Académie d'Agriculture, professeur à l'Institut national agronomique, 140 *bis*, rue de Rennes (6e arrt).

1905. — DYBOWSKI (O. ✲), Inspecteur général de l'Agriculture coloniale, membre de l'Académie d'Agriculture, Domaine des Pins, Auzouer (Indre-et-Loire).

1906. — GIRARD (A.-Ch.) (O. ✲), Ingénieur-agronome, membre de l'Académie d'Agriculture, professeur à l'Institut national agronomique, 60, rue Madame (6e arrt).

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

1907. — DABAT (G. O. ✲), membre de l'Académie d'Agriculture, directeur général honoraire des Eaux et Forêts, conseiller-maître à la Cour des Comptes, 48, boulevard de Latour-Maubourg (7e arrt).

1915. — PLUCHET (Émile) (✲), ancien président de la Société des Agriculteurs de France, membre de l'Académie d'Agriculture, régent de la Banque de France, 5, rue d'Estrées (7e arrt).

1916. — VIALA (Pierre) (O. ✲), membre de l'Institut et de l'Académie d'Agriculture, professeur à l'Institut national agronomique, Inspecteur général de la Viticulture, 35, boulevard Saint-Michel (5e arrt).

1917. — HITIER (Joseph) (✲), professeur à la Faculté de Droit et à l'Institut national agronomique, 19, rue Servandoni (6e arrt).

1917. — MANGIN (Louis) (O. ✲), membre de l'Institut et de l'Académie d'Agriculture, directeur du Muséum national d'Histoire naturelle, 57, rue Cuvier (5e arrt).

1917. — MOUSSU (✲), membre de l'Académie d'Agriculture, professeur à l'École vétérinaire d'Alfort, à Alfort (Seine).

1921. — PETIT (Henri) (O. ✲), membre de l'Académie d'Agriculture, agriculteur, 3, rue Danton (6e arrt).

1922. — KAYSER (Edmond) (O. ✲), directeur du Laboratoire de Fermentation à l'Institut national agronomique, 9 *bis*, rue d'Assas (6e arrt).

Comité des Constructions et des Beaux-Arts.

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

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

1907. — MESNAGER (A.) (O. ✲), membre de l'Institut, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, 182, rue de Rivoli (1er arrt).

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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

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

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

1911. — BERTRAND DE FONTVIOLANT (O. ✲), professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures, les Acacias, à Vaucresson (Seine-et-Oise).

1913. — HACHETTE (André), secrétaire de la Société française de Photographie, 2, Square de Luynes (7e arrt).

1916. — TAILLEFER (André) (✲), ancien élève de l'École polytechnique, docteur en droit, avocat à la Cour de Paris, secrétaire général de l'Association française pour la Protection de la Propriété industrielle, 215 *bis*, boulevard Saint-Germain (7e arrt).

1919. — MAGNE (Marcel) (✲), professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, conseiller technique de l'Exposition internationale des Arts décoratifs de Paris 1925, 34, quai de Béthune (4e arrt).

1919. — BECHMANN (Georges) (C. ✲), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, en retraite, membre de l'Académie d'Agriculture, 52, avenue Victor-Hugo (16e arrt).

1922. — PLUMET (Charles) (O. ✲), architecte, architecte en chef de l'Exposition internationale des Arts décoratifs de Paris 1925, 49, avenue Victor-Hugo (16e arrt).

1924. — FERET (René) (✲), ancien élève de l'École polytechnique, chef du Laboratoire des Ponts et Chaussées, à Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).

1925. — COLMET DAÂGE (Gaston), (O. ✲, ⚜), Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite, 201, boulevard Saint-Germain (7e arrt).

Comité de Commerce.

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

1897. — PAULET (G.) (C. ✲), ancien conseiller d'État, administrateur du Crédit foncier de France, 21, rue d'Ourches, à Saint-Germain-en-Laye (Seine-et-Oise).

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

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

1910. — RISLER (Georges) (C. ✲), président du Musée social et de l'Union des Sociétés de Crédit immobilier de France et d'Algérie, 115, avenue des Champs-Elysées (8e arrt).

1913. — ROY (Ferdinand) (O. ✲), président de l'Union textile, vice-président du Comité consultatif des Arts et Manufactures, membre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

de la Commission supérieure du Travail, 24, place Malesherbes (17e arrt).

1913. — RICHEMOND (Pierre) (O. ✲), ingénieur-constructeur, 49, rue Ampère (17e arrt).

1915. — DE ROUSIERS (Paul) (✲), professeur à l'École des Sciences politiques, 12, rue de Bourgogne (7e arrt).

1924. — ROUME (Ernest) (G. C. ✲), gouverneur général honoraire des Colonies, 1, avenue Montaigne (8e arrt).

1924. — HERRENSCHMIDT (Jacques), fabricant de cuirs teints, de la Société « Les Fils de Ch. Herrenschmidt », Manufacture de cuirs teints, tanneries, corroieries, Paris et Lagny (Seine-et-Marne), 138, rue de Courcelles (17e arrt).

1924. — LE CESNE (Julien) (C. ✲), négociant-exportateur, président de l'Union coloniale, administrateur de la Compagnie française de l'Afrique occidentale, vice-président de la section de Législation du Conseil supérieur des Colonies, 50, avenue Victor-Hugo (16e arrt).

1924. — JULHIET (Édouard) (✲), ingénieur-conseil à la Banque de l'Union parisienne, 95, rue de Lille (7e arrt).

1924. — BEL (Jean-Marc) (O. ✲), Ingénieur civil des Mines, vice-président de la Société française des Ingénieurs coloniaux, ingénieur-conseil, 90, rue d'Amsterdam, Paris (9e arrt).

1925. — LACOIN (Maurice) (✲), Ingénieur en chef à la Compagnie du Chemin de fer d'Orléans, membre du Conseil supérieur de l'Enseignement technique, 28, rue de Varenne, Paris (7e arrt).

1925. — LYAUTEY (G. C. ✲, ⚓), maréchal, membre de l'Institut, 5, rue Bonaparte, Paris (6e arrt).

Commission du Bulletin.

MM. HITIER, DE FRÉMINVILLE, *secrétaires généraux*; LAFOSSE, CORNU-THÉNARD, SAUVAGE, MASSON, PRUD'HOMME, PAGÈS, SEBERT, ARNOULD, LINDET, RINGELMANN, LARIVIÈRE, BOURDEL, DE ROUSIERS, HERRENSCHMIDT.

Agent général de la Société.

1913. — LEMAIRE (Eugène) (✲, ⚓), Ingénieur des Arts et Manufactures, 44, rue de Rennes (6e arrt). — Téléphone : Fleurus 55-61.

MEMBRES HONORAIRES DU CONSEIL

Président honoraire de la Société.

1869. — HATON DE LA GOUPILLIÈRE (G. C. ✲), membre de l'Institut, président honoraire de la Société et du Comité des Arts mécaniques, 56, rue de Vaugirard (6e arrt).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

Comité des Arts chimiques.

1889. — VIEILLE (G. O. ✻), membre de l'Institut, 16, avenue Pierre-Ier-de-Serbie (16e arrt).

MEMBRES CORRESPONDANTS

Comité des Arts mécaniques.

Correspondants français.

Année de la nomination

1913. — LEFLAIVE (Joseph), ancien Ingénieur de la Marine, gérant de la Société anonyme des Établissements Leflaive, La Chaléassière, Saint-Etienne (Loire).

1913. — SCHUBERT (Adrien) (✻, ⌶, ⚙), Ingénieur des Arts et Manufactures, de la maison F. Bapterosses et Cie, 6, rue Fourcroy, Paris (17e arrt).

Correspondant étranger.

1925. — LEGROS (Lucien-Alphonse), M. Inst. C.E., O.B.E., ingénieur-conseil, 25, Cumberland Park, Acton, Londres, W. 3 (Angleterre).

Comité des Arts chimiques.

Correspondants français.

1919. — ZUBER (Louis), industriel, Rixheim (Haut-Rhin).

1925. — MASSE, Ingénieur civil des Mines, vice-président-directeur de la Société d'Éclairage, Chauffage et Force motrice, président de la Compagnie nationale de Matières colorantes et de Produits chimiques, 14, rue de Clichy, Paris (9e arrt).

Correspondants étrangers.

1906. — HADFIELD (Sir Robert Abbott), membre de la Royal Society, D. Sc., D. Met., membre correspondant de l'Académie des Sciences de Paris, Steel Manufacturer, 22, Carlton House Terrace, London, S. W. 1 (Angleterre).

1914. — NICHOLS (H. William), Sc. D., H. D., Commandatore Crown of Italy, Chev. order S. S. Mauvezie et Lazare, chemist, chairman of Board Allied Chemical and Dye Corporation, 61, Broadway, New-York (U. S. A.).

1922. — HAUSER (Enrique), Ingénieur des Mines, membre de l'Académie royale des Sciences de Madrid, président de la Commission espagnole du Grisou, ancien président de la Société espagnole de Physique et Chimie, professeur-chef du Laboratoire de Chimie industrielle de l'École des Mines et du Laboratoire Gomez Pardo, 33, rue Zorrilla, à Madrid 14e (Espagne).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de la nomination.

1922. — HANNON (Édouard), Ingénieur honoraire des Ponts et Chaussées (Belgique), gérant de la Société Solvay et Cie, 33, rue du Prince-Albert, Bruxelles (Belgique).

1922. — SAUVEUR (Albert) (✻, ⓘ), ingénieur métallurgiste, membre de l'American Academy of Arts and Sciences, membre honoraire de la Société des Ingénieurs sortis des Ecoles de Liége, président du Salon français de Boston, professeur de métallurgie et de métallographie à l'Université Harvard, Harvard University, Cambridge, Mass. (U. S. A.).

1922. — MRAZEC (L.), professeur de minéralogie, directeur de l'Institut géologique de Roumanie, membre de l'Académie roumaine, chaussée Kiseleff, 2, Bucarest (Roumanie).

Comité des Arts économiques.

Correspondants français.

1919. — CHAUVEAU (Dr Claude) (✻), sénateur, docteur-médecin, 225, boulevard Saint-Germain, Paris (7e arrt).

1919. — FÉROL (Comte Jean-Émile de), administrateur-délégué de la Société française d'Incandescence par le Gaz (Système Auer), 21, rue Saint-Fargeau, Paris (20e arrt).

1919. — LEBEUF (Auguste) (✻, I. ⓘ), correspondant de l'Institut et du Bureau des Longitudes, professeur d'astronomie et directeur de l'Observatoire, Université de Besançon, Besançon (Doubs).

1919. — VISSEAUX (Jacques), industriel, 88 et 90, quai Pierre-Scize, Lyon (Rhône).

1922. — GARNIER (Maurice) (O. ✻, I. ⓘ), Ingénieur en chef d'artillerie navale, adjoint à l'Inspecteur général d'artillerie (13, rue de l'Université, Paris, 7e arrt, tél. Ségur 25-04), 7, place de Breteuil, Paris (7e arrt).

Correspondants étrangers.

1890. — ELIHU-THOMSON (O. ✻), A. M. (Yale University), D. Sc. (Harvard University), Consulting Engineer, Electrician, Member of Corporation, Mass. Institute of Technology, Cambridge, Mass., General Electric Company, Lynn, Mass., 22, Monument Avenue, Swampscott, Mass. (U. S. A.).

1913. — GUILLAUME (Charles-Edouard) (O. ✻), correspondant de l'Institut de France, (prix Nobel), physicien, directeur du Bureau international des Poids et Mesures, Pavillon de Breteuil, Sèvres (Seine-et-Oise).

1919. — EMPAIN (Général baron), 33, rue du Congrès, Bruxelles (Belgique), et 50, rue de Lisbonne, Paris (8e arrt).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de la nomination.

1920. — TZITZEICA (Georges), commandeur de la Couronne de Roumanie, docteur ès sciences de Paris, vice-président de l'Académie roumaine, secrétaire général de la Société roumaine des Sciences, membre du Conseil permanent de l'Instruction publique, doyen de la Faculté des Sciences de Bucarest, 82, Strada Dionisie, Bucarest (Roumanie).

1920. — TORRES Y QUEVEDO, membre de l'Académie royale des Sciences de Madrid, directeur du Laboratorio de Automatica de Madrid, membre correspondant de l'Institut de France, Valgame Dios, 3, Madrid (Espagne).

Comité d'Agriculture.

Correspondants français.

1890. — MILLIAU (Ernest) (✲, ✠), expert des tribunaux, correspondant de l'Académie d'Agriculture, directeur du Laboratoire d'Essais techniques, 30, rue Sainte, Marseille (Bouches-du-Rhône).

1891. — BRIOT (Félix) (O. ✲, C. ✠, I. ⚙), membre correspondant de l'Académie d'Agriculture, conservateur des Eaux et Forêts en retraite, administrateur-délégué de la Société française d'Économie alpestre, 12, rue Nézin, Chambéry (Savoie).

1907. — MONICAULT (Pierre de) (✠), Ingénieur-agronome, membre de l'Académie d'Agriculture, agriculteur, 9, rue Jean-Goujon, Paris (8e), et à Versailleux (Ain).

1919. — FAUCON (Paul), membre de l'Académie d'Agriculture et du Conseil supérieur de l'Agriculture, 16, rue Lagrange, Paris (5e arrt), et à La Fauconnerie (Tunisie).

1919. — POTIN (Julien) (O. ✲), président de la Société Potin et Cie, 103, boulevard Sébastopol, Paris, industriel, 9, boulevard Richard-Wallace, Neuilly-sur-Seine (Seine).

1919. — SIMON (Albert) (O. ✲, C. ✠, Ⓜ), président de la Chambre de Commerce de Cherbourg, administrateur-délégué de la Banque de France, président du Conseil d'administration de la Société anonyme des Établissements Simon frères à Cherbourg, industriel, 45, rue de l'Alma, Cherbourg (Manche).

Comité des Constructions et Beaux-Arts.

Correspondants français.

1913. — COUTURAUD (Pierre) (✠), Ingénieur des Arts et Manufactures, administrateur-délégué de la revue *Chaleur et Industrie*, 5, rue Michel-Ange, Paris (16e arrt).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de la nomination.

1919. — LUMIÈRE (Louis) (C. ✠), membre de l'Institut, industriel, 262, cours Gambetta, Lyon (Rhône).

1925. — LEINEKUGEL LE COCQ (G.), Ingénieur principal de la Marine, ingénieur-constructeur, « Les Tilleuls », Chateauneuf-sur-Loire (Loiret).

Comité de Commerce.

Correspondant étranger.

1890. — HEMPTINNE (Comte Paul DE), industriel, président de la Société linière gantoise, des Glaceries nationales belges, de l'Académie de Saint-Luc, 429, chaussée de Courtrai, Gand (Belgique).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

VŒU

DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE CONCERNANT LA RÉPRESSION DE L'ALCOOLISME (1)

EXPOSÉ.

Au cours de la guerre, les énergiques mesures qui avaient été prises avaient amené en France une réduction de plus de moitié de la consommation de l'alcool de bouche, et une exacte observation de la loi sur la prohibition de l'absinthe et de ses similaires.

Depuis 1919, le Parlement, en même temps qu'il maintenait le privilège des bouilleurs de crû, a voté une série de mesures qui, en facilitant la fraude, ont diminué de près de 300 millions de francs les recettes du budget, sans compter les pertes résultant de la fraude; et les Ministres successifs de l'Hygiène, malgré l'arme qu'ils possèdent et qui leur permet, par simple décret, d'interdire la fabrication et la consommation de toutes liqueurs similaires à l'absinthe, ont, depuis 4 ans, toléré la fabrication et la vente de produits qui, sous des noms divers, sont composés d'éléments analogues et tout aussi nocifs que la funeste liqueur verte.

D'autre part, la loi sur l'ivresse et sur la police des cabarets n'est plus observée comme elle l'avait été pendant la guerre; et elle risque d'être considérablement affaiblie si, par application d'un amendement récemment proposé, venait à être autorisé le transfert au milieu de toutes les agglomérations nouvelles de 250 habitants, des débits existants dans un rayon de 15 km, ce qui aurait le funeste résultat de permettre l'implantation de débits d'alcool au milieu de toutes les cités ouvrières et cités-jardins de nouvelle création.

Les atténuations déjà apportées à la loi et les hésitations dans son application, n'ont pas tardé à porter leurs fruits, et la consommation de l'alcool a doublé depuis la fin de la guerre au détriment de la moralité, de la paix publique et du rendement du travail.

Il est nécessaire de réagir énergiquement et sans retard.

(1) Ce vœu et l'exposé qui le précède ont été adressés à M. le Ministre de l'Hygiène, le 28 janvier 1926.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

VŒU.

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale émet, en conséquence, le vœu :

1° Que tous les succédanés de l'absinthe soient immédiatement interdits par décret rendu sur la proposition du Ministre de l'Hygiène ;

2° Que les textes de loi votés pour réprimer l'alcoolisme soient maintenus dans toutes leurs parties et que des modifications n'y soient apportées que pour en consolider les effets bienfaisants pour la santé et la moralité publique ;

3° Et que la lutte contre l'alcoolisme soit reprise avec la plus grande énergie par les Pouvoirs publics, assistés des sociétés d'initiative privée qui combattent ce fléau.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES

Rapport présenté par M. Léon Masson, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur un *appareil dit « le Ouistiti »*, *imaginé par* M. Paul Cans *en perfectionnement du système de la corde à nœuds.*

M. Paul Cans, ouvrier peintre en bâtiment à la maison Ruhlmann et Laurent, 10, rue Maleville, à Paris (8e), et demeurant, à Paris également, 13, rue Ernest-Lefèvre (20e), a eu pour objet, dans son invention, de procurer une sécurité plus complète à une catégorie d'ouvriers dont la tâche est des plus dangereuses, celle des travailleurs sur cordages dans le vide.

Le besoin d'une invention de cet ordre s'était imposé à son esprit pendant la dernière guerre, un jour que, dans les arbres, il était observateur d'artillerie dans les plaines de la Woëvre, sur le front de Verdun.

A son idée, il fallait, à l'aide d'un cordage ordinaire, susceptible de glisser sans inconvénient entre les branches, arriver à monter, descendre, s'installer commodément et en toute sécurité, de manière à n'avoir qu'à s'occuper de sa mission.

Le problème était ardu, et bien souvent, sur le lit d'hôpital où le retenaient ses blessures, M. Cans chercha en vain à le résoudre.

Rendu à la vie civile, il poursuivit ses réflexions et ses recherches, pour les appliquer cette fois dans les travaux du bâtiment, en vue de remplacer la corde à nœuds, appareil fatigant et périlleux qui met l'ouvrier à la merci d'un simple malaise, et dont l'inventeur avait pu constater personnellement les dangers.

Une idée de principe lui vint enfin, et, après beaucoup d'efforts, il put mettre au point un appareil qu'il dénomma humoristiquement « le Ouistiti » en raison de la facilité qu'il donne pour grimper aux cordages, et qui fut soumis à diverses expériences, — celles notamment de la Tour Eiffel, à la date du 2 janvier 1921, dont la presse fit d'élogieux comptes rendus.

Le dispositif ainsi réalisé comprend :

1° Une partie fondamentale (fig. 1 et 2), permettant d'obtenir le serrage automatique de la corde;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2° Les accessoires qui y sont joints (fig. 3 à 6) tels que le siège pour être suspendu et les leviers pour opérer les manœuvres de montée et de descente.

Le serrage automatique s'obtient (fig. 1 et 2) par un organe comprenant deux bagues fixes D et D′, reliées par deux joues placées en regard, supportant à leur centre, au moyen de pivots, une bague articulée B, munie d'un levier L.

Le cordage, étant introduit dans l'appareil par les bagues fixes D et D′, qui servent de guides, glissera dans ces deux bagues lorsque la bague

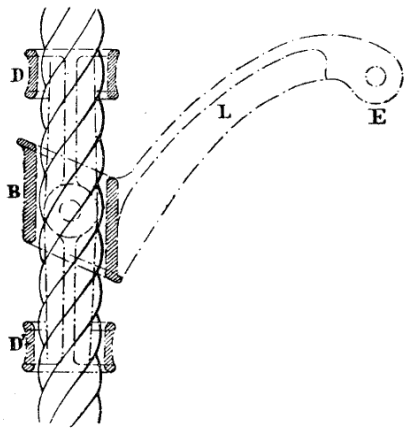


Fig. 1.

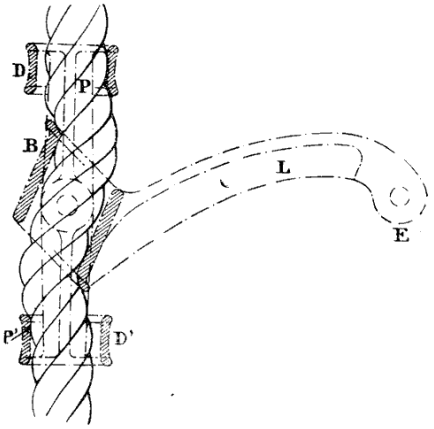


Fig. 2.

centrale B aura son axe en prolongement de celui des deux autres; et, par contre, il sera comprimé doublement en parties opposées lorsque, sous l'action du poids de l'ouvrier, qu'il supporte en tout ou partie au point E de l'un ou l'autre étriers ou du siège, cette bague centrale B basculera entre les bagues-guides D et D′, qui maintiendront à ce moment le cordage pour permettre sa compression par la bague B aux points P et P′.

Les étriers servant à la montée ou à la descente de l'usager de l'appareil se composent (fig. 5 et 6) d'un cale-pied réglable pour la longueur du pied qui y est maintenu par une courroie, et d'une semelle mobile, montée sur ressorts pour assurer le serrage ou le desserrage automatiques du cou-de-pied de l'opérateur.

Un système de bretelles permet à l'ouvrier de n'avoir pas à s'occuper de son siège (fig. 4) pendant son évolution, de s'y trouver confortablement assis (fig. 5) pendant le travail, et maintenu en sécurité en cas d'indisposition.

L'opérateur étant muni du siège s'accroche aux mousquetons du dispo-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

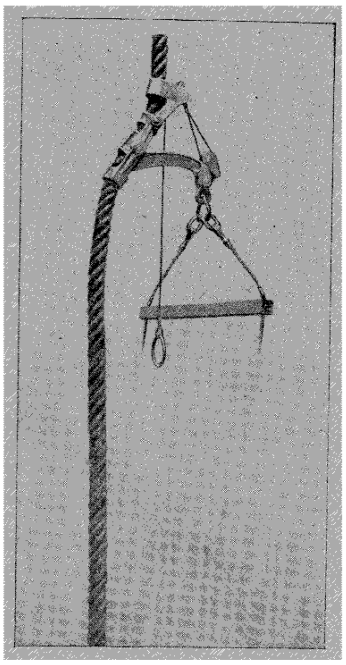


Fig. 3.

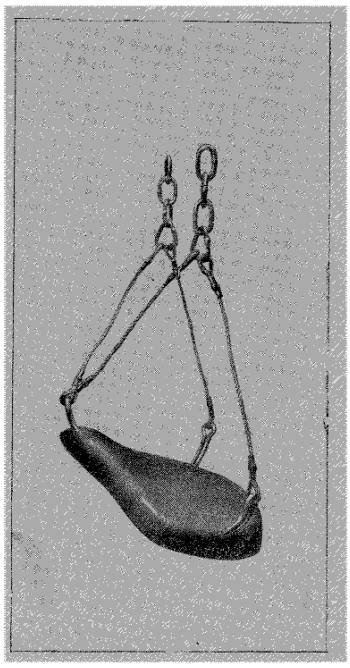


Fig. 4.

Fig. 5.

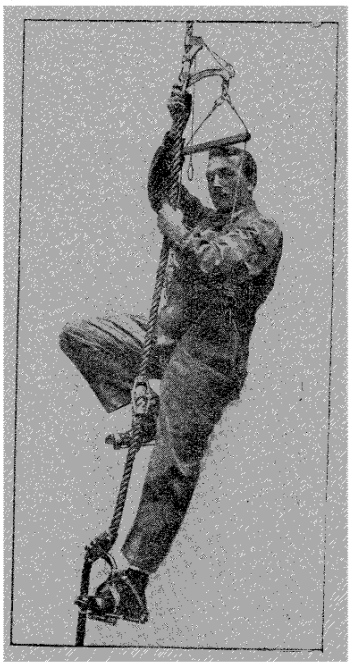


Fig. 6.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sitif supérieur (fig. 3, 5 et 6), qui le supportera dans son travail, le préservera de tout danger au cours de ses évolutions, et lui permettra de descendre automatiquement le long du cordage.

Ce dernier résultat se réalise en ayant d'abord et très expressément soin de cesser d'appuyer sur l'un et l'autre étriers de manœuvre, et en ayant recours ensuite à la traction manuelle progressive d'un petit câble que l'on voit en M sur la figure 5, pour obtenir à l'aide de deux petites poulies mouflées le redressement graduel, dans le sens voisin de la verticale et jusqu'au point voulu, de l'organe de serrage auquel est suspendu le siège de l'ouvrier.

Les outils s'accrochent à la selle, et, au moyen d'un dispositif spécial de roulement sur guide horizontal du point de suspension de l'appareil, l'ouvrier peut, en commandant deux élingues de traction sur poulies convenablement placées, obtenir un transport latéral lui permettant d'évoluer en largeur aussi bien qu'il le fait en hauteur à l'aide des étriers, et de faire aisément d'un seul coup de corde ce qui était difficilement réalisable par quatre ou cinq déplacements de corde à nœuds : dispositif fort intéressant pour la marine, les entrepreneurs de peinture dans les travaux de ravalement, et les plombiers dans les recouvrements de bandeaux sur façades.

L'appareil proprement dit est, en outre, d'un emploi très pratique pour les puisatiers, les constructeurs de cheminées d'usines, les poseurs de paratonnerres, les treillageurs, les entrepreneurs de constructions métalliques et navales, les électriciens, les charpentiers, etc., en un mot pour tous les travailleurs ayant à opérer avec suspension dans le vide.

Le système réalisé par M. P. Cans a obtenu un grand prix au Concours Lépine de 1921. Une médaille de vermeil lui a été décernée par le Ministère du Commerce, et il a, de plus, reçu en 1923 un prix Périssé de l'Association des Industriels de France contre les Accidents du Travail.

Il lui a été enfin attribué, en 1924, un prix Droux au titre du Musée de prévention des accidents et d'hygiène industrielle du Conservatoire national des Arts et Métiers.

Le Comité des Arts mécaniques propose au Conseil de féliciter l'inventeur de son très intéressant travail, et d'autoriser l'insertion au *Bulletin* du présent rapport, tout en retenant le nom de M. Paul Cans en vue de le comprendre au nombre de ceux des lauréats de 1925 de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

Le Rapporteur,
LÉON MASSON.

Lu et approuvé en séance publique du Conseil, le 9 janvier 1926.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES

Rapport présenté par M. LÉON MASSON, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur un *dispositif créé par* M. HELFENSTEIN *pour la protection des mains dans le travail des presses et des poinçonneuses à pédale.*

M. Helfenstein, ingénieur, chef du Service de la Prévention des accidents à la Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accident, à Lucerne, a créé un protecteur pour presses à découper, estamper et emboutir, très employé en Suisse et qui commence à être appliqué en France, où il est construit actuellement par M. Grimar, constructeur-mécanicien, 29-33, rue Breguet, à Paris (11e).

Cet appareil a obtenu, en 1924, un prix Droux au Conservatoire national des Arts et Métiers, et l'Association des Industriels de France contre les Accidents du Travail, qui, en janvier 1923, avait consacré à ce dispositif un important article de sa publication officielle, a demandé récemment, à la suite de son dernier Congrès, si la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, qui s'est fait représenter à ces réunions par plusieurs membres de son Conseil, ne serait pas disposée à faire connaître aux lecteurs de son *Bulletin* le très intéressant travail de M. Helfenstein, et à comprendre, s'il est possible, cet ingénieur au nombre de ses lauréats.

Voici d'après M. Mamy, directeur de l'Association des Industriels de France contre les Accidents du Travail, la description et le fonctionnement de l'appareil Helfenstein.

« Les presses à découper, estamper et emboutir, dans lesquelles la descente du poinçon est actionnée par une pédale, ont occasionné de nombreux et graves accidents.

« Parmi les dispositifs protecteurs qui ont été créés dans le but d'éviter ces accidents, il en est un qui consiste à faire commander, par la tige d'embrayage de la presse, un étrier, ou masque protecteur, qui descend sur la table de la machine et empêche l'introduction de la main sous le poinçon. La descente de ce dernier ne peut commencer que lorsque le masque protecteur repose sur la table de la presse. Si un obstacle quelconque, la main

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de l'ouvrier par exemple, s'oppose à l'abaissement complet de ce masque, la descente du poinçon ne s'effectue pas.

« Mais le procédé qui consiste à utiliser la tige de commande du poinçon pour amener le masque protecteur dans sa position finale, a révélé, dans l'application, certains inconvénients qui rendent aléatoire la protection que l'on veut assurer.

« Ces inconvénients résultent, soit de l'usure de l'appareil de déclenchement, soit de l'amplitude trop faible donnée par les constructeurs au mouvement de la tige de commande.

« C'est pour éviter ces inconvénients que M. Helfenstein a créé un dispositif qui n'utilise pas le mouvement de la tige de commande pour amener le masque dans sa position finale.

« Le détail de ce dispositif est le suivant :

« Au bâti de la machine est fixé un support 6 (fig. 1, 3 et 7), présentant à sa partie supérieure deux surfaces concaves cylindriques *a* et *b*. Un levier 4 porte, à l'extrémité d'un de ses bras, le masque protecteur 5. A l'extrémité de son autre bras est monté, sur un axe A, un autre levier 3 (fig. 5 et 6). Le levier 4 est articulé en E au support fixe 6.

« Le levier 3 est articulé à l'une de ses extrémités B à la tige d'embrayage 2 que commande la pédale actionnée par l'ouvrier.

« Lorsque la machine est au repos, les deux axes A et E sont dans le prolongement l'un de l'autre.

« Le levier 3 porte un nez D qui s'appuie sur l'une des surfaces concaves *a* et *b*.

« Dans la position représentée par la figure 1, la machine est au repos et le masque protecteur 5 permet d'introduire sous le poinçon l'objet à travailler. Ceci fait, l'ouvrier appuie sur la pédale. Le nez D du levier 3 repose sur la surface cylindrique *a* qui l'empêche de descendre. La pression sur la pédale a donc pour résultat de faire pivoter le levier 3 autour de l'axe B; l'axe A se déplace avec le levier 3, et le levier 4, oscillant autour de l'axe E, abaisse le masque protecteur jusqu'à ce que ce dernier repose sur la table de la presse.

« A cet instant, le nez D est arrivé à l'extrémité de la surface cylindrique *a* (fig. 2). L'axe B du levier 3 étant resté immobile jusqu'à ce moment, la tige d'embrayage du poinçon n'a pas bougé. L'ouvrier continuant à appuyer sur la pédale, le nez D dépasse l'extrémité *a*, le levier 3 pivote autour de l'axe A devenu fixe, et son extrémité B provoque le mouvement de la tige d'embrayage et la descente du poinçon.

« Tant que le masque protecteur ne repose pas sur la table de la presse,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

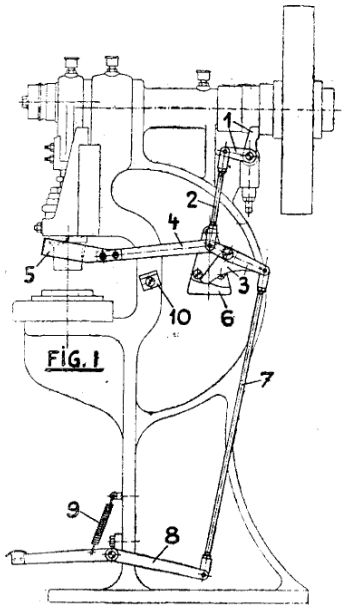


FIG. I

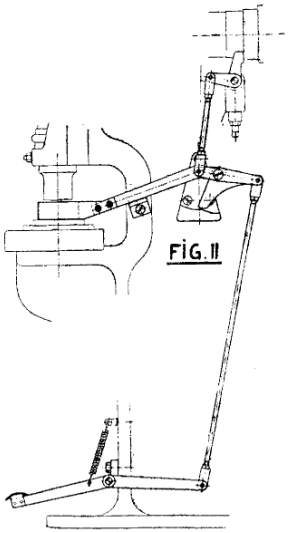


FIG. II

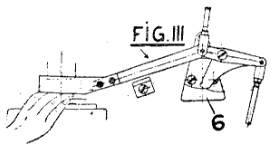


FIG. III

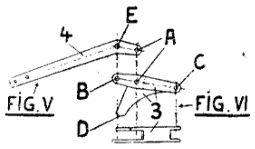


FIG. V FIG. VI

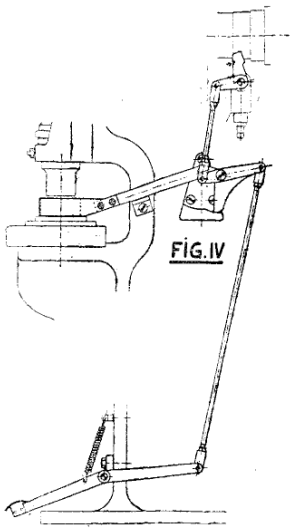


FIG. IV

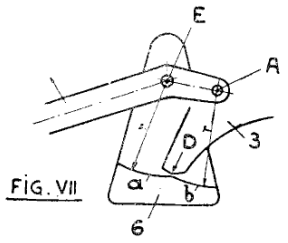


FIG. VII

Fig. 1 à 7. — Appareil protecteur Helfenstein pour presses à découper, estamper et emboutir.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le nez D repose sur la surface cylindrique *a* et le mouvement de la tige d'embrayage du poinçon est impossible.

« Le fonctionnement de ce dispositif est d'autant plus assuré qu'il ne fait appel, comme on voit, à aucun ressort, dont l'action est toujours incertaine ».

Le Comité des Arts mécaniques vous demande d'autoriser la reproduction, au *Bulletin*, du présent rapport, et de bien vouloir, en le félicitant de l'ingéniosité du dispositif protecteur créé par ses soins, retenir le nom de M. Helfenstein pour le travail actuellement en cours des récompenses à décerner par la Société.

Le Rapporteur,
LÉON MASSON.

Lu et approuvé en séance publique du Conseil, le 9 janvier 1926.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES

Rapport présenté par M. Ed. Sauvage, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur un *compresseur rotatif*, imaginé et construit par M. R. Planche, ingénieur-constructeur à Villefranche-sur-Saône (Rhône).

Le compresseur rotatif de M. R. Planche comporte une palette unique, tournant à l'intérieur d'une enveloppe fixe, qu'elle sépare en deux compartiments, de volumes alternativement croissants et décroissants.

Le milieu de cette palette, articulé sur la manivelle d'un arbre, en reçoit un mouvement de rotation; mais la palette est folle sur cette manivelle :

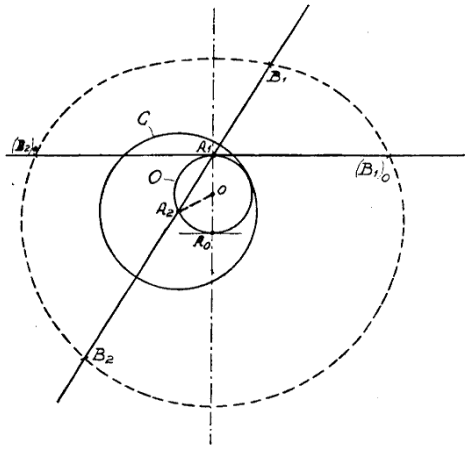


Fig. 1. — Dessin schématique montrant le principe du fonctionnement du compresseur Planche.

tandis que le milieu décrit un cercle, la palette tourne autour de ce milieu dans le même sens, avec une vitesse moitié moindre.

La figure 1 représente la loi géométrique du mouvement : A_2, milieu de la palette B_1B_2, tourne autour du centre O; B_1B_2 tourne autour du point mobile A_2. Lorsque le point A a tourné de l'angle A_0OA_2, mesuré par l'arc A_0A_2, la palette, verticale sur la figure au début, a tourné, dans le même sens, d'un angle moitié moindre, $A_0A_1A_2$; par suite, le sommet A_1 de cet angle, dont les côtés embrassent l'arc A_0A_2, sera sur la circonférence.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le lieu des points B_1 et B_2, extrémités des segments de droite égaux A_2B_1 et A_2B_2, est une conchoïde de cercle, qui sera le profil rigoureux de l'enveloppe fixe.

La rotation de la palette autour de son milieu A_2 est produite par le roulement, sur le cercle fixe O, d'un cercle de rayon double, faisant corps avec la palette. Ce roulement sans glissement est obtenu par engrenages.

La palette est munie de renflements, qui épousent à peu près la forme de l'enveloppe, dans la position de la figure 2.

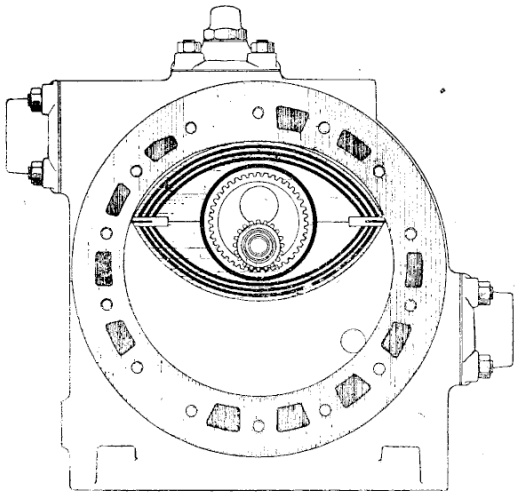


Fig. 2.

L'enveloppe conchoïdale est terminée par deux fonds plats, contre lesquels s'ajustent les bases planes de la palette.

Pour la symétrie des efforts, les couples d'engrenages sont en double, contre les faces planes des deux extrémités.

L'arbre est porté par deux paliers à rouleaux, dont un à double couronne de rouleaux portant sur surfaces obliques, qui s'opposent au déplacement longitudinal; il traverse, à chaque extrémité de l'enveloppe, une garniture étanche, et il est muni de volants avec contrepoids équilibrant les pièces tournantes.

La manivelle qui porte la palette est de l'espèce excentrique, et la palette porte sur cet excentrique par une double couronne de rouleaux.

L'étanchéité entre la palette et l'enveloppe fixe est obtenue, sur la partie conchoïdale, à chaque extrémité de la palette, à l'aide d'une languette dans une rainure, languette que la force centrifuge appuie contre la paroi; sur les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

deux fonds plats, par trois rangées de segments circulaires, logés dans des gorges et poussés par des ressorts.

La figure 3 montre une série de positions successives de la palette, ainsi que l'orifice d'aspiration, en *a*, et, en *c*, l'orifice de refoulement, muni d'un clapet.

Dans la position 1, le refoulement vient de cesser, l'espace libre, en *c*, est rempli d'air comprimé. De 1 à 2, cet air se détend entre la palette et l'enveloppe, restituant ainsi du travail; toutefois cette détente n'est pas complète,

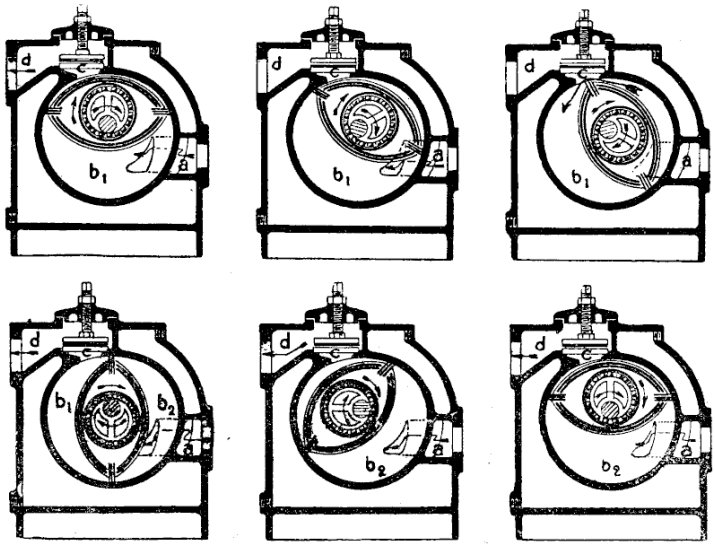


Fig. 3.

au moins avec une compression un peu forte. Aussi, en 3, les deux compartiments communiquent un instant, de sorte que les pressions s'y égalisent.

Pendant les phases 1 et 2, l'air peut continuer à pénétrer dans l'enveloppe, par suite de la vitesse qu'il possède dans la tuyauterie d'aspiration.

Dans les positions 4 et 5, l'air est aspiré d'un côté, et de l'autre, comprimé puis refoulé.

La position 6 montre le retour à la position 1. De 1 à 6, l'arbre a fait un tour complet; le volume b_1 a été évacué dans le refoulement; mais la palette n'a fait qu'un demi-tour.

Cette réduction de vitesse de la palette diminue le travail perdu en frottements de ses garnitures contre l'enveloppe.

La garniture de l'arbre à son entrée dans l'enveloppe se compose d'un joint à membrane élastique (fig. 4). Cette membrane, en cuivre, est encastrée

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sur son pourtour extérieur; elle porte deux rondelles en bronze phosphoreux, placées entre deux rondelles fixées sur l'arbre. Le contact a lieu d'un côté ou de l'autre suivant le sens de la pression. La forme des rondelles de garniture est étudiée pour équilibrer en partie la pression sur la membrane.

Le graissage se fait sous pression avec un très faible débit d'huile. Le refroidissement est obtenu par une circulation d'eau autour de l'enveloppe.

Pour éviter une dépense de travail inutile lorsque la pression demandée est atteinte dans le réservoir d'air comprimé, un servo-moteur, actionné par

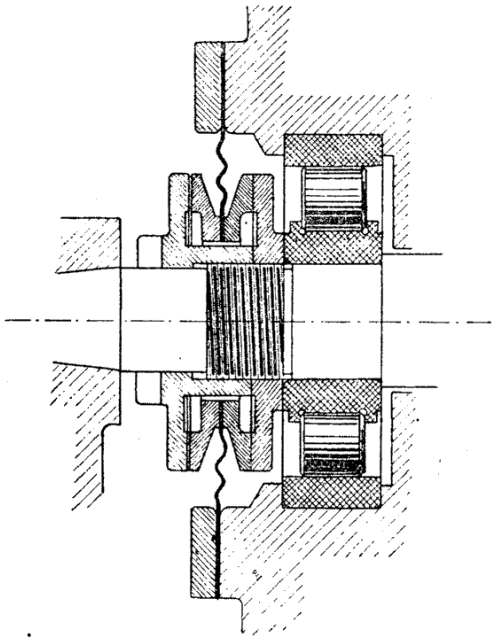


Fig. 4. — Joint à membrane donnant l'étanchéité entre l'arbre en rotation et le bâti.

la pression qui ne doit pas être dépassée, ferme une soupape montée sur l'orifice d'aspiration, et met le refoulement en communication avec l'atmosphère.

Le compresseur fonctionne également comme machine pneumatique.

Pour déplacer de grands volumes d'air sans augmentation notable de pression, on supprime les languettes et segments de la palette, et on augmente la vitesse de rotation.

D'après les renseignements que m'a fournis M. Planche, l'emploi de ces machines s'est développé comme il suit : 5 appareils en service à la fin de l'année 1922; 50 à la fin de 1923; 176 à la fin de 1924; à la fin de 1925, ce nombre est estimé devoir être 365.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le principe du compresseur de M. Planche est ingénieux ; tous les détails ont été l'objet d'une étude très soignée.

On trouvera la description du compresseur Planche et de ses accessoires dans *le Génie Civil* (nos des 25 mars 1922, 16 juin 1923, 10 novembre 1923, 8 mars 1925, 28 février 1925). Un dossier, comprenant des documents relatifs aux compresseurs Planche et de nombreuses photographies de ces appareils, a été déposé à la bibliothèque de la Société, sous la cote 13 014.

Votre Comité des Arts mécaniques vous propose de remercier M. Planche de son intéressante communication, et d'insérer au *Bulletin* le présent rapport avec les figures qui l'accompagnent.

Le Rapporteur,
ED. SAUVAGE.

Lu et approuvé en séance publique du Conseil le 23 janvier 1926.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMITÉ DES CONSTRUCTIONS ET DES BEAUX-ARTS

Rapport présenté par M. GEORGES BECHMANN, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur *le « moine », appareil pare-suie et pare-étincelles*, imaginé et construit par M. JULES LEMOINE.

M. Jules Lemoine, 66, rue de Sèvres, à Paris (7e), a inventé un appareil pare-suie et pare-étincelles qu'il a dénommé « moine » et qui supprime tout danger d'incendie, en interceptant de façon absolue la projection des flammèches et des escarbilles.

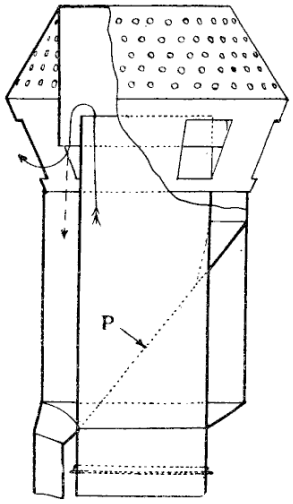


Fig. 1.

Cet appareil, entièrement en tôle et dont les dimensions sont appropriées au diamètre de la cheminée qu'il coiffe, comporte un tuyau s'emboîtant dans l'orifice supérieur de cette cheminée. Ce tuyau est entouré d'une enveloppe qui y est assujettie par un tronc de cône inférieur de raccordement; elle est composée d'un cylindre surmonté de deux troncs de cône ayant une grande base commune et percés : le premier de six ouvertures trapézoïdales, le second d'un grand nombre de petits trous circulaires disposés en quinconce.

A l'intérieur de l'enveloppe, autour du tuyau, est disposé un manchon fermé à sa partie supérieure par une tôle pleine et dont le bord inférieur est situé plus bas que le bord supérieur dudit tuyau, à mi-hauteur des ouvertures. Sur le cylindre est ménagée une porte de nettoyage.

La fumée, montant par le tuyau, est forcée par le manchon de refluer vers le bas, suivant le trajet sinueux indiqué par la flèche en trait plein et de passer dans l'espace annulaire compris entre le manchon et le tuyau, pour arriver dans l'espace annulaire plus grand situé entre ce tuyau et la partie cylindrique de l'enveloppe. Cette fumée subit donc un changement brusque de direction, après lequel les particules solides continuent leur marche descendante dans la direction de la flèche en trait interrompu et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tombent au fond de l'enveloppe d'où on les évacue de temps à autre en ouvrant une porte.

Les gaz recommencent à monter dès qu'ils ont franchi le bord inférieur du manchon et pénètrent dans les troncs de cône, d'où ils s'échappent, débarrassés de toutes particules solides, en partie par les petits trous du premier, en partie par les ouvertures du second, chassés par le vent qui s'engouffre dans ces dernières et favorise le tirage.

La double déviation ainsi communiquée aux produits de la combustion a donc pour résultat de trier les éléments constituant de la fumée, et de la clarifier.

Il est possible d'éviter le petit inconvénient qui résulte de l'accumulation de la suie au fond du manchon et qui oblige l'ouvrier chargé du nettoyage à se hisser en haut de la cheminée. Il suffit d'appliquer entre la cheminée et le manchon extérieur une cloison métallique inclinée P en forme de couronne elliptique. Cette cloison provoque le glissement de la suie et des escarbilles vers une ouverture ménagée dans la partie la plus basse de la plaque, ouverture débouchant au-dessus d'un tuyau vertical conduisant à un récipient d'accès facile.

Le Comité des Constructions et des Beaux-Arts félicite M. Lemoine de son ingénieuse invention et propose de la retenir parmi celles auxquelles en principe la Société d'Encouragement est disposée à accorder une de ses récompenses.

Le Rapporteur,
GEORGES BECHMANN.

Lu et approuvé en séance publique du Conseil, le 9 janvier 1926.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LES GLACES MARINES

par

M. J. Rouch,

capitaine de frégate

La glace joue un rôle considérable en océanographie : toute la circulation océanique a pour base principale l'échauffement des eaux superficielles de l'équateur et des tropiques, avec, comme contre-partie, le refroidissement des eaux polaires.

La dispersion des glaces polaires vers les latitudes moyennes a une influence directe sur le climat des régions tempérées et sur la trajectoire des dépressions barométriques.

Enfin, au point de vue pratique de la navigation, les glaces présentent des dangers considérables, et ont été cause de nombreuses catastrophes maritimes.

Ce sont ces deux derniers points surtout que nous allons examiner, car ils ont d'importantes répercussions sur l'industrie et le commerce.

La glace de terre. — On trouve, dans les mers arctiques et dans les mers antarctiques, deux sortes de glaces bien distinctes : la *glace de terre* et la *glace de mer*.

Dans les régions arctiques, la glace de terre, due à la congélation de l'eau douce a deux origines : l'une provient des glaciers qui aboutissent à la mer, l'autre de la débâcle des glaces des grands fleuves d'Amérique et de Sibérie qui se jettent dans l'océan polaire. La glace de terre antarctique appartient toute à la première catégorie.

L'apport des fleuves américains et sibériens est d'ailleurs relativement faible; l'on peut donc dire que la glace de terre provient presque toute du *vêlage* des glaciers, c'est-à-dire de la dislocation de la falaise de glace par laquelle ils se terminent dans la mer.

Dans les régions polaires, en effet, ces fleuves de glace avancent graduellement leur front dans la mer, quelquefois à plusieurs kilomètres au large,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et l'eau les supporte jusqu'au moment où diverses causes, les mouvements de la mer, les tempêtes, les marées, en provoquent la cassure, qui se fait avec fracas et couvre l'eau de blocs de glace plus ou moins volumineux.

On appelle ces blocs des *icebergs*, quand ils atteignent des dimensions notables, des *iceblocs*, quand ils ne sont pas très gros. Le mot *growler* est un terme familier que les marins appliquent aux icebergs de moindres dimensions, et dont la partie visible au-dessus de la surface de la mer est très restreinte.

Les growlers, toujours lavés par les flots ont des reflets bleus plus accusés que ceux de la partie visible d'un iceberg ordinaire, et c'est la raison pour laquelle on les désigne souvent sous le nom de *glace bleue*. Les anciens navigateurs français appelaient les tout petits iceblocs des *bourguignons*.

La proportion de la partie de l'iceberg qui est sous l'eau à la partie visible au-dessus de l'eau a été parfois exagérée. Elle varie, cette proportion, suivant la forme et suivant la densité de l'iceberg, elle-même assez variable, car des quantités d'air plus ou moins considérables peuvent être enfermées dans la glace; mais la partie immergée ne paraît pas dépasser 4 ou 5 fois la partie émergée. Un iceberg qui a 50 m de hauteur au-dessus de la mer, ce qui n'est pas rare, a donc un tirant d'eau de 200 à 300 m.

La mer, dont la température en profondeur est généralement au-dessus de zéro, même dans les régions polaires, la houle, les courants rongent peu à peu la partie immergée, un déséquilibre finit par se produire et l'iceberg reprend brusquement une flottaison nouvelle en chavirant.

La plupart des icebergs qu'on rencontre en mer dans l'hémisphère nord proviennent des glaciers du Groenland et surtout des glaciers de la côte occidentale. L'intérieur du Groenland est recouvert d'une carapace de glace dont l'altitude atteint 3.000 m et dont l'épaisseur, d'après certaines évaluations, peut dépasser un millier de mètres. Cette carapace de glace, qu'on appelle *inlandsis*, projette vers la mer, par toutes les vallées des chaînes côtières, des glaciers immenses, dont le bord flotte et se brise en icebergs plus ou moins considérables, atteignant parfois une centaine de mètres de hauteur au-dessus de l'eau. Leurs formes déchiquetées, creusées par la houle, sont très pittoresques. « On ne saurait concevoir, écrivait l'explorateur Ross en 1818, rien de plus magnifique que la variété des teintes des montagnes de glace flottante, appelées icebergs, qui proviennent de l'écroulement des falaises des glaciers du Groenland, plongeant dans la mer. La nuit, aussi bien que le jour, ils brillent avec une vivacité de couleurs qu'il n'est pas au pouvoir de l'art d'imiter. Tandis que les portions blanches resplendissent comme de l'argent, des reflets aussi variés, aussi éclatants que ceux de l'arc-en-ciel, des accidents de lumière toujours changeants et toujours nouveaux produisent un effet merveilleux. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il y a peu d'icebergs dans l'Océan Pacifique boréal et ceux qu'on y rencontre ont été transportés par les courants de l'Océan polaire à travers le détroit de Bering. Le célèbre glacier de Malaspina, qui atteint la mer en quelques points au pied du mont Saint-Élie, se brise en blocs vite fondus, qui ressemblent « à des bandes de cygnes blancs nageant sur les eaux. »

Dans les mers antarctiques, les icebergs ont souvent des formes prismatiques régulières, avec un sommet sensiblement horizontal; on les appelle alors *icebergs tabulaires* (1).

Ils doivent leur origine à des glaciers spéciaux à l'Antarctique, les *barrières de glace*, glaciers plats s'avançant très au large du rivage proprement dit, et couvrant des superficies considérables : la Grande Barrière de Ross a une superficie supérieure à celle de la France.

Voici comment un explorateur moderne, Clément Alzonne, a décrit ces icebergs antarctiques : « La forme singulière de ces îles de glace ne cesse pas de surprendre. Il y en a, autour de nous, des centaines qui continuent lentement la route capricieuse que les vents et les courants déterminent... Séparés un jour, brusquement, dans un magnifique feu d'artifice de glace et d'écume, du glacier immense qui, peu à peu, les poussait dans la mer, énormes parallélipipèdes que les chutes de neige nivellent encore, ils resteront intacts, prisonniers de la banquise, pendant des années et des années. Puis, sans cause apparente, cette banquise se casse, et sous leur poussée lente, mais irrésistible, se désagrège. Ils connaissent alors l'eau libre, les vagues furieuses qui les usent, creusent des grottes, effilent des aiguilles hardies, les transforment en bizarres architectures dont s'amuse l'imagination des rares hommes qui les voient. Leur équilibre change, des chavirements successifs leur font perdre leur imposante forme géométrique, leur aspect tabulaire. »

Beaucoup d'icebergs des mers du sud sont remarquables par leur grande longueur : au sud du 40e parallèle de latitude sud, des icebergs de 5 à 20 milles de longueur ne sont pas rares. On en a vu dépassant une longueur de 50 milles. En 1894, l'*Antarctic* a rencontré au sud de la Nouvelle-Zélande, un iceberg de 70 milles. En 1893, dans les parages des îles Malouines ou Falklands, un iceberg avait 82 milles de longueur (la distance de Paris au Havre, presque les dimensions de la Corse). Un de ces icebergs tabulaires fut côtoyé pendant plusieurs jours par Dumont d'Urville en 1840, et fut pris par lui pour une terre, qu'il appela Terre Clarie. « Il ne nous parut pas possible, écrit-il, qu'une formation glaciaire aussi gigantesque ne reposât pas

(1) Cette forme tabulaire se rencontre aussi parfois dans les mers arctiques, en particulier auprès de la côte orientale du Groenland.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sur la terre ferme. » Les navigateurs suivants ont cependant navigué sur l'emplacement de cette Terre Clarie, aujourd'hui rayée des cartes.

La hauteur des icebergs tabulaires est aussi très grande : une hauteur de 50 m est courante; les hauteurs supérieures à 100 m sont exceptionnelles. A plusieurs reprises cependant on a signalé des icebergs de 800 pieds de hauteur (240 m). En novembre 1904, le navire *Zinita* a signalé un iceberg de 450 m de hauteur dans les parages des Falklands. Le plus haut iceberg connu fut aperçu par le navire *Emil-Juliers* en juin 1886, au sud de l'Afrique, par 48° de latitude : il avait la hauteur invraisemblable de 510 m au-dessus de l'eau.

La glace de mer. — La glace de mer résulte de la congélation de l'eau de mer. Son eau de fusion est salée, tandis que l'eau de fusion de la glace de terre est douce (2).

Les explorateurs polaires apprennent vite à distinguer l'une de l'autre, car l'une est potable et l'autre ne l'est pas. La glace de mer a une couleur terne caractéristique, tandis que la glace de terre est plus transparente et plus bleue.

Quand la température de l'eau de mer s'abaisse à environ — 2°, la congélation commence, en produisant une sorte de bouillie glacée de cristaux de glace, qui durcit quand le froid augmente (*slush ice*, ou *slob ice*, ou simplement *jeune glace*).

Lorsque la jeune glace a pris une certaine consistance elle se sépare sous l'effet d'un léger clapotis en petites plaques circulaires aux bords légèrement surélevés : c'est le *pancake ice*.

Ces plaques se solidifient, se cimentent entre elles, se recouvrent d'une couche de neige plus ou moins épaisse, et ainsi se forment des champs de glace qui peuvent atteindre des centaines de kilomètres et qui constituent la *banquise*.

Quand cette banquise est reliée à la terre et forme une banquette continue le long du rivage, on a la *banquise côtière*. Les bords de cette banquise se fragmentent en plaques qu'on appelle des *floes*. Les floes atteignent rarement une dizaine de mètres d'épaisseur; on appelle ces grands floes des *floebergs*. Les plus communs ont moins d'un mètre. Les floes épais d'une trentaine ou d'une cinquantaine de mètres des mers arctiques, appelés par Nares *floes paléocrystiques*, et qu'il supposait être le résultat d'une suite très ancienne

(2) La salinité varie suivant les échantillons recueillis. Les échantillons que nous avons analysés dans l'Antarctique ont présenté des salinités de 14,9 à 22,5 pour 1.000, la salinité de l'eau de mer étant en moyenne de 35 pour 1.000. La composition chimique de la glace de mer n'est pas la même que celle de l'eau de mer. D'après Pettersson, les sulfates se concentrent dans la glace de mer.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'hivers, sont en réalité des petits icebergs, ainsi que Peary l'a démontré au cours de ses voyages dans l'Océan Arctique.

La réunion de plusieurs floes constitue la banquise proprement dite, ou le *pack*. Le pack est *lâche* quand il existe entre les différents floes des espaces d'eau libre. Si ces espaces d'eau libre sont assez nombreux pour que la navigation soit relativement facile entre les floes, on désigne parfois le pack sous le nom de *drift*.

Sous l'influence des courants, des vents et des variations de température, les différentes parties de la banquise dans les mers polaires se pressent les unes contre les autres, en donnant naissance à des monticules de glace appelés *hummocks*, qui peuvent atteindre une dizaine de mètres de hauteur. Ces hummocks se forment avec une soudaineté impressionnante : toute la banquise est bouleversée, comme par un tremblement de terre, et ses convulsions sont accompagnées d'un épouvantable fracas. Les blocs montent les uns sur les autres, s'échafaudent en hautes crêtes et retombent pulvérisés. « La force capable de créer de pareils bouleversements, écrit Peary, n'est comparable qu'à celle qui a soulevé les montagnes, ou ouvert des détroits entre les terres. » A travers les arêtes de pression, l'explorateur, qui parcourt ces solitudes, doit se tailler à la hache des défilés.

Ces pressions considérables se font un jeu de broyer les navires prisonniers de la banquise. Ce furent, par exemple, dans l'Océan Polaire Arctique, la *Jeannette*, broyée le 13 juin 1881 au nord de l'archipel de la Nouvelle-Sibérie, après une dérive de plus d'un an dans les glaces; la *Hansa*, devant la côte orientale du Groenland en octobre 1869; le *Karluk*, en janvier 1914, à peu près dans les mêmes parages que la *Jeannette*; dans l'Océan Polaire Antarctique, l'*Antarctic*, auprès de l'île Joinville, dans l'Antarctide américaine, en février 1903; l'*Endurance* en octobre 1915 dans la mer de Weddell.

Quand les convulsions de la banquise s'apaisent et qu'une détente se produit, des espaces d'eau libre apparaissent. Ce sont les *brisures*, comme les appelait Peary, obstacles bien plus importants pour le voyageur polaire que les arêtes de pression les plus hautes et les plus tourmentées. Parfois ces brisures sont de simples crevasses, courant presque en ligne droite entre les vieux icebergs. D'autres fois, ce sont des venelles d'eau en zigzags; quelquefois enfin, ce sont des rivières d'eau libre, dont la largeur peut atteindre plusieurs kilomètres, et qui s'étendent à perte de vue.

La dérive des glaces de l'Atlantique Nord. — Les glaces polaires qui ne sont pas arrêtées par des obstacles, hauts-fonds, îles, etc. sont entraînées surtout par les courants marins. Les vents en effet n'ont que peu d'influence

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sur elles, puisque leur partie immergée est toujours beaucoup plus grande que leur partie visible.

D'une façon générale, les courants de l'Océan Arctique peuvent être schématisés de la façon suivante :

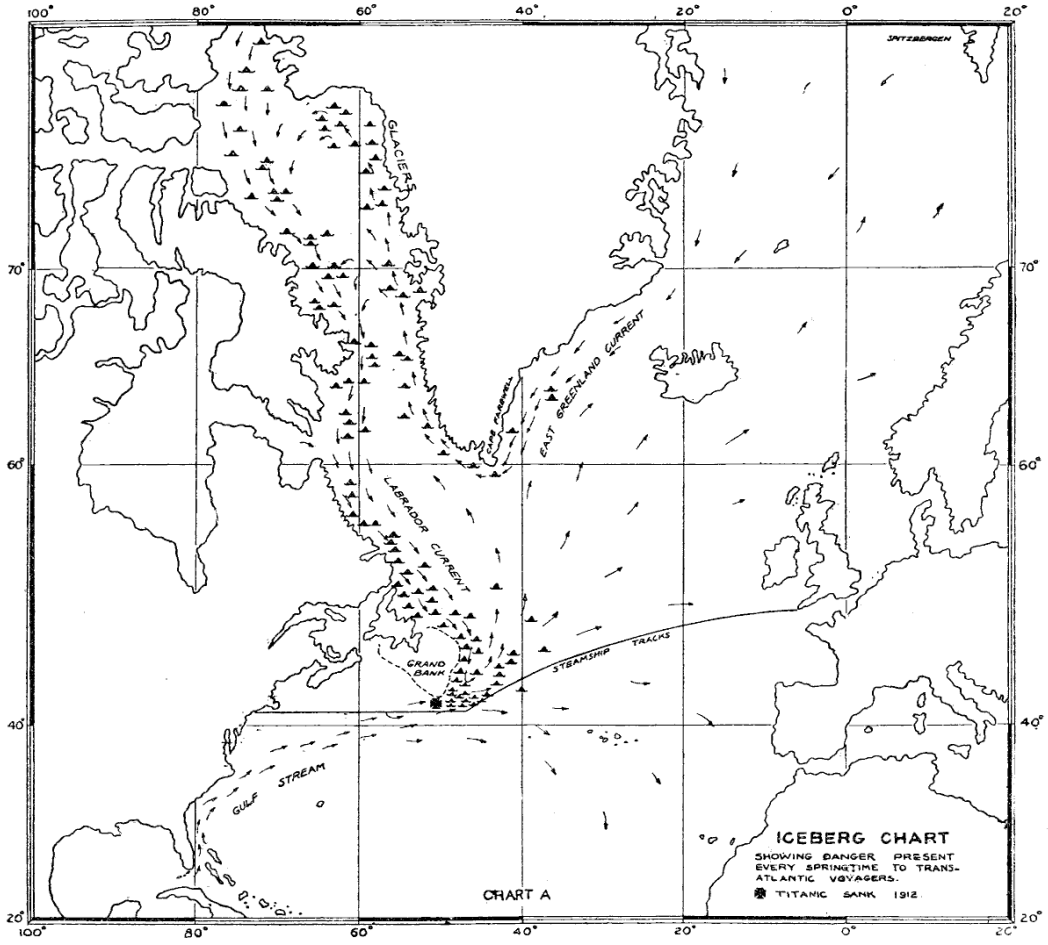


Fig. 1. — Carte des icebergs (extraite de la *Pilot Chart* de mars 1922, après réduction à 1/2) montrant le danger permanent, à chaque printemps, pour les transatlantiques (La croix de Malte que l'on voit au sud du Grand Banc de Terre-Neuve indique le point où le *Titanic* a sombré en 1912.

La dérive de l'Océan Atlantique Nord, qui prolonge le Gulf Stream, et qui est due aux vents d'ouest dominants, pousse les eaux relativement chaudes et salées vers les rivages de l'Europe. Elle pénètre entre les Iles Britanniques et l'Islande. Une partie va baigner les côtes méridionales d'Islande, en créant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

un léger courant vers l'Ouest, tandis que la partie principale atteint les côtes de Norvège et transporte, jusque dans la mer de Barentz, des eaux chaudes qui désagrègent la banquise et permettent aux navires de naviguer en été assez facilement sur la côte occidentale de la Nouvelle-Zemble, et d'atteindre la partie méridionale de l'archipel François-Joseph. Les mêmes eaux chaudes dégagent aussi chaque année les côtes du Spitzberg.

Cet afflux d'eaux chaudes et salées est compensé par un courant froid de dégagement qui, comme l'ont montré les observations de Nansen, commence dans l'est de l'archipel de la Nouvelle-Sibérie, et suit la côte orientale du Groenland en transportant vers le sud des glaces de mer et des icebergs.

Arrivé au Cap Farewell, au Sud du Groenland, le courant se divise, et tandis qu'une partie descend directement vers Terre-Neuve, l'autre remonte la côte occidentale du Groenland. On peut en suivre la trace jusqu'aux latitudes de 65° et même de 70°. Elle finit par se fondre dans le courant de la mer de Baffin, qui descend des hautes latitudes vers le sud par le détroit de Smith, longe les côtes de la terre de Baffin, où la dérive des eaux provenant des détroits de l'archipel polaire américain augmente sa puissance, et atteint les côtes du Labrador et de Terre-Neuve. On appelle alors ce courant courant du Labrador.

Le courant du Groënland et le courant du Labrador ont été mis nettement en évidence par la dérive des expéditions polaires de la *Hansa* et du *Polaris*. Le 20 juillet 1869, par 74° de latitude nord, sur la côte orientale du Groenland, le navire allemand *Hansa* fut pris dans les glaces. Il dériva vers le sud jusqu'à la latitude de 70° 52′ N, où il fut broyé par les pressions, comme nous l'avons indiqué précédemment. Les survivants, réfugiés sur un floe, continuèrent à dériver le long de la côte jusqu'au cap Farewell.

Le 14 octobre 1871, le capitaine américain Tyson et un groupe de 18 hommes furent séparés du navire d'exploration *Polaris*, par la latitude de 78°, juste au sud de l'Ile Littleton. Incapables de regagner leur navire, ils restèrent sur un floe et accomplirent un des plus extraordinaires voyages des fastes maritimes. Après une dérive d'environ 1500 milles, manquant plusieurs fois mourir de faim, ils furent recueillis 6 mois plus tard, le 30 avril 1872, dans les environs de Terre-Neuve par 53° 35′ N, par un vapeur qui chassait les phoques. Aucune preuve plus saisissante ne pouvait être apportée de l'existence d'un courant vers le sud dans la mer de Baffin.

Qu'elles proviennent donc des régions situées à l'est ou à l'ouest du Groenland, les glaces qui ne sont pas arrêtées par des obstacles, hauts-fonds, îles, etc., finissent, après un parcours dont la durée peut être évaluée à moins d'une année, par rejoindre le courant du Labrador, Terre-Neuve et la côte de l'Amérique jusqu'au Cap Cod. Au large, le courant froid du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Labrador rencontre vers la partie méridionale du Grand Banc de Terre-Neuve les dernières branches du courant chaud du Gulf-Stream, rencontre qui occasionne de nombreux tourbillons, que les observations précises récentes de la marche des icebergs ont mis en évidence. La vitesse moyenne du courant du Labrador est d'environ 10 milles par jour.

On a donc beaucoup de chances de trouver des icebergs au voisinage de Terre-Neuve, et ces icebergs ont été mis à l'eau au Groenland dans le courant de l'année précédente.

Souvent les icebergs dépassent, vers le sud, la latitude de Terre-Neuve, et ils sont alors très dangereux pour la navigation, puisqu'ils se trouvent

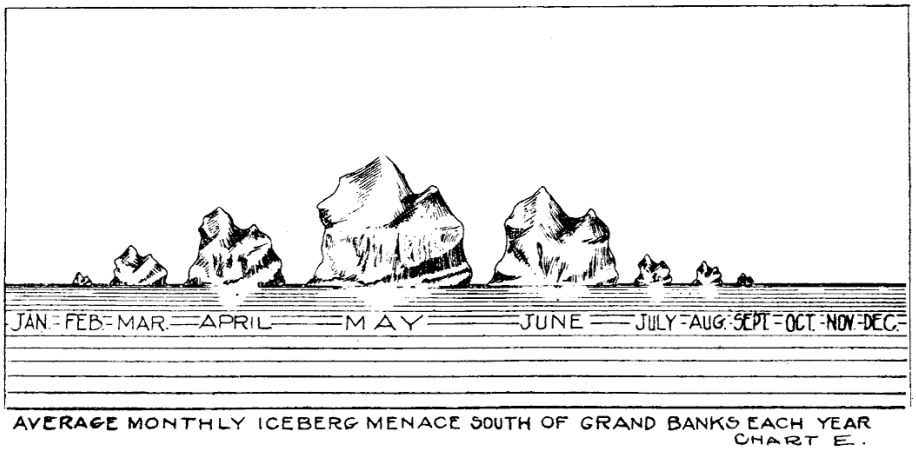


Fig. 2. — Importance relative du danger des icebergs pendant chacun des mois de l'année au sud du Grand Banc de Terre-Neuve (Extrait de la *Pilot Chart* de mars 1925).

alors sur la route, très fréquentée des navires, d'Europe en Amérique du Nord. Parfois on rencontre aussi, dans ces parages, des fragments de la banquise polaire, ou pack, qui, eux aussi, ont été entraînés par les courants.

Ces glaces, naturellement, à mesure qu'elles avancent vers les régions tempérées, fondent assez vite, mais, dans la région voisine de l'extrémité sud du Grand Banc de Terre-Neuve (qu'on appelle la Queue du Grand Banc) un iceberg de taille moyenne constitue une menace pour la navigation pendant 12 à 14 jours en avril, mai et juin, une dizaine de jours après le 1er juillet.

Le nombre des glaces (icebergs et pack) rencontrées au large de Terre-Neuve varie dans le cours de l'année et d'une année à l'autre. Elles sont signalées par les navires tantôt plus tôt, tantôt plus tard. D'une façon générale, elles augmentent du mois de janvier ou février au mois de mai ou juin,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mais il y a des années où le maximum s'observe en avril et d'autres en août. Pendant les dix années 1903-1912, sur les routes d'Europe en Amérique, les navires ont signalé le plus de glaces sept fois au mois de mai, deux fois au mois d'avril, une fois au mois de juillet.

Pendant les mêmes dix années, les dates où, pour la première fois, on a signalé des glaces sur les routes transatlantiques sont les suivantes ; 6 mars, 9 février, 18 janvier, 2 janvier, 2 février, 1er janvier, 24 janvier, 2 mars, 28 janvier et 7 janvier.

On estime que chaque année, en moyenne, 300 à 350 icebergs dangereux pour la navigation apparaissent au sud de Terre-Neuve. Une cinquantaine d'entre eux atteignent la Queue du Grand Banc, et 3 seulement par an en moyenne le 40e degré de latitude. Le nombre total d'icebergs aperçus au sud du 40e degré de latitude a été de 33 en tout pendant les 10 années 1913-1923 répartis de la façon suivante : avril 3, mai 25, juin 5. Au Sud de la Queue du Grand Banc, qui est par 43°, le nombre d'icebergs relevés pendant les années 1911-1923 a été le suivant pour les différents mois :

janvier	0	mai	18	septembre	1
février	1	juin	13	octobre	0
mars	4	juillet	3	novembre	0
avril	9	août	2	décembre	0

On a observé des glaces jusqu'à la latitude de 31° par 38° Ouest de longitude, et vers l'Est jusqu'au voisinage des Iles Britanniques.

Dans l'hémisphère austral, on voit rarement des icebergs sur les routes fréquentées par la navigation, entre 130° Est et 170° Ouest, et pendant sept mois, d'avril à octobre, cette zone est pratiquement libre de glaces.

Les glaces remontent très loin dans les parages des Falklands, transportées vers le nord par le courant froid qui longe les côtes orientales de l'Amérique du Sud et qui porte le nom de courant des Falklands. On a vu des glaces dans l'Atlantique Sud jusqu'à la latitude de Montevideo. D'ailleurs, dans les mers australes, qui sont froides, les icebergs durent beaucoup plus longtemps que dans le Nord : le même iceberg a été observé pendant cinq mois entre les latitudes de 40° et de 44° Sud.

Le nombre d'icebergs observés chaque année dans les latitudes navigables des mers australes est très variable. De 1885 à 1912, il a varié de 1 à 304. La variation annuelle, telle qu'elle résulte des observations des navires, accuserait un minimum au mois de mai, et un maximum en décembre.

Signes de la proximité des glaces dans les régions tempérées. — Au-dessus du pack, le ciel prend des reflets blanchâtres qui en annoncent de loin la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

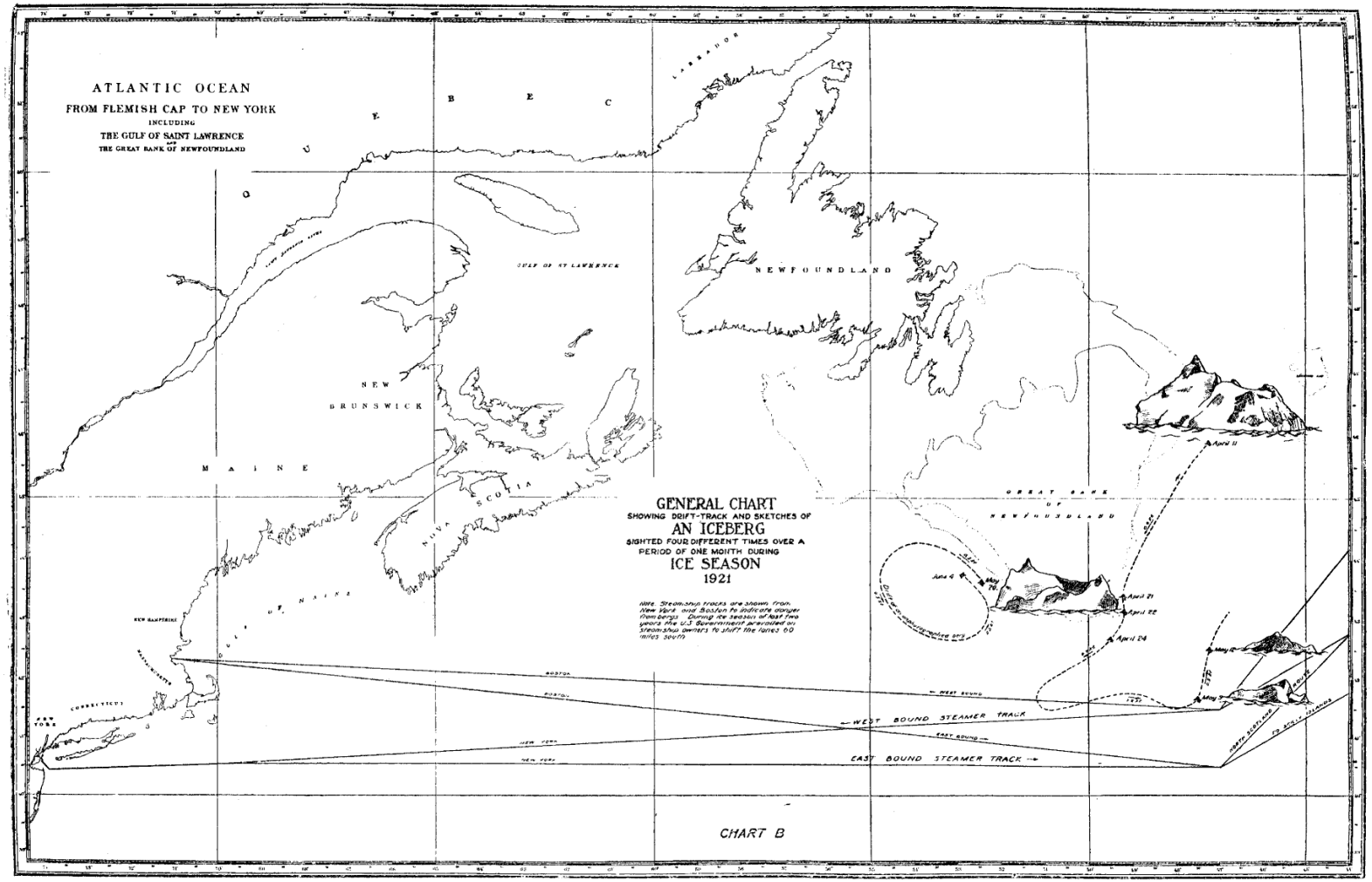


Fig. 3. — Carte (extraite de la *Pilot Chart* de mars 1922 après réduction à 1/2) montrant l'itinéraire et les aspects successifs d'un même iceberg observé 4 fois du 11 avril au 12 mai 1921. En 1920 et en 1921, les transatlantiques ont été informés par les États-Unis d'avoir à passer à 60 milles plus au sud du Grand Banc de Terre-Neuve pendant la période des icebergs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

présence et qu'on appelle l'*iceblink*. Par journée claire, le ciel paraît beaucoup plus pâle.

Par brouillard, les icebergs peuvent n'être visibles qu'à une centaine de mètres. Ils apparaissent d'abord comme des objets foncés, sauf quand le soleil brille, auquel cas ils forment une masse blanchâtre lumineuse. Par brouillard épais, la première manifestation de l'iceberg est une ligne d'eau plus foncée à sa flottaison.

Par une nuit sans lune on ne peut espérer voir un iceberg à plus de 500 m. On le distingue alors beaucoup mieux à la jumelle qu'à l'œil nu.

Des effets de mirage sont très fréquents dans les régions où il y a de la glace; ce mirage donne aux icebergs des formes fantastiques et souvent leur image renversée apparaît dans le ciel. On peut alors les distinguer à des distances considérables. On cite un iceberg dont l'image renversée apparut dans le ciel à une distance de plus de 20 milles.

Un iceberg peut être parfois révélé par l'écho du sifflet ou de la sirène. L'absence d'écho n'est pas du tout un signe qu'il n'y a pas d'iceberg, car, pour qu'il y ait écho, il faut que l'iceberg présente un mur vertical, ce qui n'est pas toujours le cas.

Des échos sous-marins, produits à l'aide d'un appareil phonique sous-marin, et écoutés au microphone, paraissent avoir donné de meilleurs résultats que les échos aériens.

La présence des icebergs est souvent révélée par le bruit qu'ils font en se brisant en morceaux. Ce bruit est analogue à celui des brisants ou d'une lointaine canonnade.

Des débris de glace annoncent aussi parfois la présence de l'iceberg qui leur a donné naissance.

L'absence de houle et de vagues par brise fraîche est un signe qu'il y a de la glace dans le voisinage, si ce calme relatif ne peut être attribué à une terre.

La présence de troupeaux de phoques est aussi un signe des glaces.

La salinité de l'eau de mer ne paraît affectée que dans la région tout à fait voisine des glaces.

La température de l'air se rafraîchit. Quant à la température de la mer, il est à peu près démontré que l'on ne peut pas déceler la présence d'un iceberg par la baisse de température de l'eau de mer. Des observations faites par le professeur Barnes, de Montréal, semblaient au contraire montrer qu'on observe, à un mètre de profondeur, une très légère hausse de température, quand on approche d'un iceberg. Cette hausse serait de l'ordre de 1 à 2 degrés et serait appréciable jusqu'à une douzaine de milles de l'iceberg. A vrai dire, une hausse de température s'expliquerait assez mal, et des obser-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

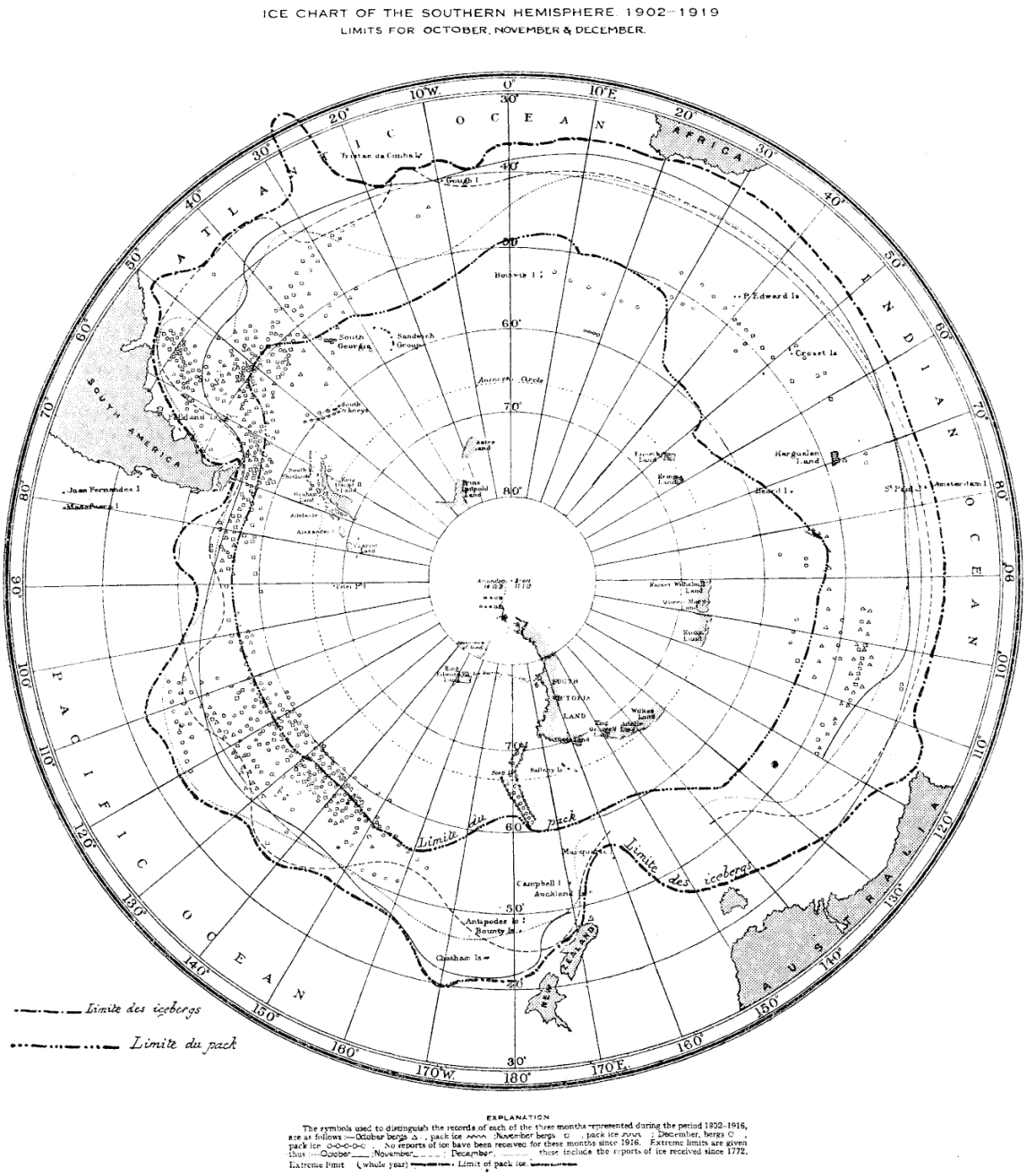


Fig. 4. — Carte des glaces marines (extrêmes limites des icebergs et du pack) dans l'hémisphère austral (extraite de la *Meteorological Chart* d'octobre 1920, après réduction à 1/2).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vations ultérieures ne l'ont pas confirmée. Il est à peu près admis aujourd'hui que les variations de température de l'eau de mer sont très irrégulières au voisinage des icebergs, comme elles sont très irrégulières dans les régions où il y a des glaces, et où se mêlent des courants froids et des courants chauds. Ces variations accidentelles ne peuvent donc servir à déceler sûrement la présence d'un iceberg. Les observations de la température de l'eau de mer sont loin cependant d'être inutiles : elles indiquent en effet au navigateur s'il se trouve dans la zone d'influence des courants froids qui peuvent charrier des glaces.

Enfin il faut signaler que la température pourra servir peut être un jour à déceler la présence d'un iceberg, mais en observant à distance la température propre de l'iceberg. On sait que des appareils calorimétriques perfectionnés permettent aujourd'hui de déceler la présence d'une bougie à plusieurs kilomètres de distance, en mesurant la chaleur qu'elle dégage. D'après le même principe, on peut espérer révéler la présence d'un iceberg par le froid qu'il dégage, bien qu'il n'y ait pas une grande différence de température entre la glace et l'air ambiant. Aucune expérience pratique n'a encore été tentée dans ce sens, et ce n'est là qu'une hypothèse.

Influence des glaces sur le climat et sur la navigation. — La dérive des glaces polaires vers les régions tempérées a une influence directe sur le climat. Hildebrandsson pensait qu'il fallait y voir une des causes principales des variations des saisons. Un été chaud détermine dans les régions polaires une débâcle abondante de glaces, qui seront transportées plus ou moins rapidement vers les latitudes tempérées par les courants marins. L'extension plus ou moins grande de ces glaces équivaut, au point de vue météorologique, à un changement dans la distribution des terres et des mers, les mers glacées se comportant comme des terres. Une mer couverte de glaces abaisse la température de l'air, favorise l'installation des hautes pressions, modifie par suite d'une façon très sensible les trajectoires des dépressions barométriques, qui contournent les centres de hautes pressions, en un mot apporte des perturbations à la distribution des centres d'action de l'atmosphère. Or, de la position respective des différents centres d'action dépendent les vents dominants, les précipitations, la température, le caractère général des saisons. Une étude permanente des conditions météorologiques des régions polaires permettrait sans doute d'avoir une idée de l'importance de la dérive des glaces pendant les saisons suivantes et servirait de base rationnelle à une prévision du temps à longue échéance.

Cette influence sur le climat n'est pas le seul intérêt pratique que présentent les glaces marines. Leur dérive dans les régions tempérées constitue

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour la navigation courante un danger d'autant plus grand que les régions de l'Océan où ces glaces sont nombreuses sont justement celles où le brouillard est fréquent. Le naufrage du *Titanic* restera à jamais un exemple mémorable de ces dangers.

Revivons ces heures tragiques de la nuit du 14 au 15 avril 1912, et revivons-les, non pas d'après les reportages plus ou moins hâtifs du lendemain de la catastrophe, mais d'après les documents officiels, si émouvants dans leur sobriété (3).

Le *Titanic*, navire superbe de la White Star Line, un des plus beaux transatlantiques alors à flot, d'un tonnage net de 46.000 tonnes, de 280 m de longueur, avait quitté Queenstown le 11 avril 1912, avec 1.316 passagers et 885 hommes d'équipage, sous le commandement du capitaine Edward-Charles Smith. Il accomplissait son premier voyage et faisait route à 22 nœuds vers New-York, en suivant la route d'aller adoptée à cette époque pour les navires postaux (4).

Cette route passait par un point (fig. 1) situé par 42° de latitude Nord et 47° de longitude Ouest, assez au sud du Grand Banc de Terre-Neuve pour éviter le pack de dérive, mais à 200 à 300 milles au nord de la limite moyenne des icebergs en avril et mai.

Le dimanche 14 avril, le *Titanic* approchait de cette zone dangereuse, et dès le 14 au matin le capitaine du *Titanic* recevait des messages par T. S. F. de plusieurs navires qui avaient rencontré des icebergs et des glaces diverses au voisinage de la route transatlantique.

Il faisait beau et calme. Déjà les passagers envoyaient à New-York leurs radiotélégrammes d'arrivée. La présence des glaces dans le voisinage n'avait pas été tenue secrète et n'avait ému personne. Ce n'était pas la première fois qu'un transatlantique en rencontrait, et du moment qu'il n'y avait pas de brume, on les apercevrait assez tôt pour les éviter. A la nuit, très belle, mais sans lune, le capitaine recommanda à ses officiers de quart de redoubler de vigilance. Avant de quitter la passerelle vers 22 h., il ne put s'empêcher de manifester son ennui qu'il fît aussi calme : par petite brise en effet, les vagues qui se brisent à la base des icebergs les rendent visibles de plus loin. Mais son inquiétude n'était pas telle qu'elle lui fît réduire la vitesse et le *Titanic* con-

(3) Enquête anglaise sur la catastrophe du *Titanic*. Traduction française, Paris, 1913.

(4) Il n'est sans doute pas inutile de rappeler que, depuis 1899, les grandes compagnies de navigation à vapeur de l'Atlantique Nord ont pris d'un commun accord l'habitude, qui est passée dans la pratique, de faire suivre par leurs navires certaines routes fixes variant suivant les différentes saisons de l'année. Ces routes sont déterminées de façon à éviter, autant que possible, les régions où prédominent les brouillards et les glaces, sans pour cela allonger indûment la traversée de l'Atlantique. Les routes d'aller et de retour des vapeurs postaux sont bien dégagées l'une de l'autre et, autre avantage, dans le cas d'un accident, les navires ont toutes chances de recevoir du secours à temps des navires suivant la même route.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tinua sa route à 22 nœuds. Une baisse de température de 10 degrés en 2 heures ne parut pas non plus l'inquiéter particulièrement : il s'attendait à trouver des glaces, et cette baisse thermométrique ne faisait que confirmer les avertissements radiotélégraphiques qu'il avait reçus. Les passagers, heureux de l'arrivée prochaine et du beau temps, passaient avec insouciance la soirée dans le cadre luxueux du paquebot. On dansait dans les salons des premières.

A 23 h. 40 m., par 41°46′ de latitude Nord et 50°14′ de longitude Ouest, retentissent dans le nid de corbeau trois coups de gong, signal convenu pour annoncer quelque chose devant le navire; aussitôt une vigie téléphone à la passerelle : « Un iceberg droit devant nous! » L'officier de quart fait mettre immédiatement la barre toute à droite et les machines en arrière à toute vitesse. En même temps, il manœuvre le levier qui commande la fermeture des portes étanches dans les compartiments des machines et des chaudières. Mais l'iceberg aperçu est à moins de 500 m et quelques secondes après le *Titanic* entre en collision avec lui.

Le navire fut déchiré à tribord à environ 3 m au-dessus de la quille sur une longueur de 90 m. Plusieurs compartiments des fonds furent immédiatement envahis. L'avarie ne parut pas cependant tout de suite irrémédiable. Ce ne fut qu'à minuit, 20 minutes environ après la collision, lorsqu'il fut bien constaté que les pompes n'arrivaient pas à franchir les voies d'eau, que le capitaine Smith comprit que son navire ne pourrait résister. Il donna alors l'ordre de préparer les embarcations, en même temps qu'il faisait émettre les signaux de détresse par T. S. F., signaux que les opérateurs Philipps, qui devait disparaître avec le navire, et Bride ne cessèrent d'émettre jusqu'à la dernière minute, jusqu'au moment où le *Titanic* coula, à 2 h. 20 m. du matin, le 15 avril.

A minuit 20 m., il n'y avait encore sur le pont que quelques passagers, ceux qui n'étaient pas couchés au moment de l'accident. Les stewards commençaient à réveiller tout le monde et faisaient revêtir les gilets de sauvetage. A minuit 30 m., le commandant donna l'ordre de faire monter les femmes et les enfants dans les embarcations, et à minuit 45 m. la première embarcation fut mise à la mer. Vingt embarcations furent ensuite successivement amenées. Malheureusement, pour des causes diverses que l'enquête ultérieure a mal élucidées, les embarcations s'éloignèrent presque toutes du bord avec un chargement incomplet. Les passagers marquaient en effet une certaine répugnance à quitter le paquebot : ils n'avaient pas conscience de l'imminence du péril, se croyaient davantage en sûreté à bord que dans les canots, et espéraient tous que les navires qui, à partir de minuit 35 m., avaient répondu aux signaux de détresse du *Titanic*, arriveraient à temps pour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sauver tout le monde. Plusieurs femmes d'ailleurs ne voulaient pas quitter leur mari, et dans un élan mystique, qui devint vite contagieux, se mirent à chanter le sublime cantique : *Plus près de toi, mon Dieu!*

La mer, pendant ce temps, lentement mais sûrement, continuait son œuvre. Successivement de nouveaux compartiments se remplissaient d'eau. A 1 h. 45 m., le pont avant était submergé et le navire s'enfonça plus rapidement. L'agonie était proche. A 2 h. 17 m. l'arrière sortit progressivement de l'eau et les hélices apparurent. Le vapeur ne se cassa pas en deux : il se dressa comme un géant qui, terrassé, se soulève pour jeter un dernier coup d'œil sur le champ de bataille.

Lorsque l'eau arriva à la cheminée la plus proche de l'arrière, les lumières, qui avaient brillé jusqu'à ce moment-là s'éteignirent. Un sourd grondement se fit entendre : c'étaient les chaudières qui quittaient leurs berceaux et tombaient avec fracas sur les cloisons. Le navire se rapprocha alors davantage de la verticale et, lorsqu'il eut pris finalement une position absolument verticale, il commença à couler lentement. Il disparut à 2 h. 20 m. Avec lui disparaissaient son commandant, le capitaine Smith, son second, le lieutenant Wilde, Philipps, l'opérateur de T. S. F., qui, jusqu'à la dernière minute, envoya les signaux de détresse, en tout 1.490 personnes, dont 109 femmes et 52 enfants. Il fallut la guerre, et les torpillages des Allemands pour battre ces records. Le *Carpathia*, de la Compagnie Cunard, qui allait de New York à Liverpool, se trouvait à une cinquantaine de milles du *Titanic* au moment de la catastrophe; dès la réception des premiers messages de détresse, son commandant avait immédiatement modifié sa route, et, après une navigation difficile au milieu des glaces, il arriva à 4 h. du matin, sur le lieu du sinistre et recueillit les 712 personnes qui avaient pris place dans les embarcations.

L'homme sort toujours grandi des épreuves, et cette terrible catastrophe, qui émut le monde entier, devait avoir des résultats féconds. Dès l'année 1913, une conférence internationale se réunit à Londres pour la sauvegarde de la vie humaine en mer, et, le 20 janvier 1914, 14 nations maritimes prirent l'engagement d'organiser à frais communs une croisière dans la région de l'Atlantique Nord parcourue par les transatlantiques, afin de prévenir les navires de la présence des glaces.

C'est cette croisière qui porte le nom d'*Ice Patrol*. Elle fonctionne depuis cette époque très régulièrement pendant la saison des glaces, d'avril à juillet. Deux navires prennent part à cette patrouille et se relayent tous les 15 jours. Ils déterminent la limite des glaces, les suivent dans leurs déplacements, et envoient à heures fixes des avertissements radiotélégraphiques sur l'état des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

glaces. Ils se tiennent en contact permanent avec les autres navires qui leur adressent tous les renseignements utiles sur les glaces qu'ils peuvent eux-mêmes rencontrer. Ils peuvent aussi, quand l'occasion s'en présente, détruire à coups d'explosifs les icebergs dangereux. Mais cette destruction est souvent impossible, car un iceberg de taille moyenne contient plusieurs millions de tonnes de glace et la destruction ou l'éparpillement d'une pareille masse exigerait des moyens hors de proportion avec ceux dont peut disposer un navire à la mer.

Ainsi, grâce à cette organisation qui surveille en permanence les mouvements des glaces, comme des éclaireurs surveillent les mouvements de l'ennemi, les navires transatlantiques sont avertis du danger possible embusqué sur leur route. Cet avertissement ne supprime pas le danger. Le *Titanic* était averti et la catastrophe s'est cependant produite. Mais le souvenir de son naufrage conseille la prudence. Aucun navire, quelles que soient sa taille et sa puissance, ne peut se vanter de subir sans graves dommages une collision avec les glaces. L'avertissement de l'*Ice Patrol* oblige à une veille attentive, à une route prudente, au besoin détournée vers le sud, à une vitesse modérée. Peut-être la science trouvera-t-elle un jour un moyen sûr de déceler à distance la présence d'un iceberg, mais nous avons vu qu'il n'en est pas ainsi. Le marin d'aujourd'hui ne peut, en définitive, compter que sur sa vigilance pour apercevoir à temps l'ennemi, et sur son esprit de décision et son habileté manœuvrière pour en éviter l'attaque.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LES PERFECTIONNEMENTS RÉCENTS DE L'ACCUMULATEUR AU PLOMB.

par

M. CH. FÉRY,
membre du Conseil.

Sommaire.

Ayant en vue la construction d'un accumulateur à liquide immobilisé fonctionnant comme une « pile sèche régénérable », et voulant m'appuyer pour cette étude sur des bases théoriques certaines, j'ai été amené à faire l'analyse chimique des composés qui prennent naissance pendant la charge et la décharge de l'accumulateur au plomb.

De cette étude, parue dans le *Bulletin* de janvier-février 1919, il résulte que la réaction réversible de l'élément Planté doit être représentée par

$$Pb^2 + SO^4H^2 + Pb^2O^5 \rightleftarrows Pb^2SO^4 + H^2O + 2PbO^2$$

et que la théorie dite de la double sulfatation est à rejeter.

Voulant soumettre au contrôle de la pesée des plaques les deux théories en présence, M. Ch. Chèneveau a entrepris récemment une série de mesures sur un élément à plaques industrielles.

De ce travail très soigné, il résulte :

1° Que la théorie de la double sulfatation est en complet désaccord avec les résultats expérimentaux ;

2° Que ma théorie est faussée par une réaction secondaire due à la présence de sulfate de plomb dissous dans le liquide électrolytique.

Cette réaction secondaire produit 6 à 7 p. 100 des ampères-heures de la décharge ;

3° Qu'après corrections, dues à cette réaction secondaire, et aussi à une action locale parasite que j'ai signalée dans mon travail de 1912, la nouvelle théorie explique tous les faits observés dans leurs moindres détails, et se trouve vérifiée quantitativement par les mesures de pesée des plaques.

Enfin cette théorie a conduit à la réalisation de l'élément que je me proposais de construire.

Ce nouvel accumulateur s'est montré complètement insulfatable, dans des essais qui ont duré 3 ans et son application à la T. S. F. semble tout indiquée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

I

Ce n'est qu'en s'appuyant sur une théorie exacte qu'on peut espérer réaliser des perfectionnements importants dans une question de ce genre, et supprimer les défauts bien connus de l'accumulateur.

Or jusqu'ici on pensait expliquer le fonctionnement de la combinaison remarquable découverte par Planté, en s'appuyant sur la réaction réversible indiquée par Gladstone et Tribe (1) et dans laquelle les deux électrodes se sulfataient pendant la décharge :

$$Pb + 2SO^4H^2 + PbO^2 \rightleftarrows PbSO^4 + 2H^2O + PbSO^4.$$

Cette théorie, pour cette raison, était connue sous le nom de théorie de la double sulfatation; elle admettait comme matières actives de l'accumulateur chargé le plomb spongieux à la négative, et le bioxyde de plomb, dit « oxyde puce » à cause de sa couleur, à la positive.

Reproduite dans tous les ouvrages d'enseignement, cette théorie était devenue classique.

Je crois avoir démontré ici même (2) qu'elle est en désaccord avec les faits observables pendant les périodes de charge et de décharge de l'accumulateur.

L'analyse des produits actifs formés dans les plaques après charge, m'a amené à représenter les phénomènes de la charge et de la décharge par la réaction réversible

$$Pb^2 + SO^4H^2 + Pb^2O^5 \rightleftarrows Pb^2SO^4 + H^2O + 2PbO^2$$

qui montre que l'accumulateur, appelé si justement « pile secondaire » par Planté, fonctionne en effet comme une pile ordinaire où l'électrode négative donne un sel (ici insoluble, le sulfate plombeux noir $Pb^2\,SO^4$ (3), en se combinant au radical acide de l'électrolyte, pendant que l'hydrogène est brûlé par le dépolarisant $Pb^2\,O^5$ (superoxyde de plomb) formant la matière active de l'électrode positive, qui se trouve ramenée à un état inférieur d'oxydation, le bioxyde de plomb PbO^2.

(1) *La Lumière électrique*, t. 7, p. 284, et t. 8, p. 122.

(2) *Recherches sur le fonctionnement chimique de l'accumulateur au plomb* (Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, de janvier-février 1919, p. 92-98,

(3) Denham a indiqué récemment la manière de préparer chimiquement ce sel plombeux. (*Chemical Society*, février 1919).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

II

M. Charles Chèneveau a eu l'heureuse idée de reprendre avec les plus grands soins la méthode de pesée des plaques avant et après décharge, afin de trancher définitivement entre les deux théories si différentes actuellement en présence.

Cette méthode pondérale avait d'ailleurs donné autrefois des résultats assez discordants, bien que presque tous les observateurs aient signalé que l'augmentation du poids de la négative, et surtout de la positive, soit très inférieure à celle qui est calculée, d'après, les ampères-heures obtenus, au moyen de la double sulfatation. Comme conséquence logique, on trouvait aussi que la diminution de densité de l'électrolyte après décharge était plus faible que celle qui est calculée par la même théorie.

L'importance industrielle de l'accumulateur est si grande et ses moindres perfectionnements si désirables, qu'on ne peut que féliciter M. Chèneveau d'avoir entrepris un tel travail. Il y a d'ailleurs apporté le soin méticuleux qui caractérise ses travaux et ses remarquables qualités d'expérimentateur.

Voulant se rapprocher autant que possible des conditions normales de fonctionnement, il a opéré sur des plaques courantes d'éléments dits « de démarrage » ayant 104 mm $\times$ 104 mm et 2 mm d'épaisseur seulement.

En faisant travailler ces plaques minces à une densité de courant de 0,5 A par décimètre carré on est assuré d'utiliser aussi complètement que possible les matières actives.

D'autre part, en formant un élément à trois plaques, dont la plaque centrale seule est soumise à la pesée, on est assuré d'être limité dans la décharge par l'épuisement de la plaque en expérience, puisque les plaques fixes renferment un poids de matière active prépondérant et sensiblement double.

Enfin, pour rendre aussi faibles que possible les corrections dues aux variations de la poussée hydrostatique du liquide sur la plaque (qui était pesée dans le liquide lui-même), le volume de ce liquide a été pris assez grand.

Je ne veux pas m'étendre ici sur tous les détails expérimentaux et les corrections qui ont dû être faites aux mesures, tous ces renseignements ont été donnés par M. Chèneveau (4); j'ajouterai seulement que la balance hydrostatique employée était sensible à 0,05 g, précision très suffisante pour des plaques pesant 200 g et renferment environ 100 g de matière active.

(4) *Bulletin de la Société française des Électriciens* (janvier 1926).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

III

Résultats expérimentaux. — Comme je l'ai expliqué précédemment, M. Chèneveau a opéré sur un accumulateur comprenant une positive entre deux négatives, puis sur un autre élément, de montage inverse, et constitué par une négative disposée entre deux positives. Les plaques centrales étaient seules soumises à la pesée dans le liquide même de l'élément.

Le courant était amené à la plaque mobile suspendue au fléau de la balance par un fil de plomb plongeant dans un godet à mercure; c'est dans ces conditions que la balance employée était sensible à 0,05 g.

Dans d'autres séries d'expériences on a employé un *élément à deux plaques, qui étaient pesées successivement.*

Comme toutes ces mesures répétées ont donné des résultats remarquablement concordants, je me bornerai à citer les chiffres obtenus pour une décharge de chacun de ces deux éléments dont nous avons donné la description.

1° *Accumulateur à 3 plaques.* — La capacité totale obtenue fut de 9 Ah avant que le crochet final de fin de décharge ne fût atteint et on obtint les résultats suivants :

	VARIATION DE POIDS	
Capacité.	Positive.	Négative.
3 Ah	+ 2,2 g	+ 4,4 g
6 —	+ 4,4 —	+ 8,2 —
9 —	+ 5,7 —	+ 11,4 —

Toutes corrections faites, les résultats peuvent être représentés par deux droites, la variation du poids de chacune des deux plaques étant proportionnelle aux ampères-heures fournis.

Le poids de plomb renfermé dans la grille négative était de 99 g et le poids de superoxyde Pb^2O^5 de la grille positive était de 105 g.

Ces poids ont été obtenus en défalquant du poids total après formation, lavage à l'eau distillée, et dessiccation, le poids connu de la grille.

2° *Accumulateur à 2 plaques.* — Pour l'élément à deux plaques il a été trouvé :

	VARIATION DE POIDS (5)	
Capacité.	Positive.	Négative.
4 Ah	+ 3,1 g	+ 4,9 g
6,7 Ah	+ 5,4 —	+ 9,0 —

(5) La décharge à 6,7 Ah a dépassé pour cet élément le crochet final, ce qui explique la non-proportionnalité de l'augmentation de poids aux ampères-heures fournis pour la partie de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les plaques qui ont servi dans cette seconde expérience sont celles utilisées comme plaques centrales dans les éléments à trois plaques ayant fourni 9 Ah.

On ne peut songer obtenir cette même capacité de 9 Ah avec des plaques ne travaillant que sur une de leurs faces, mais on retrouve que la variation de poids de la négative est sensiblement double de celle de la positive, seul le coefficient d'utilisation de la matière a été moindre. Dans le rapport $\frac{6,7}{9} = 0,74$, il est possible de calculer ce qu'auraient dû être les variations de poids des deux plaques dans les deux théories et de rapprocher les valeurs ainsi calculées de celles fournies par l'expérience. On trouve ainsi pour l'accumulateur à 3 plaques en prenant la décharge jusqu'à 6 Ah, c'est-à-dire assez loin du crochet final pour être sûr de n'avoir affaire qu'aux produits envisagés dans les deux théories :

1° Double sulfatation :

Négative. .	Poids de Pb engagé pour 6 Ah	$6 \times 3,86$	= 23,16	g
	— — SO^4 — — —	$6 \times 1,79$	= 10,74	—
Positive . .	Poids de PbO^2 engagé pour 6 Ah	$6 \times 4,45$	= 26,70	—
	— gagné pour 6 Ah (perte de O et fixation de SO^4)	$6 \times 1,19$	= 7,14	—

2° Nouvelle théorie :

Négative. .	Poids de plomb engagé double de celui qui est indiqué par la double sulfatation, soit.	$23,16 \times 2$	= 46,32	—
	Poids de SO^4 fixé (le même que dans la double sulfatation) soit		10,74	—
Positive . .	Poids de Pb^3O^5 pour 6 Ah	$6 \times 9,21$	= 55,26	—
	Perte de poids — —	$6 \times 0,296$	= — 1,776	—

Le coefficient d'utilisation calculé par les deux théories serait en le calculant pour 9 Ah (décharge totale)

Double sulfatation.	Nouvelle théorie.
Négative : $\frac{34,74}{99} = 0,35$.	Négative : $\frac{69,48}{99} = 0,70$.
Positive : $\frac{40}{105} = 0,38$.	Positive : $\frac{82,9}{105} = 0,79$.

Ces coefficients d'utilisation conduisent, pour un accumulateur contenant 100 g de matière active dans chacune de ses plaques, à une capacité de 26 Ah si on admet la théorie de la double sulfatation, et à une capacité moitié moindre, soit de 12,5 Ah dans la nouvelle théorie.

décharge comprise entre 4 Ah et 6,7 Ah. A ce moment, en effet, prennent naissance des réactions différentes, telles que la production de sulfate plombique à la négative et à la positive, ainsi que je l'ai signalé autrefois (*Bulletin de la Société d'Encouragement* de janvier-février 1919).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'expérience a montré qu'un tel accumulateur peut pratiquement fournir 9 Ah, résultant voisin de celui qui est calculé par la nouvelle théorie (6).

Au point de vue de la variation du poids des plaques calculés dans les deux théories, on peut dresser le tableau suivant contenant aussi les valeurs obtenues par l'expérience, et se rapportant au même élément à 3 plaques :

VARIATION DU POIDS DES DEUX PLAQUES POUR UNE DÉCHARGE DE 6 AH.

DOUBLE SULFATATION.	NOUVELLE THÉORIE.	EXPÉRIENCE.
Négative : + 10,74 g	+ 10,74 g	+ 8,2 g
Positive : + 7,14 —	— 1,776 —	+ 4,4 —

Ce qui frappe immédiatement dans l'examen du tableau précédent, c'est le changement du signe de la variation du poids de la positive calculé par la nouvelle théorie qui se trouve en désaccord avec la valeur expérimentale : la positive qui aurait dû perdre 1,77 g a au contraire augmenté de 4,4 g.

D'autre part, on voit que dans les deux théories le gain de la négative est plus grand que celui qui est observé.

Nous avons ainsi été amenés, M. Chèneveau et moi-même, lorsqu'il m'a montré les résultats de ses mesures, à supposer qu'une réaction secondaire pouvait prendre naissance pendant la décharge et fausser ainsi les résultats expérimentaux.

On a admis jusqu'ici que le liquide de l'accumulateur est un simple mélange d'eau et d'acide sulfurique; en réalité il semble évident, étant donné la grande surface des deux électrodes, que ce liquide doit contenir du sulfate de plomb dissous (7). Il est bien probable même que cette solution doit être à peu près saturée en SO^4Pb à la température où se trouve le liquide.

S'il en est ainsi, on conçoit que pendant la décharge la réduction de la positive sera due non seulement à des ions H^2, mais aussi à des ions Pb.

Or si les premiers éliminent l'oxygène sous la forme d'eau qui se répand dans l'électrolyte, les seconds se transforment tout d'abord en litharge qui se sulfate de suite en milieu sulfurique.

La réduction de la positive par les ions Pb se ferait donc d'après la réaction

$$Pb + Pb^2O^5 + SO^4H^2 = 2PbO^2 + SO^4Pb + H^2O.$$

(6) Ma précédente étude m'avait amené au même coefficient : $\frac{7,72}{11} = 0,70$ pour la négative.

(7) M. P. BARY (*Bulletin de la Société française des Électriciens*, t. IX, 3e série, 1919, p. 304) a déjà appelé l'attention sur la présence de ce sel dissous dans l'électrolyte; il lui attribue même une importance capitale dans le fonctionnement de l'accumulateur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il y aurait donc gain de $(96 + 207)\,g = 303\,g$ par suite de la fixation de SO^4Pb sur cette plaque, chaque fois qu'elle perdrait 16 d'oxygène, soit un accroissement de $(303 - 16)\,g = 287\,g$.

En réalité ces deux modes de réduction de la positive doivent se produire simultanément, et la pesée indique la variation différentielle. Or il est facile de comprendre que le résultat total soit positif, malgré la faible solubilité du sulfate de plomb et à cause de son poids atomique élevé.

D'autre part, ce plomb déposé sur la positive provient en somme de la négative qui fonctionne comme anode pendant la décharge, ce qui explique l'insuffisance, constatée par l'expérience, de l'augmentation du poids de cette négative.

Ces remarques conduisent à faire subir une correction aux résultats expérimentaux.

Le rapprochement de la valeur calculée par la nouvelle théorie pour la positive $-1,77\,g$ et de celle qui est observée $+4,4\,g$ montre que cette plaque a dû fixer, par suite de la réduction par les ions Pb, $(1,77 + 4,40)\,g = 6,17\,g$ de sulfate de plomb.

Ce poids correspond, comme plomb dissous à la négative qui fonctionne comme une anode pendant la décharge, à

$$\frac{6,17 \times 207}{303} = 4,21\ g.$$

La négative devrait donc peser $(10,74 - 4,21)\,g = 6,53\,g$.

Il subsiste maintenant une différence par défaut, de $1,67\,g$ avec l'expérience qui donne $8,2\,g$.

Ce résultat aurait pu être prévu; il provient d'une attaque du plomb par l'électrolyte *sans production d'énergie électrique.*

Ce fait est bien connu pour les piles et porte le nom *d'usure locale.*

Dans mon précédent travail (8) j'ai mis hors de doute par une expérience directe qu'une partie du plomb de la négative est ainsi attaquée inutilement; cette usure locale pour une décharge en 20 heures a été trouvée de 10 p. 100 environ du poids de métal engagé par les ampères-heures fournis.

Pour une décharge plus courte, en 6 heures comme celle-ci, l'usure locale doit être relativement plus grande, car c'est dans les premiers instants qui suivent la charge que l'attaque du métal bien décapé à ce moment se fait le plus énergiquement.

On trouve en effet, le rapport

$$\frac{1,67}{10,74} = 0,157$$

(8) *Bulletin de la Société d'Encouragement* de janvier-février 1919.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

si on rapproche le poids de SO^4 fixé par usure locale 1,67 que nous venons de calculer, du poids théorique 10,74 dû aux 6 Ah fournis.

En calculant de même cette usure locale pour les autres valeurs expérimentales observées pour des décharges de 3 et 9 heures, on arrive au tableau suivant :

Durée de la décharge à 1 ampère.	Usure locale p. 100.
3 heures	21,2
6 —	15,7
9 —	6,2

Il se forme très certainement à la surface de la négative, qui plonge dans un liquide oxydant, une pellicule de sulfate plombique SO^4Pb, jouant le rôle d'une enveloppe protectrice, tandis qu'à l'intérieur des pastilles, le sel noir plombeux Pb^2SO^4 prend naissance sous l'influence du courant de décharge. L'épaisseur de la couche protectrice ainsi formée autour de la plaque prend une valeur limite, et, à ce moment, l'augmentation de poids de la négative devient rigoureusement proportionnelle aux ampères-heures qu'elle fournit.

En faisant subir aux résultats calculés d'après l'hypothèse de la double sulfatation, une correction du même genre, il est impossible de la faire cadrer avec les valeurs obtenues par l'expérience.

IV

Les valeurs expérimentales relatives à la correction due à la réaction secondaire provenant de la présence du sulfate de plomb dans l'électrolyte, permettent de calculer le nombre d'ampères-heures nécessaires à la production de cette réaction secondaire :

Si toute la réduction de la positive était due à l'hydrogène, la plaque aurait perdu $-9 \times 0{,}296 = -2{,}66$ (décharge poussée à 9 Ah).

Si au contraire toute la réduction était due aux ions Pb provenant du SO^4Pb dissous, cette plaque aurait gagné $9 \times 5{,}65 = 50{,}85$.

On est ainsi amené à poser les deux équations à deux inconnues dans l'accumulateur à 3 plaques :

$$x + y = 9$$
$$50{,}85x - 2{,}66y = 5{,}7$$

dans lesquelles y est le nombre d'ampères-heures produits par l'hydrogène, et x celui qui correspond au plomb.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On trouve ainsi $x = 0{,}54$ Ah comme valeur due au plomb sur le total des 9 Ah fournis par cet élément à 3 plaques.

La réaction secondaire n'engendre donc que 6 à 7 p. 100 des ampères-heures fournis par la décharge.

V

Je remercie ici mon ami Chèneveau d'avoir bien voulu entreprendre des expériences pour contrôler l'exactitude de ma théorie; sa grande habileté expérimentale, que j'ai pu apprécier lorsqu'il était mon collègue à l'École de Physique et de Chimie, lui a permis de mener à bien ces délicates mesures.

La correction importante que la réaction secondaire, indiquée par les mesures de M. Chèneveau, introduit dans les résultats numériques de la pesée des plaques, correction complétée par celle qui est due à l'usure locale, explique les divergences dans les résultats obtenus par les nombreux expérimentateurs qui ont utilisé la même méthode. La grandeur de cette correction provient du poids atomique élevé du plomb par rapport à celui des autres corps qui figurent dans les réactions.

On comprend que la réaction secondaire qui tend à masquer la réaction simple exprimant la théorie que j'ai établie et dans laquelle on suppose que l'électrolyte est de l'eau acidulée sulfurique seule, joue un rôle d'autant plus grand que la concentration de l'acide est plus élevée et que la température est plus haute. Ces deux conditions augmentent évidemment la solubilité du sulfate de plomb et le poids de ce métal déposé par ampère-heure.

L'accumulateur est le siège de réactions normales pendant son fonctionnement régulier (réaction principale, réaction secondaire, usure locale) ou anormale lorsqu'il se sulfate.

Je voudrais maintenant indiquer comment sont explicables, par les deux théories actuellement en présence, les phénomènes indiqués par l'expérience pendant le fonctionnement normal de l'accumulateur et aussi lors de la sulfatation. Non seulement une théorie exacte doit pouvoir le faire, mais elle doit encore prévoir des améliorations possibles au système en étude.

1° *Décharge de l'accumulateur au plomb.* — J'ai observé que la décharge dans le cas d'une positive prépondérante, est limitée par une rapide augmentation de résistance donnant lieu à un crochet de fin de décharge très brusque; ceci doit être le signe de la fin d'une réaction très nette.

La nouvelle théorie explique ce fait par suite de la transformation complète du Pb de la négative en SO^4Pb^2 *conducteur*. A ce moment (1,8 V), comme la positive est prépondérante, son action oxydante continue, et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SO^4Pb^2 tend à passer à l'état de SO^4Pb *isolant*, d'où *augmentation considérable de la résistance intérieure* de l'élément.

La théorie de la double sulfatation, qui admet la formation de ce dernier sel dès le début de la décharge, ne peut expliquer le phénomène.

Dans le cas d'une négative prépondérante au contraire, ce sera la positive qui sera épuisée en premier lieu.

Quand tout le superoxyde Pb^2O^5 sera transformé en PbO^2, on se trouvera en présence de l'élément $Pb\text{-}PbO^2$ dont la force électromotrice est très inférieure à celle de

$$Pb — Pb^2O^5.$$

Il y aura donc baisse de voltage, sans augmentation de résistance intérieure, sinon par affaiblissement de la concentration de l'électrolyte.

L'expérience m'a en effet montré que, dans ces conditions, le crochet final est moins brusque que précédemment et que la chute est due surtout à un *affaiblissement de la force électromotrice*.

2° *La sulfatation des éléments déchargés et laissés en repos.* — Si on admet, avec la théorie de la double sulfatation qu'il se forme du SO^4Pb pendant la décharge normale à la négative, on ne comprend pas pourquoi ce sel, si facile à réduire par une charge qui suit immédiatement cette décharge, devienne irréductible après un certain temps de repos (batterie sulfatée).

Pour expliquer cette anomalie, les partisans de la théorie de la double sulfatation, admettent que les cristaux de SO^4Pb formés pendant la décharge normale, grossissent peu à peu, ce qui rend leur réduction impossible.

L'explication est beaucoup plus simple dans ma théorie. Pendant la décharge normale, du sulfate plombeux noir prend naissance dans l'intérieur des pastilles négatives, où l'acide se renouvelle difficilement (9).

Ce sel au minimum a une grande tendance à s'oxyder et à passer, en présence de l'électrolyte sulfurique, à l'état de sel plombique SO^4Pb, d'après la réaction :

$$SO^4Pb^2 + O + SO^4H^2 = 2\,SO^4Pb + H^2O$$

Cette oxydation ultérieure constitue l'accident connu sous le nom de « sulfatation »; elle se traduit par un *blanchissement* des plaques négatives qui contiennent à ce moment SO^4Pb qui est blanc, isolant, et très peu soluble.

3° *Comment constituer un accumulateur insulfatable?* — Les considérations qui précèdent, et auxquelles conduit ma théorie, donnent la voie à suivre

(9) La préparation de ce sel noir a été indiquée par Denham à la Chemical Society en février 1919 au moment même où je présentais ma théorie en France.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour réaliser des éléments insulfatables; il suffit de soustraire la négative à l'action oxydante de l'air et aussi à celle qui résulte du voisinage immédiat des positives qui contiennent le composé endothermique et très oxydant Pb^2O^5.

C'est dans ce but que j'ai changé la disposition habituelle des plaques de l'élément au plomb(10) :

La négative est constituée par une pastille unique occupant le fond de l'élément, tandis que la positive ordinaire est placée verticalement au-dessus.

Par ce dispositif, on comprend que la négative soit à l'abri à la fois de l'oxygène de l'air et aussi des bulles d'oxygène qui peuvent se dégager de la

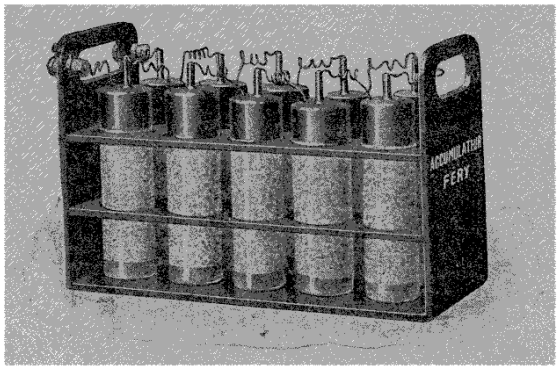


Fig. 1.

positive par la décomposition spontanée du Pb^2O^5 qu'elle contient comme matière active.

On peut d'ailleurs immobiliser les deux électrodes par de la silice poreuse et granulée qui évite les chutes de matière de la plaque supérieure sur la négative placée horizontalement au-dessous.

Les éléments ainsi constitués sont donc transportables facilement et l'expérience a montré qu'ils sont complètement insulfatables. Après un repos de deux ans après décharge complète, ils ont pu être rechargés sans difficulté et ont accusé la même capacité qu'avant cet essai qui aurait mis hors service des accumulateurs ordinaires (11).

La figure ci-jointe montre une petite batterie de 20 V réalisée sur ce principe par les Établissements Gaiffe, Gallot et Pilon, comme batterie de tension plaque pour la T. S. F.

Cette application a été choisie comme étant celle où les accumulateurs ordinaires laissent le plus à désirer.

(10) *C. R. de l'Académie des Sciences*, 24 novembre 1924, p. 1153.
(11) *Annales des P. T. T.*, décembre 1919. *Un accumulateur transportable et insulfatable.* REYNAUD-BONIN, Ingénieur en Chef des P. T. T.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La sulfatation et la perte de charge à circuit ouvert de ces petits éléments ordinaires de 1 à 2 Ah de capacité étaient si rapides que les sans-filistes ont à peu près complètement renoncé à leur emploi et les remplacent par des batteries de piles.

Les éléments construits comme il vient d'être dit, ont en outre l'avantage de très bien conserver leur charge : leur perte de charge à circuit ouvert n'est que le $\frac{1}{10}$ de celle des accumulateurs à plaques verticales. Malgré l'immobilisation et leurs faibles dimensions, la résistance de ces éléments est assez faible : la petite batterie représentée sur la figure 1 peut actionner une lampe de 20 V prenant 0,22 A; cet éclairage peut durer plusieurs heures malgré ce débit excessif pour d'aussi petits éléments (11 cm de hauteur sur 3 cm de diamètre).

Conclusions. — De tout ce qui précède, il résulte que la nouvelle théorie est en accord complet avec les faits indiqués par l'expérience; elle a permis même de prévoir des améliorations dans la construction des accumulateurs, et l'expérience a encore montré l'efficacité de ces améliorations.

Au contraire, la théorie de la double sulfatation est impuissante à expliquer tous les faits observés au cours de la décharge; elle est en complet désaccord avec les mesures de variations de poids des plaques; elle doit donc être définitivement rejetée.

Il est vraiment extraordinaire que l'expérience si simple de Planté ait donné lieu à tant d'interprétations diverses et inexactes et que plus d'un demi-siècle ait dû s'écouler avant qu'on puisse l'expliquer dans tous ses détails.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

DU 12 DÉCEMBRE 1925

Présidence de M. A. MESNAGER, *président.*

La séance est ouverte à 17 h.

Est nommé membre de la Société :

M. BLONDIN (Maurice), membre à vie, qui a été présenté dans la dernière séance publique du Conseil.

Sont présentés pour devenir membres de la Société et nommée séance tenante :

M. SEGUIN (Augustin) (médaille militaire), ingénieur, 26, rue François-Ier, Paris (8e), présenté par le Colonel Renard, MM. Lemaire et Laurent Seguin (1926).

L'ÉCOLE SUPÉRIEURE PRATIQUE DE COMMERCE ET D'INDUSTRIE, 79, avenue de la République, Paris (11e), présentée par M. Jacques Herrenschmidt, et M. E. Lemaire (1926).

MM. H. HITIER et Ch. DE FRÉMINVILLE, *secrétaires généraux*, présentent et analysent des ouvrages récemment entrés dans la Bibliothèque.

M. H. HITIER, présente les ouvrages suivants :

Les propriétés physiques des vapeurs de pétrole et les lois de leur écoulement, par Jean REY. (Extrait des *Annales des Mines*, juillet, août et septembre 1925.) Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1925. (Don de l'auteur, membre du Conseil);

Notes ptéridologiques, par le Prince Roland BONAPARTE. Fascicules XIV, XV, XVI. Paris, imprimé pour l'auteur (Don de la princesse Georges de Grèce);

Distillation et rectification des liquides industriels (alcools, benzols, pétroles,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

éthers, produits chimiques, air et gaz liquides, récupération des solvants), par Charles MARILLER. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1925;

Explosifs, poudres, gaz de combat. Leçons professées à la Faculté des Sciences de Lille, par Paul PASCAL. Paris, J. Hermann, 6, rue de la Sorbonne (5e), 1925;

Structure des molécules. Conférences faites au Laboratoire de M. Ch. MOUREU et à la Société de Chimie physique, par Victor HENRI. (Publication de la *Société de Chimie physique*, n° XII). Paris, J. Hermann, 6, rue de la Sorbonne, 1925;

Contribution à l'étude de la distillation des mélanges ternaires hétérogènes. Thèse présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, pour obtenir le grade du docteur ès sciences physiques, par M. Jean BARBAUDY. Paris, J. Hermann, 6, rue de la Sorbonne (5e), 1925 (Don de l'auteur);

Introduction à l'étude de la métallurgie. — Le chauffage industriel, par Henry Le CHATELIER. 3e éd. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1925;

L'industrie chimique des bois. Leurs dérivés et extraits industriels, par DUMESNY et NOYER. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 55, quai des Grands-Augustins (6e);

Introduction à l'étude des colloïdes. État colloïdal et ses applications, par W. KOPACZEWSKI Paris, Gauthier-Villars et Cie, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1926 (Don de l'auteur);

Manuel du chimiste de laiterie. Analyse du lait et de ses sous-produits, par F. LABARRE. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1926;

Manuel du boulanger-pâtissier, par J. BARATTE. (Bibliothèque professionnelle.) Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1924;

Manuel de l'industrie du caoutchouc, par A. CHAPLET. (Bibliothèque professionnelle.) Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1925;

La fabrication des ferro-alliages. Fontes électriques et métaux spéciaux, par Aimé COUTAGNE. (Encyclopédie minière et métallurgique.) Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1924;

Le problème cotonnier et l'Afrique occidentale française. Une solution nationale, par Henry BLOUD. Paris, Émile Larose, 11, rue Victor-Cousin (5e), 1925;

Chaux hydrauliques et ciments. Historique et application des découvertes de L. Vicat, par J. MERCERON-VICAT. Grenoble, Imp. Allier père et fils, 1925 (Don de l'auteur);

Petru Poni. Note bibliographique, par G.-G. LONGINESCU. (Extrait du *Bulletin de la Section scientifique de l'Académie roumaine.* IXe année, n° 9-10). Bucarest, 1925. (Don de l'auteur, membre de la Société);

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les grands vins de France. (Édition française). (Supplément au numéro de septembre 1925 de la « Vie technique et industrielle »). Paris, 14 rue Séguier (6e);

La Norvège. Numéro spécial, hors série, de la « Vie technique et industrielle ». Paris, 14, rue Séguier (6e), 1925.

M. DE FRÉMINVILLE présente les ouvrages suivants :

Turbines à vapeur et à gaz. Ouvrage suivi de Considérations sur les machines thermiques et leur avenir, par A. STODOLA, 2e édition française, traduite d'après la 6e édit. allemande, par E. HAHN. 2 volumes avec planches. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1925;

Agendas Dunod 1926 :

Automobile, par Gabriel LIENHARD;
Banque, par Henri DUFAYEL;
Bâtiment, par E. AUCAMUS, revisé par Ph. ROUSSEAU;
Chemins de fer, par L. VIOLET;
Chimie, par Émile JAVET;
Commerce, par G. LE MERCIER;
Construction mécanique, par J. IZART;
Électricité, par J.-A. MONTPELLIER, revisé par L.-D FOURCAULT;
Métallurgie, par Louis DESCROIX, revu par S. BRULL;
Mines, prospection et exploitation. Préparation mécanique, par J. ROUX-BRAHIC;
Physique industrielle, par J. IZART;
Travaux publics, par E. AUCAMUS, revisé par Ph. ROUSSEAU. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e);

La Téléphonie automatique, par J. MILHAUD. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1925;

Leçons de cinématique, par Raoul BRICARD. Tome I : Cinématique théorique. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1926;

La mécanique, par J. FOURQUET. (Le livre de la profession.) 2 volumes. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, L. Eyrolles, 3, rue Thénard (5e);

Les Mécanismes, par G.-H.-C. HARTMANN (Encyclopédie de mécanique appliquée). Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e) 1925;

Usines hydroélectriques, par Charles-L. DUVAL, suivi de Réglage des groupes électrogènes, par J.-L. ROUTIN (Encyclopédie d'électricité industrielle). Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e) 1925;

Turbines hydrauliques, par A. RATEAU, D. EYDOUX, M. GARIEL (Ency-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

clopédie de mécanique appliquée). Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1925;

Historique. Statuts. Principaux services. Prescriptions. Cahiers des charges de la Chambre syndicale de l'Acétylène, de la Soudure autogène et des Industries qui s'y rattachent. Paris, 104, boulevard de Clichy (18e), 1925;

Le Pavillon de la Société de l'Art appliqué aux métiers à l'Exposition internationale des Arts décoratifs et industriels modernes (Esplanade des Invalides). Paris, 34, quai de Béthune, 1925;

Rapport sur l'action de l'Union des grandes Associations françaises pour l'essor national, 1923-1925. Paris, 96, boulevard Raspail (6e);

Rapport fait au nom de la Commission des Assistantes d'Hygiène scolaire de l'Union des grandes Associations françaises pour l'essor national, par Mlle J. Delagrange, Paris, 96, boulevard Raspail (6e);

L'Autonomie financière des P. T. T. et les méthodes modernes de comptabilité, par E. Julhiet. (Extrait des Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones, mai et juin 1925.) Paris, Librairie de l'Enseignement technique, 3, rue Thénard (5e);

M. Cornu-Thénard présente, au nom de la Commission des Fonds, un rapport sur les comptes de l'exercice financier 1923.

M. Lucien Bordet, *censeur*, présente un rapport sur l'exercice financier 1923.

Ces deux rapports sont approuvés.

M. Charles Berthelot fait une communication sur *les récents progrès réalisés dans la construction et l'exploitation des fours à coke.*

Les progrès accomplis depuis trois ans dans l'industrie des fours à coke sont considérables.

Si l'on compare deux cokeries, capables de carboniser par an 200.000 t de charbon à 10 p. 100 d'eau, établies l'une en 1914 et l'autre aujourd'hui, on constate que la cokerie la plus ancienne comprend un minimum de 68 chambres de carbonisation, la durée de l'opération étant de 24 heures, et nécessite pour son service 100 ouvriers, travaillant en trois équipes, tandis qu'avec une cokerie moderne, alors que la durée de l'opération est au maximum de 18 heures, il ne faut plus que 30 fours et 48 hommes pour leur service, soit deux fois moins. D'ailleurs, la cokerie moderne produit du gaz de meilleure qualité qu'en 1914, à nature égale de charbon, et elle peut être établie sans majoration appréciable des frais de premier établissement, pourvu que l'on se base sur le franc-or et sur le fait que, dans les pays qui ont maintenu leur stabilité monétaire, tous les matériaux ont renchéri de 75 p. 100 environ.

Si l'on tient compte de la surface et de la valeur du terrain occupé, qui sont aujourd'hui deux fois plus réduites, des fondations, de l'équipement des voies fer-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rées, on arrive à cette conclusion que, pour une même puissance de traitement, une valeur égale des matériaux, il n'y a pas de différence appréciable, en francs-or, entre les frais de premier établissement d'une cokerie complètement moderne et une autre du type 1914.

Ce qui varie, et dans une mesure énorme, ce sont les dépenses du gaz pour le chauffage des fours et les frais de main-d'œuvre. Toutes autres choses étant égales, il fallait, en 1914, 750.000 cal pour carboniser une tonne de charbon; aujourd'hui, on n'en dépense même pas 600.000. En 1914, il fallait un ouvrier au service des fours — la loi de huit heures étant supposée en vigueur — pour produire 1.500 t de coke par an; aujourd'hui, il en produit 3.125 t. Le rendement de la main-d'œuvre, grâce à des perfectionnements mécaniques, a donc plus que doublé en dix ans.

On peut attribuer ces perfectionnements aux causes suivantes :

1° L'emploi de briques en silice pour la construction des piédroits des fours à coke;

2° La meilleure appropriation des dimensions des chambres de carbonisation devenues moins larges, plus longues et plus hautes;

3° L'agencement meilleur des carneaux à gaz qui assure une transmission uniforme de chaleur à toute la paroi de chauffage, et l'uniformité de température du saumon de coke, quand sa cuisson est achevée. On a réduit aussi la résistance opposée au mouvement des gaz de chauffage dans les carneaux du four;

4° L'adoption de moyens pour réduire les pertes de chaleur des fours par rayonnement;

5° L'usage d'enfourneuses de grande capacité;

6° L'emploi de treuils perfectionnés pour l'enlèvement des portes des fours;

7° L'usage de défourneuses puissantes et rapides;

8° Le recours à des moyens mécaniques pour l'extinction et la manutention du coke;

9° L'usage d'appareils plus économiques et plus robustes qu'autrefois pour inverser le sens de circulation des gaz de chauffage dans les piédroits des fours à coke;

10° La production d'un coke de meilleure qualité pour les besoins du haut fourneau, à cause de sa conductibilité meilleure;

11° La fabrication d'un gaz de pouvoir calorifique élevé, soit au moins 4.600 cal par mètre cube, à cause de la meilleure étanchéité des appareils de fermeture du four.

L'emploi de briques de silice a permis de réduire, pour une même qualité du charbon et une même largeur du four, de 27 p. 100 environ, la durée de carbonisation d'une charge par rapport au cas où les fours sont construits en briques silico-alumineuses. Ce résultat est dû à la plus faible conductibilité thermique de ces dernières et à leur point de ramollissement trop bas, en regard de leur point de fusibilité, le seul considéré, à tort, jusqu'à ce jour. On doit donc recommander l'usage des briques de silice, sous la réserve de se montrer très circonspect dans leur choix, de vérifier leur composition chimique, leur résistance aux températures élevées, la grandeur et l'allure de leur dilatation.

Les procédés de manutention et d'extinction du coke diffèrent suivant les tonnages traités.

Pour une production ne dépassant pas 300 t de coke par jour, l'aire de défournement est généralement conservée et on continue à éteindre par arrosage à la main. Le coke éteint est repris soit par un transporteur métallique du type Mines d'Aniche qui le conduit aux installations de criblage, soit par des machines opérant directement le criblage et le chargement en wagons.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour les installations produisant de 300 à 500 t, le choix du mode d'extinction devient discutable et l'on peut recourir, soit au défournement sur aire inclinée et extinction à la main, soit à l'extinction par poste central en tenant compte d'une part, de la disponibilité de main-d'œuvre et de la limitation du capital à engager, et, d'autre part, des raisons diverses qui militent en faveur d'une installation tout à fait moderne, notamment en vue d'une extension future.

Au delà de 500 t, l'avantage est indiscutablement aux appareils de chargement mécanique et à l'extinction par poste central.

Le procédé d'extinction du coke à sec permet :

1° De produire 450 kg de vapeur surchauffée à 15 kg : cm² par tonne de coke fabriqué au prix de revient moyen de 8 fr la tonne de vapeur, soit deux fois moins qu'en utilisant des combustibles inférieurs. A une fabrication de 500 t de coke par 24 heures correspond donc une production de 225 t de vapeur;

2° D'obtenir du coke absolument sec. Sur une rame de 250 t de coke, on gagne ainsi 4 p. 100 en moyenne sur le poids utile transporté, soit au total 10 t. Les Mines du Nord et du Pas-de-Calais trouveraient donc avantage à employer ce procédé puisque leur coke n'est utilisé que dans l'Est, c'est-à-dire à 300 km.

L'industrie des fours à coke paraît appelée à un grand avenir parce que le gaz de ces fours peut servir à l'éclairage des villes.

Il ne faut plus, aujourd'hui, pour produire 100.000 m³ de gaz par 24 heures, que 24 hommes dans des cokeries modernes, alors qu'il en faut près de 200 dans les usines à gaz munies de fours à cornues.

Le gaz de four à coke est le moins cher de tous les gaz; les 1.000 calories-gaz reviennent, pour du gaz pris au gazomètre, aux valeurs suivantes :

Gaz de cokerie moderne	4,15	centimes.
— — grande usine à gaz	6,66	—
— à l'eau	5,00	—
— mixte	4,85	—

Aux États-Unis, en 1923, 48 p. 100 du gaz employé à des besoins urbains provenaient de fours à coke. En Belgique, des villes comme Bruxelles, Liége, Mons, Gand, etc., utilisent en majeure partie du gaz de four à coke; de nombreux projets viennent d'aboutir sur la base de 22-25 centimes pour prix de vente du gaz de four à coke aux usines à gaz.

En Allemagne, des centaines de villes n'emploient que du gaz de four à coke. A elles seules, les villes rhénanes en ont consommé 250 millions de mètres cubes l'an dernier et l'on envisage l'arrêt complet de toutes les usines à gaz.

Dans ces conditions, on n'emploierait plus en Allemagne que du gaz de four à coke à 4.250 cal produit dans les cokeries de la Ruhr, de la Sarre et de la Haute-Silésie. Dès lors, à Berlin, le mètre cube de gaz, rendu au gazomètre, reviendrait à peine à 0,25 fr le mètre cube.

En France, où il nous faut importer 8 millions de tonnes de coke métallurgique par an, seules les villes de Toulouse, Strasbourg, Saint-Étienne, Douai, distribuent un gaz de four à coke à des conditions avantageuses. A Douai, cette combinaison a permis de réduire de 0,75 à 0,54 fr le prix du mètre cube vendu aux abonnés.

Alors que, en France, le prix du gaz reste élevé dans la plupart des grandes villes on constate que, actuellement, des cokeries déversent chaque jour dans l'atmosphère

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des dizaines de milliers de mètres cubes de gaz non utilisés. En France, comme en Belgique, un prix de vente de 0,22-0,25 fr le mètre cube de gaz, au départ de la cokerie, doit être considéré comme très normal. E. L.

M. MESNAGER, *président*, donne lecture du procès-verbal de dépouillement du scrutin.

Ont voté par correspondance	394	sociétaires.
Ont voté à la séance	19	—
TOTAL	413	—
Ont été déclarés nuls les bulletins de. . .	20	—
RESTE	393	—

Ont obtenu :

Comme *président*	M. Mesnager	381	voix.
	Maréchal Lyautey . . .	1	—
Comme *vice-présidents*. . .	MM. Sauvage	382	—
	Gabriel Bertrand .	382	—
	Bordas.	378	—
	Wery	382	—
	Risler	381	—
Comme *secrétaires généraux*.	MM. H. Hitier	382	—
	Ch. de Fréminville.	382	—
Comme *trésorier*.	M. Alby	382	—
Comme *censeurs*.	MM. Bordet.	382	—
	de Rousiers . . .	382	—

Pour la ratification de la nomination des membres du Conseil d'Administration, ont obtenu :

M. Henri Ernault	391	voix.
M. Paul Dumanois.	392	—
M. Jules Richard	392	—
M. Émile Boyoud	392	—
M. André Michelin.	393	—
M. Paul Kestner	391	—
M. Jean Carpentier.	393	—
M. Gaston Colmet-Daâge.	393	—
M. Maurice Lacoin.	391	—
Maréchal Lyautey	392	—
Édouard Mollet-Viéville	392	—
Guillery	1	—
Guiselin	1	—

Ont signé les scrutateurs : Henri Hitier, de Fréminville, Joseph Hitier, Herrenschmidt, Cornu-Thénard, Lemaire.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En conséquence, le *quorum* statutaire de 100 membres votants étant atteint :

1° Sont déclarés élus membres du Bureau de la Société pour 1926 :

Président : M. MESNAGER;

Vice-présidents : MM. SAUVAGE, BERTRAND, BORDAS, WERY et RISLER;

Secrétaires généraux : MM. H. HITIER et Ch. DE FRÉMINVILLE;

Trésorier : M. ALBY;

Censeurs : MM. BORDET et DE ROUSIERS.

2° Sont déclarés membres du Conseil d'Administration :

M. H. ERNAULT. . . . . } (*Comité des Arts mécaniques*).
M. P. DUMANOIS . . . . }
M. J. RICHARD . . . . . }

M. E. BOYOUD . . . . . } (*Comité des Arts chimiques*).
M. A. MICHELIN. . . . . }
M. P. KESTNER. . . . . }

M. J. CARPENTIER . . . . (*Comité des Arts économiques*).

M. G. COLMET-DAÂGE . . . (*Comité des Constructions et Beaux-Arts*).

M. M. LACOIN . . . . . } (*Comité de Commerce*).
Maréchal LYAUTEY. . . . }

M. E. MOLLET-VIÉVILLE . . (*Commission des Fonds*).

La séance est levée à 18 h. 40 m.

COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES

SÉANCE DU 8 DÉCEMBRE 1925.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

Le secrétage des poils de lapins employés en chapellerie,

par

M. GABRIEL JOSSIER,
membre du Conseil.

La description de la machine à secréter les poils parue dans le *Bulletin de l'Association des Industriels de France contre les Accidents du Travail* (1) de juillet 1924, adressé à la Société d'Encouragement, appelle l'attention sur les dangers que présentent les opérations du secrétage par l'emploi des liqueurs mercurielles.

(1) Siège social, 10, place Saint-Michel, Paris (6e).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le classement de certaines maladies professionnelles dans les accidents du travail, par la loi du 25 octobre 1919, est un motif de plus pour rechercher les moyens de diminuer les inconvénients provenant de l'emploi de produits toxiques dans certaines industries.

L'hydrargyrisme, ou intoxication par les composés mercuriels, peut être occasionné dans l'opération de secrétage des peaux au moyen du nitrate acide de mercure.

Avant d'étudier les dispositions à prendre pour diminuer les causes d'intoxication, il est utile de rappeler rapidement les méthodes suivies pour le secrétage des peaux de lapins.

Les poils provenant des peaux de lièvres et de lapins dont la qualité ne permet pas de les apprêter en vue de la pelleterie, — un peu plus du tiers de ces peaux de lapins et de lièvres servent à la préparation des fourrures — sont employés pour la fabrication du feutre.

Le secrétage est une opération que subissent ces peaux; elle a pour but de donner au poil de lapins et de lièvres, la propriété feutrante qu'il ne possède que faiblement à l'état naturel.

Pendant longtemps on a soumis ces poils à une infusion de guimauve et de grande consoude, mais l'action exercée par cette infusion n'était pas assez énergique, et c'est en 1730 seulement que le procédé de secrétage au nitrate de mercure qui donne satisfaction, fut importé d'Angleterre en France par Mathieu.

Dans la plupart des fabriques françaises, le travail est sensiblement le même. Une fois la liqueur de nitrate de mercure préparée, on étend sur une table les peaux ébarbées ou éjarrées et on les imprègne sur poil de la solution mercurielle au moyen d'une brosse; puis, placées poil sur poil pour que la liqueur les pénètre profondément, on introduit les peaux une à une dans une étuve, où le secrétage se produit plus ou moins rapidement suivant la température de l'étuve; les poils après secrétage sont d'une couleur jaune doré.

Les peaux une fois sèches sont légèrement reverdies, brossées et coupées en lanières au moyen d'une machine très ingénieuse, qui sépare la partie cuir, qui sert à préparer la colle dite de peaux de lapins et qui est vendue sous le nom de vermicelle, du poil, qui est destiné à la chapellerie.

Cette application de la liqueur et la mise à l'étuve sont des opérations assez dangereuses au point de vue de l'hygiène des ouvriers; elles sont l'une des causes de la maladie professionnelle connue sous le nom d'hydrargyrisme.

Les poils passent ensuite dans des souffleuses qui les classent par ordre de densité et les séparent des jarres, poils longs, raides et grossiers inutilisables.

Une loi du 25 octobre 1919 a classé les opérations du secrétage par le nitrate de mercure, parmi celles qui peuvent occasionner une maladie professionnelle assimilable aux accidents du travail.

Les différentes opérations au sujet desquelles il y a lieu de prendre certaines précautions, sont d'abord la préparation du nitrate de mercure; en effet, dans l'acide nitrique chauffé, on introduit peu à peu du mercure; il se produit un violent dégagement de vapeurs rutilantes de peroxyde d'azote, qui pénètrent dans les poumons d'une manière très dangereuse, surtout parce que les ouvriers ne prennent aucune précaution pour ne pas les respirer. On peut remédier à cet inconvénient en exigeant que l'attaque de l'acide nitrique par le mercure soit faite dans des locaux spéciaux où les vapeurs acides seraient condensées et neutralisées dans des récipients.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'imprégnation à la main de la peau de lapin par le mélange mercuriel est aussi une cause de danger; de nombreuses dispositions ont été proposées pour faire cette opération mécaniquement.

Un nommé Guichardière a présenté autrefois à la Société d'Encouragement, des chapeaux faits avec des poils secrétés à l'acide sulfurique.

En 1867, M. Maumey construisit un appareil faisant un secrétage mécanique, mais le résultat ne fut pas concluant car il n'est plus employé nulle part actuellement.

En juin 1905, MM. Pichard Frères ont pris un brevet pour une machine dans laquelle on projetait la liqueur mercurielle sur la peau au moyen d'air comprimé; les peaux á secréter étaient saisies par un petit laminoir, le courant d'air comprimé rebroussait les poils, en même temps que la liqueur finement divisée, imprégnait les peaux; cette opération était faite dans une caisse fermée inférieurement par une grille qui permettait au surplus du liquide d'être recueilli, tandis que les vapeurs s'échappaient par une cheminée d'aspiration; des brosses, disposées à cet effet, facilitaient l'imprégnation des peaux par la liqueur mercurielle.

Un second brevet pris en décembre 1908, par les mêmes inventeurs, a apporté quelques modifications de détails à cette machine, en remplaçant l'air comprimé par un jet de vapeur, dont la température et la pression pouvaient varier, suivant la nature du travail à effectuer.

Vers la même époque, en novembre 1906, M. Léon Beaulieu faisait breveter une machine analogue avec quelques différences de dispositions.

La liqueur de secrétage tombait sur une brosse au lieu d'être projetée et était distribuée sur les peaux; celles-ci étaient entraînées sur une table par des rouleaux cannelés; l'opération était toujours faite dans une caisse étanche, de manière à éviter que les ouvriers soient en contact avec la liqueur mercurielle.

En 1909, M. Léon Beaulieu prit une addition à ce brevet, caractérisée par une disposition spéciale de la table sur laquelle glissaient les peaux et par la position relative des rouleaux et des brosses, de manière que l'imprégnation soit faite dans de meilleures conditions.

Ces appareils tout en étant extrêmement intéressants, ne se sont pas répandus beaucoup chez les coupeurs de poils; toutefois, en Amérique comme en Belgique, différentes machines basées sur le même principe, sont employées dans quelques usines.

Il y a lieu de féliciter toutefois, M. Pichard et M. Beaulieu, de leurs recherches qui datent déjà de près de 20 ans pour la suppression de l'imprégnation à la main avec la liqueur mercurielle, qui était une cause d'intoxication des ouvriers employés à ce travail. On peut espérer que les machines basées sur ce principe seront de plus en plus répandues.

La troisième opération que nous trouvons dangereuse dans le secrétage est la manière d'introduire dans l'étuve, les peaux imprégnées de nitrate de mercure; très souvent, les ouvriers portent directement dans ces étuves les peaux préparées, et respirent ainsi des vapeurs très toxiques; il serait facile de remédier à cette cause de danger en installant des étuves à tiroirs avec des chariots sur rails, qui seraient chargés en dehors de l'étuve et y seraient introduits ensuite; on pourrait même prévoir que l'entrée, le séjour et la sortie des pièces chaudes, soient faits méthodiquement comme pour le séchage de la laine.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

***

La faveur dont jouissent encore actuellement, aussi bien en France qu'à l'étranger, les poils secrétés au nitrate de mercure pourrait faire croire qu'aucune recherche n'a été faite jusqu'ici pour trouver d'autres procédés permettant d'obtenir le secrétage sans l'emploi de la liqueur mercurielle.

Il y a lieu de rappeler cependant que de nombreuses tentatives ont été faites dans ce but, et d'engager les chimistes à étudier cette question qui présente un si grand intérêt, au point de vue de l'hygiène de cette profession.

Si l'on examine au microscope un poil veule de lapin, on constate qu'il est formé d'une gaine lisse extérieurement, avec une âme creuse, tandis que la gaine extérieure de la laine qui possède des proprietés feutrantes plus accentuées, présente de petites aspérités.

Secrété au contraire, le poil de lapin au lieu d'être lisse à l'extérieur, présente des aspérités qui facilitent le feutrage.

Partant de cette idée, MM. Pichard Frères, ont proposé de remplacer le procédé au mercure par le *secrétage au moyen de l'iode*, de ses composés ou de ses dérivés, et ils ont pris à cet égard, un brevet en mai 1920 (n° 526.641).

L'imprégnation de la peau était faite à la main ou à la machine, avec une solution contenant 5 à 10 p. 100 d'iode dans un dissolvant approprié; les peaux étaient ensuite séchées, puis coupées mécaniquement. Les poils ainsi traités se feutraient très facilement; malheureusement, le prix actuel de l'iode est tellement élevé, que ce procédé ne peut être employé industriellement.

MM. Pichard Frères, le 12 mai 1920 ont pris un autre brevet (n° 526.582) pour l'*épilage des peaux au moyen de l'air, de l'oxygène ou de l'azote liquides*; les peaux, préalablement desséchées, étaient plongées pendant 20 secondes dans l'un des gaz liquéfiés précités; à leur sortie, les poils, rendus friables comme du verre, se brisaient au ras du cuir, sous la moindre pression d'un couteau.

On a remarqué que le cuir et les poils n'étaient aucunement détériorés et qu'ils revenaient à leur état primitif au contact de l'air libre et se feutraient facilement.

L'épilage doit se faire à une température d'au moins —100°. Le cuir ainsi épilé restant entier et pouvant servir à l'industrie avait une valeur bien plus grande que celui qui est réduit en vermicelle.

Cette manière de procéder est très intéressante puisqu'elle laisse dans la peau la racine des poils et les bulbes graisseux qui, s'ils restaient attachés au poil, seraient un obstacle au feutrage ultérieur.

Mais l'emploi des gaz liquéfiés paraît d'un prix trop élevé, eu égard aux pertes inévitables, pour que ce procédé puisse être employé industriellement.

C'est à la suite de ces essais que MM. Pichard Frères ont pris le 15 mai 1920 un autre brevet (n° 526.643), basé sur l'*emploi du froid.*

Les peaux étaient brossées avec de l'eau pure ou additionnée d'un antiseptique quelconque, puis mises en pile pendant quelques heures et ensuite soumises à l'action d'un froid suffisant pour congeler l'eau qui avait pénétré dans les cellules et canaux médullaires du poil; ces derniers éclataient et développaient ainsi la propriété feutrante.

Le froid peut être obtenu d'une manière quelconque.

Nous ne savons si cette manière de procéder pour le secrétage sans mercure a donné de bons résultats.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

***

Malgré l'insuccès pratique de ces recherches, l'industrie des coupeurs de poils a suivi une marche progressive depuis quelques années.

Les statistiques des douanes indiquent qu'en 1914, l'exportation était de 6.348 qu d'une valeur de 7.163.000 fr.

En 1924, la quantité exportée a presque atteint 1.300.000 kg représentant une valeur supérieure à 40 millions de francs.

Les exportations se décomposent en

30 p. 100	de poils	pour la	chapellerie	valant	90 fr le kilogr
50 —	—	—	la literie	—	5 fr —
20 —	—	—	engrais	—	0,65 fr. —

Actuellement, le prix du poil pour chapellerie atteint 140 à 150 fr le kilogramme.

Le nombre des ouvriers français coupeurs de poils dépasse 2.000 ; les industriels ont pris de nombreuses précautions dans leurs usines, pour diminuer les dangers professionnels ; c'est ainsi qu'ils donnent à ceux de leurs ouvriers les plus exposés, du lait comme boisson pour combattre l'intoxication ; qu'ils leur fournissent des gants de caoutchouc, qu'ils engagent leurs ouvriers à la sobriété vis-à-vis de l'alcool, exigeant de tout leur personnel qu'ils quittent leurs vêtements de travail à la sortie de l'atelier, qu'ils se lavent les mains avec soin, au savon et à la brosse, avant de prendre leurs repas.

Il est à souhaiter aussi qu'en dehors de ces précautions, des dispositions méca niques soient prises dans les installations afin d'éviter aux ouvriers le contact des liquides nocifs ou la respiration des vapeurs et poussières dangereuses, et surtout que des recherches soient entreprises pour trouver des procédés donnant au poil de lapin la propriété feutrante, sans l'emploi de liqueurs mercurielles.

COMITÉ D'AGRICULTURE

SÉANCE DU 9 DÉCEMBRE 1925

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

L'emploi de l'extrait éthéré de fougère mâle contre la maladie de la douve.

par

M. Moussu,

membre du Conseil.

Dans le courant de l'automne 1925, MM. Gignoux frères et Barbezat, de Décines (Isère), près Lyon (Usine de produits chimiques et pharmaceutiques) ont attiré l'attention de la Société d'Encouragement sur un produit qu'ils préparent pour le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

commerce, l'extrait éthéré de fougère mâle, titré à 24/25 p. 100 de filicine, et lui ont demandé de bien vouloir en recommander l'emploi dans la lutte contre la *distomatose* ou maladie de la douve, qui, certaines années, décime nos troupeaux de moutons et même de bovidés.

La demande de MM. Gignoux frères et Barbezat est tout à fait légitime en elle-même : on ne saurait trop encourager et aider nos fabricants français à pouvoir se mesurer avec la concurrence étrangère; toutefois, et à cause de cela justement, je vous demanderai de résumer très brièvement une question que beaucoup ne connaissent que fort peu.

La maladie de la douve ou distomatose est une affection parasitaire causée par un ver de l'ordre des trématodes, qui s'introduit dans l'organisme par la voie buccale, se développe dans le foie, dans les canaux biliaires, causant là des troubles locaux, des troubles digestifs et des troubles secondaires de nutrition générale, capables d'entraîner la mort si l'infestation parasitaire est massive.

Même dans les cas d'infestation parasitaire légère (une dizaine ou une vingtaine de douves) les animaux parasités s'entretiennent mal, restent en état médiocre d'embonpoint, anémiques et peu vigoureux malgré une bonne alimentation. Si l'infestation parasitaire du foie est plus grave, les malades deviennent cachectiques et meurent d'épuisement ou par infections microbiennes superposées. L'évolution est lente et chronique, elle se prolonge durant des mois.

L'infestation parasitaire se fait en fin d'été ou en automne, l'anémie évolue durant les mois d'hiver; aussi lui donne-t-on, chez le mouton, le nom *d'anémie d'hiver*, et la mortalité débute généralement en janvier, pour se prolonger jusqu'en février et mars.

Certaines régions de France sont plus exposées que d'autres, en particulier la Sologne et le Berri, le bassin de la Haute-Garonne, la Crau d'Arles, pour les moutons; la vallée de la Meuse et le Bassigny, pour les bovidés. Et c'est seulement et exclusivement dans les parties basses et humides ou marécageuses que la maladie sévit et non sur les collines ou les plateaux de ces mêmes régions, à la condition cependant que les troupeaux des collines et des plateaux n'aient pas été pâturer dans le fond des vallées.

Tout cela tient à ce que le parasite (douve ou *distoma hepaticum*) pour pouvoir évoluer, passe dans le milieu extérieur par des phases de stades embryonnaire et larvaire assez complexes, qui nécessitent la présence d'un hôte intermédiaire, un petit mollusque (*limnea truncatula*) qui ne vit et ne peut vivre que dans les zones humides et marécageuses, flaques stagnantes, étangs et marais, fossés et rigoles, ruisselets et ruisseaux, etc. Si cette condition n'est pas réalisée, si le petit mollusque en question fait défaut, le cycle évolutif larvaire du parasite ne peut pas se poursuivre et les aminaux domestiques ne risquent plus de s'infester. Ces conditions nécessaires, et bien d'autres que je ne puis rappeler ici, expliquent pourquoi la maladie se trouve cantonnée surtout le long de certaines vallées.

La distomatose ou maladie de la douve est connue de temps immémorial; elle est répandue dans le monde entier, partout où la constitution de la faune ainsi que les conditions climatériques de milieu de température se prêtent à son évolution. Elle est favorisée par l'humidité prolongée de la saison d'été et toutes les fois que cette saison d'été à été pluvieuse, on peut être sûr qui durant l'hiver et le printemps qui suivront la mortalité sévira. Les grandes épizooties de distomatose ont toujours

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

suivi les années humides; la dernière vraiment très grave est celle qui a décimé la plus grande partie des troupeaux du Berri en 1910-1911. Cette année, sans être comparable à celle de 1910-1911, l'épizootie sévit avec une intensité très réelle dans nos régions centrales; en Sologne elle fait même périr une partie du gibier, des lapins de garenne, ce que je n'avais encore jamais vu.

Jusqu'à 1910, on peut dire que l'on était resté à peu près impuissant contre cette affection, capable de faire périr des dizaines de milliers d'animaux certaines années. C'est à la suite de recherches multiples et dont la grande majorité était d'ailleurs restée totalement infructueuse, que nous avons fini, avec mes collègues Railliet et Henry, par pouvoir préciser les conditions dans lesquelles un médicament particulier, l'extrait éthéré de fougère mâle, donnait des effets utiles.

L'extrait éthéré de fougère mâle était un médicament antiparasitaire depuis longtemps connu, mais ses effets paraissaient parfois contradictoires ou pour le moins souvent dissemblables. La discordance dans les résultats de son emploi tenait tout simplement à ce que les différents produits livrés au commerce n'étaient pas de même teneur en principes actifs (filicine, acide filicique et une oléorésine); il y avait souvent des variantes du simple au triple. Nous avons montré que lorsque la teneur en principes actifs atteignait un taux déterminé (minimum 15 p. 100) et que l'on faisait ingérer le produit à une dose déterminée (1 g d'extrait pour 5 à 6 kg de poids vif, soit 5 g d'extrait éthéré dans 25 g d'huile, pour un mouton de 30 kg environ) les parasites du foie étaient tués dès le troisième jour et éliminés à partir du cinquième. Cinq jours de traitement sont nécessaires et suffisants pour libérer les malades de la plus grande partie de leurs parasites.

A dater de cette époque, les fabricants de produits pharmaceutiques, en particulier la maison Dausse, 4, rue Aubriot, Paris (4e) et la maison Gignoux Frères de Décines (Isère) fabriquèrent des extraits éthérés de fougère mâle titrés, garantis sur facture, de telle sorte que vétérinaires et éleveurs trouvent aujourd'hui dans le commerce les produits dont ils peuvent avoir besoin pour traiter leurs troupeaux atteints de distomatose et éviter la mortalité, s'ils interviennent avant la déchéance définitive des malades.

Je ferai cependant une réserve concernant le côté commercial. Je crois que nos industriels français ne recourent pas aux mêmes méthodes de dosage des principes actifs de leurs extraits éthérés, ce qui cause toujours un certain embarras pour les recherches scientifiques.

Autre détail, ces mêmes industriels se trouvent à l'heure actuelle distancés par leurs concurrents étrangers qui, au lieu de s'en tenir à l'emploi des extraits, même titrés, se sont efforcés d'isoler d'une façon complète et définitive les seuls principes actifs, filicine et acide filicique, pour en faire des spécialités pharmaceutiques qu'ils s'efforcent de répandre dans le monde entier au préjudice de la prospérité des maisons françaises.

C'est chez nous que les précisions scientifiques ont été données, et publiées sans restriction aucune. On s'est aussitôt emparé de ces données à l'étranger, en Allemagne à Berlin d'abord, en Autriche-Hongrie ensuite, en Hollande en dernier lieu, pour chercher à en tirer profit commercialement dans le monde entier. C'est une méthode qui n'est pas nouvelle et que nous ne connaissons que trop bien; c'est aussi une raison de plus pour déplorer que nos industriels français se laissent devancer et même supplanter par les agents de commerce étrangers, dans notre propre pays.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A l'heure actuelle, en effet c'est jusqu'en France que ces agents commerciaux cherchent à faire pénétrer chez nos éleveurs des produits spécialisés dosés en principes actifs de l'extrait de fougère mâle. Il est incontestable qu'il y a là un progrès qui aurait dû être réalisé chez nous.

Aussi, tout en reconnaissant le bien-fondé de la sollicitation de MM. Gignoux frères et Barbezat avons-nous cru utile, dans l'intérêt du commerce français, de leur signaler ce qui se fait à l'étranger.

COMITÉ DES CONSTRUCTIONS ET DES BEAUX-ARTS

SÉANCE DU 15 DÉCEMBRE 1925

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL).

Les différents types de trottoirs roulants proposés pour Paris

par

M. G. COLMET-DAÂGE,

membre du Conseil.

La circulation des piétons dans Paris devient de plus en plus intense; il résulte de ce fait, reconnu depuis longtemps, que plus on augmente les moyens de transport par le développement des lignes métropolitaines, des tramways ou des autobus, plus le nombre des voyageurs augmente. Alors qu'autrefois on cherchait un logement peu éloigné de son bureau ou de ses affaires, on habite maintenant à un endroit quelconque, quitte à prendre quatre fois par jour un des nombreux moyens de transport mis à la disposition du public.

Quoi qu'il en soit, à certaines heures, l'encombrement des voitures de toutes sortes est devenu une véritable gêne et on cherche le moyen de l'éviter.

Dès juillet 1921, le Conseil municipal de Paris ouvrit un concours pour l'établissement d'un système mécanique souterrain à débit continu destiné au transport des personnes.

38 projets furent présentés à ce concours; la commission, chargée d'en étudier les résultats, en élimina tout d'abord 25 comme ne présentant pas les développements exigés par le programme ou comme comportant des dispositions inadmissibles en pratique.

13 projets ont donc été retenus par la Commission.

Le programme du concours stipulait que l'organe de transport le plus rapide devait atteindre 15 km : h, et la partie la plus délicate du problème était le passage des voyageurs du sol à cette vitesse. En ce qui concerne ce passage, les projets retenus par la Commission peuvent se répartir en trois groupes, d'après le principe proposé.

Dans le premier, on conserve le système, déjà réalisé à Chicago en 1896 et à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Paris, à l'Exposition universelle de 1900, comportant des bandes parallèles à vitesses graduées.

Dans le second, on emploie des organes mobiles qui font passer automatiquement les voyageurs, sur une longueur relativement faible, d'une vitesse réduite à une vitesse voisine de celle de la bande continue marchant à 15 km : h.

Dans le troisième, la vitesse de circulation elle-même s'abaisse aux embarcadères et débarcadères de façon que les voyageurs passent directement du sol sur l'organe de transport à grande vitesse.

Examinons successivement ces trois types.

En ce qui concerne le premier, nous rappellerons que le trottoir roulant de l'Exposition de Paris en 1900 comportait une bande à grande vitesse 3,7 km : h et une bande à grande vitesse, 7,4 km : h d'où deux franchissements à 3,7 km : h.

Dans son rapport sur cette Exposition de 1900, Picard signale, sur 6.700.000 voyageurs, 43 accidents, dont 2 survenus à des personnes âgées ayant entraîné des fractures, et les autres sans gravité.

Les concurrents ont proposé, pour passer de 0 à 15 km : h d'utiliser soit une seule bande de passage avec des franchissements comportant des différences de vitesse de 7,5 km : h, soit deux bandes avec des franchissements de 5 km : h, soit trois bandes avec des franchissements de 3,7 km : h tout à fait semblables à ceux du trottoir roulant de l'Exposition de 1900.

Aux ateliers de la Compagnie des Transports en commun de la Région parisienne, on vient de réaliser des essais sur deux plates-formes, l'une de 30 m de longueur et l'autre de 10 m de longueur circulant l'une devant l'autre; la vitesse de la première plate-forme pouvait varier de 1 à 7 km : h, celle de la deuxième de 2 à 14 km : h. La largeur de ces plates-formes était trop faible pour qu'on puisse avoir une idée absolument précise de la question mais il a paru résulter de ces essais que la descente est plus difficile que la montée et que la différence de vitesse de 5 km : h ne saurait guère être dépassée.

Pour le second groupe, comportant des démarreurs automatiques, on a essayé deux types de ces démarreurs, les installations étant faites par l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions.

Dans l'un de ces systèmes, le plancher du démarreur est composé de rouleaux-disques dont la vitesse varie successivement de 2 à 12 km : h; dans l'autre, des courroies de caoutchouc rapprochées se déplacent avec des vitesses linéaires progressivement croissantes ou décroissantes.

On a étudié comment l'individu réagit pour maintenir son équilibre au cours de l'accélération ou de la réduction de vitesse; pour cela on plaçait une tige verticale de 2 m de hauteur sur le dos de jeunes gens circulant sur les démarreurs et on cinématographiait leur passage en même temps qu'un appareil de mesure battant la seconde inscrivait les temps sur la bande; on a pu ainsi mesurer les réflexes et le temps des oscillations de ces tiges; M. Pierron en a conclu que, pour passer de 0 à 15 km : h, le démarreur automatique devrait avoir une longueur de 30 m.

Il semble bien résulter de ces expériences que les passages sur les démarreurs seront difficiles pour des personnes un peu âgées ou embarrassées par des paquets;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

il paraîtrait en tout cas très utile de disposer de points d'appui se déplaçant en même temps que le démarreur et à la même vitesse; des dispositions spéciales devraient également être prises pour que l'hésitation d'un voyageur à l'extrémité d'un démarreur n'occasionne pas d'accident.

Dans le troisième groupe, un seul projet a été retenu par la Commission; il vient d'être appliqué en Angleterre à l'Expositiou de Wembley, où l'installation a été visitée par plusieurs membres de la Commission, qui ont reconnu qu'elle fonctionnait d'une manière très satisfaisante.

Les wagons circulent devant l'embarcadère des stations à une vitesse relative de 1,6 km : h et forment une chaîne à peu près continue; ils sont entraînés par une sorte de vis sans fin dont le pas est petit au droit des stations et est grand dans l'intervalle, de sorte que la vitesse est 8 fois plus grande entre les stations. Ainsi, à Wembley, le pas minimum est de 1 pied (0,304 m) et le pas maximum de 8 pieds (2,345 m); la vitesse de rotation de la vis est de 70 à 90 tours par minute. On a transporté à Wembley 958.000 voyageurs pendant les 103 jours d'exploitation : aucun incident ne s'est produit ni à la descente ni à la montée.

Quel que soit le type utilisé, ce système de transport continu présenterai l'avantage incontestable de permettre un débit très important de voyageurs, supérieur certes à celui du chemin de fer métropolitain. On en a envisagé l'établissement sur des parcours particulièrement encombrés, soit entre la gare Saint-Lazare et l'Opéra, soit entre la rue de Rivoli et le boulevard Montmartre avec passage par la rue Richelieu dans un sens et par la rue Vivienne dans l'autre, soit enfin sur les grands boulevards entre la place de la République et l'église de la Madeleine.

Il est évidemment difficile de se rendre compte d'une façon précise de la dépense entraînée tant qu'on n'étudie pas un tracé concret; néanmoins M. Ott, ingénieur en chef de la ville de Paris et secrétaire de la Commissien du concours, a évalué la dépense d'établissement, y compris l'équipement suivant le système et les difficultés rencontrées, à une somme pouvant varier de 16 à 20 millions par kilomètre de voie à deux directions; il pense, en tenant compte des dépenses d'exploitation, que le capital pourrait être convenablement rémunéré moyennant le paiement d'une taxe de 0,15 fr par kilomètre, soit 0,30 fr par voyageur, en admettant un parcours moyen de 2 km. Il est vrai que ce rapport de M. Ott date de 1923 et que, depuis cette époque, l'intérêt du capital et les prix de la main-d'œuvre et des matériaux ont notablement augmenté.

D'autre part, les expériences faites sur une trop petite échelle et que nous avons indiquées, ne paraissent pas encore suffisamment concluantes pour qu'on procède à une installation aussi onéreuse dans une partie centrale de Paris; il semblerait désirable que des essais plus importants puissent être faits sur une plus grande échelle et dans des conditions moins onéreuses, c'est-à-dire à ciel ouvert, à propos d'une exposition ou, par exemple, dans le bois de Boulogne pour le transport des voyageurs vers les champs de courses. Sur cette installation, on pourrait utiliser à titre d'essai comparatif les divers systèmes de passage sur la bande à grande vitesse.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN DÉCEMBRE 1925.

REY (JEAN). — **Les propriétés physiques des vapeurs de pétrole et les lois de leur écoulement.** (Extrait des *Annales des mines*, juillet, août et septembre 1925). In-8 (23 × 14) de 251 p., 22 fig., V pl. Paris, Dunod, 1925 (*Don de l'auteur, membre du Conseil*). **17039**

BRICARD (RAOUL). — **Leçons de cinématique.** Tome I : **Cinématique théorique.** In-8 (25 × 16) de VII + 337 p., 117 fig. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1926. **17040**

MARILLER (CHARLES). — **Distillation et rectification des liquides industriels** (alcools, benzols, pétroles, éthers, produits chimiques, air et gaz liquides, récupération des solvants). In-8 (25 × 16) de V + 724 p., 144 fig. Paris, Dunod, 1925. **17041**

BONAPARTE (Le Prince). — **Notes ptéridologiques.** In-8 (23 × 14). Fascicules I, de 230 p. — II, de 219 p. — III, de 27 p. — IV, de 119 p. — X, de 354 p. — XI, de 57 p., II pl. — XII, de 20 p., 6 fig. — XIII, de 304 p. — XIV, de 492 p. — XV, de 58 p. — XVI, de 221 p., VIII pl., 2 cartes en couleurs. Paris, Imprimé pour l'auteur (*Don de Mme la Princesse Georges de Grèce*). **17042-17052**

VUGNON (M.). — **La construction économique.** Matériaux et compositions divers. Suite et complément à l'industrie des agglomérés et pierres artificielles. In-8 (24 × 16) de XV + 148 p., 56 fig. Paris, « Revue des matériaux de construction et de travaux publics », 148, boulevard Magenta, 1925. **17053**

MIRANDE (MARCEL). — **Aristide Bergès. Documents historiques sur l'origine du nom de la houille blanche.** (Extrait du *Bulletin de la Société scientifique de l'Isère*, Tome XLVI, 1925). In-8 (24 × 16) de 118 p., II planches en couleurs. Grenoble, Imp. Joseph Baratier, 1925. **17054**

BLOUD (HENRY). — **Le problème cotonnier et l'Afrique occidentale française.** Une solution nationale. In-8 (25 × 16) de 390 p., I pl. **Bibliographie**, p., 385-387. Paris, Émile Larose, 1925. **17055**

ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'INSTITUT DE FRANCE. — **Inventaire des périodiques scientifiques des bibliothèques de Paris**, dressé sous la direction de M. ALFRED LACROIX, par M. LÉON BULTINGAIRE, avec la collaboration des bibliothécaires de Paris et le concours de M. AD. RICHARD. In-8 (23 × 14). Fascicule IV : **Tables**, p. 983-1103. Paris, Masson et Cie, 1925. **16700**

***

JULHIET (E.). — **L'autonomie financière des P. T. T. et les méthodes modernes de comptabilité.** (Extrait des *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, nos 5 et 6, mai et juin 1925). In-8 (24 × 16) de 30 p. Paris, Librairie de l'Enseignement technique. **Pièce 12999**

ACHALME (PIERRE). — **La molécule d'hydrogène.** Conférence faite à l'Institut des Hautes Études de Belgique. In-8 (23 × 14) de 62 p., 34 fig. Paris, Payot, 1925. **Pièce 13000**

COMPAGNIE DES LAMPES (Société anonyme). — 9 brochures. In-8 (21 × 14). Nos **1** : **Notions générales sur l'éclairage**, 43 p., 14 fig. — **2** : **L'éclairage du home**, par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RENÉ BROCARD, 47 p., fig. — **3 : La campagne pour un meilleur éclairage**, par M. SAUREL, 23 p., 7 fig. — **4 : L'établissement d'un projet d'éclairage électrique**, par J. WETZEL, 68 p., 38 fig. — **5 : Pourquoi et comment?**, 6 p. — **6 : Influence du dévoltage sur la durée des lampes et sur le prix de la lumière électrique**, 8 p., 2 fig. — **7 : L'éclairage moderne des voies publiques et des grands espaces**, par J. WETZEL, 23 p., 25 fig. — **8 : L'éclairage des vitrines de magasins**, par H. MAISONNEUVE, 16 p., 7 fig. — **9 : Le luxmètre Mazda**, par H. MAISONNEUVE, 12 p., 5 fig. Paris, 41, rue La-Boëtie (8e), 1924-1925 (*Don de M. Jean Rey, membre du Conseil*). **Pièces 13001-9**

CHEVALIER (AUG.). — **Le poivrier et sa culture en Indochine**. (Publications de l'Agence économique de l'Indochine, n° XII). In-8 (24 × 16) de 31 p., III pl. **Bibliographie**, p. 29-30. Paris, Agence économique de l'Indochine, 20, rue La-Boëtie, 1925. **Pièce 13010**

CONSORTIUM DE L'INDUSTRIE TEXTILE DE ROUBAIX-TOURCOING. — **Allocations-maladies** (1er avril 1924). In-18 (13 × 10) de 61 p. Tourcoing, Imp. J. Duvivier. **Pièce 13011**

OFFICE AGRICOLE DE LA RÉGION DE L'EST. — **Notice pratique sur le remembrement**, par R. PRÉAUD. In-4 (31 × 20) de 4 p., I pl. 1925. **Pièce 13012**

DELÉON (MARCEL). — **Aristide Bergès, 1833-1904.** In-8 (24 × 18) de 23 p., XI pl. Paris, Imp. Draeger. **Pièce 13013**

Compresseur rotatif Planche. 12 fascicules, II planches, 16 photographies. Villefranche-sur-Saône (Rhône). **Pièce 13014**

***

SOCIÉTÉ ANONYME DES ANCIENS ÉTABLISSEMENTS A. VANHOUTE ET JUILLOT. — **Appareils pour la production économique de la vapeur.** Lille, 24, rue Boucher-de-Perthes. **Catalogue.**

***

Actualités scientifiques, par MAX DE NANSOUTY. **6e année**. Paris, Schleicher frères, 1909 (*Don de M. Arnould, membre du Conseil.*) **Pér. 127**

SOCIÉTÉ DE SECOURS DES AMIS DES SCIENCES. — **Compte rendu du soixante-huitième exercice** (*62e séance publique annuelle, tenue le 4 juin 1925, à l'Institut Pasteur*). Paris, Gauthier-Villars et Cie. **Pér. 151**

ASSOCIATION PARISIENNE DES PROPRIÉTAIRES D'APPAREILS A VAPEUR. — **Bulletin annuel.** 50e exercice, **1924** : *Cinquantenaire de la fondation de l'Association.* Paris, 66, rue de Rome. **Pér. 33**

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DU MAROC. — **Mémoires.** N° VIII, 2e partie (30 décembre 1924) : *Contribution à l'étude de la végétation du Maroc désertique et du Maroc central*, par C.-J. PITARD, p. 245-278. — *Contribution à l'étude des lichens du Maroc*, par J. MAHEU et A. GILLET, p. 279-289. — *Lichens du Maroc recueillis par M. Mouret en 1912*, par BOULY DE LESDAIN, p. 290-299. — N° XII, 1re partie (30 octobre 1925) : *Ornithology of the Sous Territory of southern Marocco*, by rear-admiral LYNES, 82 p., X pl. Rabat, Institut scientifique chérifien; Paris, Émile Larose. **Pér. 469**

INSTITUT D'ÉGYPTE. — **Mémoires présentés.** Tome VII, 2e fascicule : *Flore crétacée du grès de Nubie*, par J. BARTHOUX et P.-H. FRITEL, p. 65-119, 46 fig., VII pl. Le Caire, 1925. **Pér. 32**

AMERICAN INSTITUTE OF MINING AND METALLURGICAL ENGINEERS. — **Transactions.** Vol. LXXI, LXXII. New-York, 29 West 39 th. Street, 1925. **Pér. 201**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Technologic Papers**, Vol. XIX (**1925**), n° **287** : *A hot-wire anemometer for measuring air flow through engine radiators*, by C. G. F. ZOBEL, L. B. CARROLL, p. 287-296, 5 fig. **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Circulars** (**1925**), nos **234** : *United States Government master specification for wire insertion rubber packing*, 3 p. — **237** : *... for low-*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pressure spiral gland packing, 3 p. — **238** : ... *for asbestos high-pressure rod packing*, 3 p. — **240** : ... *for diaphragm packing*, 3 p. — **243** : ... *for asbestos metallic cloth sheet packing*, 3 p. — **244** : ... *for rubber valves*, 3 p. — **245** : ... *for surgical operating pads*, 3 p. — **246** : ... *for rubber ring cushions*, 3 p. — **247** : ... *for surgeons' rubber aprons*, 3 p. — **248** : ... *for rubber hot water bottles*, 3 p. — **250** : ... *for cloth-inserted fountain syringe*, 3 p. — **252** : ... *for rubber air pillows*, 2 p. — **253** : ... *for rubber sheeting*, 3 p. — **257** : ... *for cheesecloth bleached or semibleached*, 3 p. — **259** : ... *for brown denim (unshrunk)*, 5 p. — **260** : ... *for wool waste, colored*, 3 p. — **262** : ... *for cotton waste, white*, 3 p. — **263** : ... *for cotton waste, colored*, 3 p. — **265** : ... *for indigo blue denim (shrunk)*, 5 p. — **266** : ... *for indigo blue denim (unshrunk)*, 5 p. — **268** : ... *for steam hose*, 3 p. — **269** : ... *for rubber-metal gasoline hose*, 4 p. — **270** : ... *for mercerized cotton airplane cloth, grade A* 5 p. — **271** : ... *for rubber gloves for electrical workers*, 7 p. — **273** : ... *for bleached wide cotton sheeting*, 4 p. — **274** : ... *for bleached cotton sheets (medium and high count sheeting)*, 4 p. **Pér. 61**

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE. — BUREAU OF STANDARDS. — **Simplified practice recommendation**, n° **1** (4th revision, may 1, 1925) : *Paving bricks*, 17 p. — n° **36** : *Milling cutters*, 25 p. Washington, 1925. **Pér. 61**

AUSTRALASIAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE. — **Index to Volumes I to XVI (1888 to 1923)**. Sydney (New South Wales), 5 Elizabeth Street, 1925. **Pér. 51**

L'agent général, gérant.
E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

125e ANNÉE. FÉVRIER 1926.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

LE STROBORAMA, NOUVEL APPAREIL STROBOSCOPIQUE A GRAND ÉCLAIRAGE, SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

par

MM. LAURENT ET AUGUSTIN SEGUIN (1).

MONSIEUR LE PRÉSIDENT, MESDAMES, MESSIEURS,

Historique. — La méthode stroboscopique est une méthode d'analyse des mouvements périodiques rapides, très connue et employée depuis bien longtemps dans les laboratoires; elle consiste à présenter à l'œil les objets en étude au moment où ils se trouvent au même point de l'espace, dans la même phase de leur mouvement, ce qui leur donne l'apparence de l'immobilité, ou du mouvement ralenti si on fait varier lentement la phase de l'observation.

En effet, les différentes images enregistrées par l'œil s'enchaînent les unes aux autres grâce au phénomène de la persistance rétinienne des impressions lumineuses et donnent une impression continue analogue à celle qui est éprouvée en cinématographie pourvu que les images se succèdent assez rapidement. L'observation, possible à partir de 4 ou 5 images par seconde, devient facile à partir de 10 par seconde; elle est parfaite pour 20 et donne alors

(1) Communication faite en séance publique par les auteurs le 28 novembre 1925.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'impression d'une image absolument fixe. Nous vous montrerons tout à l'heure ces différentes conditions d'expérimentation.

Les appareils qui réalisent ces résultats se répartissent en deux classes. Dans ceux de la première classe, dits à obturateur, l'objet est caché pendant son mouvement sauf à l'instant où il passe au point où on doit le voir. Le stroboscope à fente employé par Plateau vers 1850 (2) appartient à cette catégorie d'instruments; il se compose d'un disque opaque percé d'une ouverture, qu'on interpose entre l'œil et un mobile (à mouvement rotatif ou alternatif) dont on veut analyser le mouvement. Si l'on fait tourner ce disque avec une certaine vitesse, le mobile n'est visible qu'une fois par tour au moment où l'ouverture passe devant l'œil de l'observateur. Dans ces conditions, si la vitesse du disque et celle de l'objet mobile sont les mêmes, on comprend que le mobile sera vu toujours au même point de l'espace et paraîtra arrêté, mais si les deux périodes sont légèrement différentes, le mobile sera légèrement en avance ou en retard à chaque observation et paraîtra exécuter son mouvement très ralenti en sens direct ou rétrograde.

Pour l'usage, ce stroboscope exige une position fixe de l'œil par rapport au disque et ne peut vous être montré pratiquement.

Son principal inconvénient réside dans le manque de netteté de l'image : le temps pendant lequel on voit le mobile à chaque tour de disque est appréciable, et pendant ce temps le mobile s'est déplacé de façon sensible; l'image résultante dans l'œil est imprécise comme une photographie dont le sujet se déplace trop rapidement pour la vitesse de l'obturateur.

Différentes dispositions ont été imaginées pour réduire ce temps, mais, naturellement, l'éclairage se réduit dans les mêmes proportions et on tombe dans une autre difficulté.

Nous passerons de suite à une catégorie d'appareils moins imparfaits.

Dans les appareils de la seconde classe, dits à éclairage intermittent, le mobile est éclairé seulement à l'instant où on doit le voir. L'éclairage est alors obtenu par le même disque qui, placé devant une source lumineuse puissante, ne laisse passer les rayons d'éclairage qu'au moment voulu. Ce procédé a été employé notamment par Doppler (3).

Dans ses études sur les tuyaux sonores, Mach (4) a remplacé le disque rotatif par un interrupteur de lumière construit avec un diapason entretenu électromagnétiquement.

Avec les appareils de cette catégorie, l'observateur n'est plus astreint à

(2) JAMIN, *Traité de Physique.*
(3) *Mémoires de la Société royale des Sciences* de Bohême (V°, suite, 3° vol., p. 779).
(4) MULLER POUILLET, *Lehrbuch der Physik* (chap. III, p. 669).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une position gênante et l'observation peut être faite par plusieurs personnes simultanément, bien qu'elle nécessite sinon l'obscurité tout au moins la pénombre. Elle présente le même défaut que la première méthode, le manque de netteté, dû à la dimension de la fente.

Ces différents systèmes ont rendu de très grands services, mais il est une troisième classe d'appareils bien plus intéressants encore, et qui commencent à pénétrer dans l'industrie depuis quelques années seulement.

Ce sont ceux qui utilisent une bobine de Ruhmkorff illuminant un tube de Geissler à intervalles réglés par l'interrupteur qui en détermine les éclairs.

Ces appareils existent depuis longtemps et n'ont guère changé dans leur principe.

On en trouve la description très précise et très explicite dans le *Journal de Physique théorique et appliquée* (5) de 1873. A cette date, le physicien Crova, professeur à la Faculté de Montpellier, écrit : « Un tube à gaz raréfié, « rendu lumineux par l'étincelle d'une bobine d'induction, fait apparaître « immobile l'interrupteur de Foucault ou le trembleur à marteau que la « bobine actionne; en effet, l'interrupteur est toujours éclairé dans la même « phase de sa vibration. Je me sers depuis longtemps de ce mode d'éclai- « rage pour démontrer la théorie de ce genre de phénomènes et pour donner « à un disque à secteurs blancs et noirs, animé d'un mouvement de rotation, « l'apparence d'un disque immobile ou tournant lentement dans un sens ou « dans l'autre. Il suffit de régler par tâtonnement la vitesse du disque pour « obtenir le résultat cherché. »

Nous voyons ainsi décrit le stroboscope à tube à gaz dont quelques exemplaires ont été présentés à l'industrie dans ces dernières années.

Mais avant de vous les nommer, et dans l'ordre historique, nous devons mentionner l'apparition vers 1920 des appareils stroboscopiques de M. Oehmichen bien connu par ses travaux sur les hélicoptères. Ces appareils, bien qu'ils ne soient pas sortis de son propre laboratoire, doivent être signalés dans l'exposé de cette question. M. Oehmichen s'est servi du stroboscope à tubes à gaz dans ses remarquables études sur le vol des insectes; ses appareils sont décrits dans son livre : *Nos maîtres les oiseaux*. Il s'en est servi pour l'analyse des tourbillons gazeux qui accompagnent la rotation des hélices en utilisant la méthode des filets de fumée qui permettent de rendre visibles pour l'œil les mouvements des fluides, insaisissables sans cet artifice. Ce procédé avait déjà été employé par Mach pour l'étude des vibrations dans les tuyaux sonores.

(5) *Journal de physique théorique et appliquée* (1e série, tome II, 1873, p. 112).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin M. Oehmichen, substituant aux tubes de Geissler une ampoule de Crookes, a réalisé la première expérience de radiostroboscopie.

La maison Elverson, en Angleterre, a réalisé depuis un appareil analogue qui utilise comme source d'éclairage, au lieu d'un tube, une lampe à gaz du genre de celles qui sont mises dans le commerce sous le nom de lampes veilleuses.

En France, la maison Lepaute a construit un stroboscope à tubes à néon dû à MM. Guillet et Bertrand dont la particularité réside dans son synchroniseur constitué par une corde vibrante munie d'un contact à mercure qui coupe le primaire d'une bobine d'induction dont le secondaire illumine le tube à gaz.

La fréquence dépend de la tension de la corde; elle est réglée par l'intermédiaire d'une vis micrométrique dont la tête porte une graduation servant de repères.

La remarquable constance de la corde vibrante et l'extrême souplesse avec laquelle on peut faire varier la fréquence de la vibration, et par conséquent celle de l'éclairage, rendent ce dispositif de synchronisation précieux dans bien des cas.

Défauts des stroboscopes. — Nous allons essayer de voir pourquoi ces appareils, qui peuvent rendre de si grands services, n'ont pas pénétré davantage dans l'industrie.

La première raison est la lenteur avec laquelle les méthodes d'investigation, en général créées dans les laboratoires, sont connues et utilisées dans les usines dont la production est le seul but.

Il faut vraiment qu'une méthode nouvelle réponde à un besoin urgent pour qu'elle soit adoptée dans l'industrie.

Un instrument qui sert à augmenter la quantité des produits usinés est tout de suite utilisé; il est beaucoup plus difficile de convaincre de la nécessité d'améliorer la qualité de ces mêmes produits si une concurrence immédiate ne l'impose pas.

La seconde raison est l'imperfection des stroboscopes existants jusqu'à ce jour et principalement leur manque de puissance lumineuse.

Le physicien, dans son laboratoire, acceptera volontiers de se mettre dans l'obscurité pour l'étude des phénomènes qui l'intéressent. Il n'en est pas de même pour l'industriel.

L'industriel qui veut se servir du stroboscope pour contrôler au banc d'essai le fonctionnement de son moteur, refusera, et pour cause d'impossibilité, de se mettre dans les mêmes conditions; le filateur qui veut contrôler la vitesse de ses broches ne le peut pas davantage. S'il y a dans un atelier

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

10.000 broches à contrôler, il ne peut passer devant chacune d'elles pour l'éclairer de près ; il faut que son atelier tout entier soit éclairé stroboscopiquement, de même que la salle d'essai des moteurs, ou tout au moins une fraction importante de l'atelier ou de la salle d'essai.

Le stroborama. — Le stroborama que nous présentons aujourd'hui à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale a été étudié spécialement dans un but industriel.

Comme nous l'avons vu, le stroboscope classique est composé d'une bobine de Ruhmkorff, alimentant un tube à gaz, et de son interrupteur rotatif ou alternatif qui constitue le synchroniseur déterminant la fréquence réglable des éclairs.

Dans ce système, le moment de l'éclairage est déterminé par la rupture produite dans le synchroniseur du courant primaire de la bobine.

La puissance lumineuse de l'éclaireur est, bien entendu, fonction de la puissance de la source électrique qui l'alimente. Mais le courant qui produit l'éclairage doit passer dans le synchroniseur et c'est ce qui limite très rapidement la puissance lumineuse des appareils actuels. Au delà d'une certaine intensité, l'arc produit à la rupture du primaire détériore rapidement les contacts et rend imprécis le point de l'allumage. De plus, cet arc allonge la durée de la décharge et l'éclairage n'étant pas instantané l'image n'est pas parfaitement nette.

Le stroborama, ainsi appelé du grec « je vois les tourbillons » (tandis que le stroboscope signifie « j'examine les tourbillons ») a pour but d'éclairer très largement et avec toute l'intensité lumineuse qu'on peut désirer, les objets à étudier. Nous allons indiquer rapidement, sans entrer dans les détails de réalisation, quels sont les principes qui ont servi à son établissement.

On a complètement séparé les fonctions du synchroniseur et de l'éclaireur ; l'éclaireur est asservi au synchroniseur, qui détermine l'instant de l'éclairage sans que le courant d'éclairage le traverse.

Pour que le synchroniseur détermine l'éclairage à un moment rigoureusement précis, on a dû renoncer à provoquer cet éclairage par la rupture d'un courant.

Un contacteur rotatif Sy (fig. 1) ou alternatif, constituant le synchroniseur, produit la décharge d'un condensateur de faible capacité chargé à quelques centaines de volts par le groupe générateur de courant continu M_2G, dans le primaire à faible nombre de spires et sans fer d'un transformateur à haute fréquence, qui élève la tension jusqu'à celle qui est nécessaire au passage du courant dans le tube à gaz raréfié N. Mais cette décharge n'éclaire

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le tube que très faiblement en raison de la faible capacité du condensateur et ne sert qu'à amorcer celle de la source d'éclairage.

La source d'éclairage est alors constituée par une puissante batterie de condensateurs C, maintenue constamment chargée en partant du courant alternatif fourni par les secteurs électriques ordinaires, élevé à la tension d'allumage du tube par un transformateur T et redressé par des valves S.

Le tube d'éclairage N est constitué par un tube à gaz raréfié, tube à néon de préférence à cause de sa grande puissance lumineuse (6). Ce tube est intercalé dans le circuit de décharge de la batterie de condensateurs d'éclairage C,

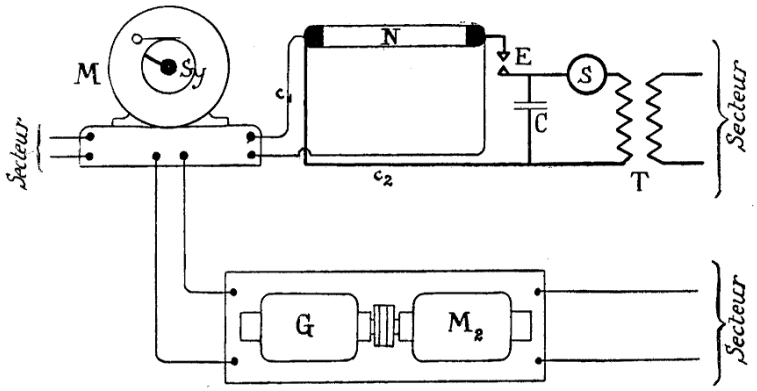


Fig. 1. — Schéma des connexions du stroborama du type A.

C, condensateur; — E, éclateur; — G, génératrice de courant continu; — M, moteur du synchroniseur; — M_2, moteur de la génératrice de courant continu; — N, tube à néon; — S, soupape de redressement; — Sy, synchroniseur; — T, transformateur; — c_1, courant d'amorçage; — c_2, circuit d'éclairage.

par l'intermédiaire d'un éclateur E réglé à une distance telle que la décharge ne passe pas sans amorçage, mais que cette décharge passe en illuminant le tube dès qu'un amorçage est effectué par le synchroniseur.

Cet ensemble de dispositions permet un éclairage d'une puissance illimitée puisque cette puissance ne dépend que de celle de la source d'éclairage et que le courant d'éclairage ne passe pas par le synchroniseur.

De plus, le circuit d'éclairage comportant un minimum de self, l'éclairage est pratiquement instantané. En fait, sur un disque tournant à une vitesse périphérique de 100 m : s, on distingue nettement deux traits distants de 1 mm.

Si les tubes à néon sont d'un emploi si avantageux en stroboscopie c'est

(6) Ces tubes existent à l'état industriel depuis les travaux de MM. Georges Claude et de Beaufort. Les enseignes lumineuses les ont rendus familiers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que, indépendamment de leur fabrication industrielle, la magnifique lumière rouge qu'ils fournissent, bien que légèrement changée lorsqu'ils sont illuminés par la décharge d'une puissante batterie de condensateurs, donne un éclairage dont le contraste avec la lumière du jour facilite encore les observations dans les ateliers largement éclairés.

Il est même possible et avantageux dans certains cas, lorsque les observations doivent se faire de loin et à la jumelle (cas de projection d'huile,

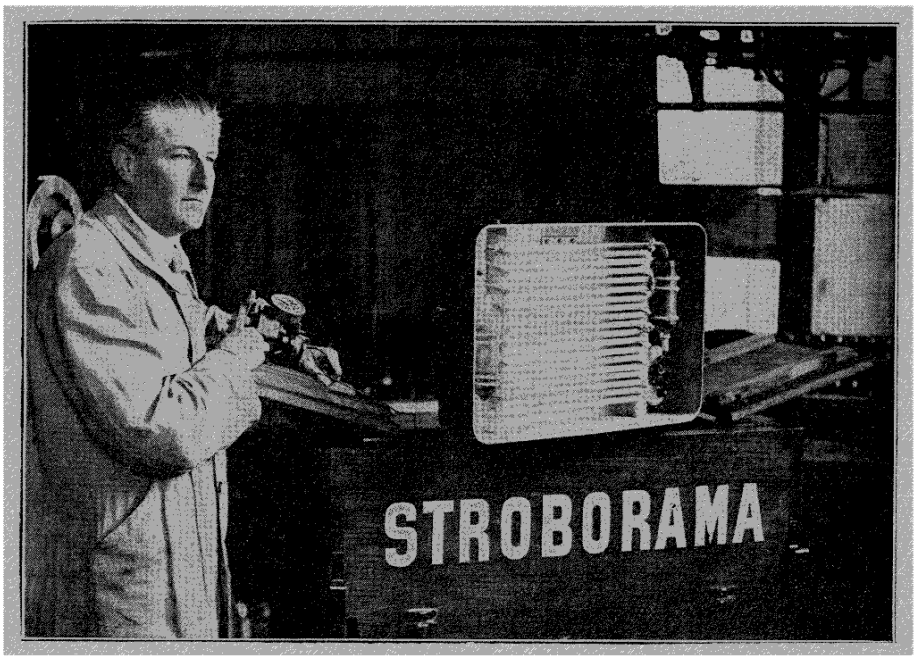


Fig. 2. — Stroborama, type universel, 1.000 bougies : projecteur et synchroniseur.

vent d'une hélice, etc.), de munir la jumelle de verres rouges qui, ne laissant passer que les rayons considérés, diminuent l'importance relative de l'éclairage extérieur.

Nous remercions ici MM. Georges Claude et Jean de Beaufort de l'intérêt avec lequel ils ont suivi nos travaux et du précieux encouragement qu'il nous ont donné.

Les tubes qu'ils ont réalisés pour ces appareils sont absolument spéciaux en vue des intensités qu'ils doivent supporter et pour résister à l'échauffement considérable qui en résulte.

Nous adressons aussi tous nos remerciements à M. Laüt dont les conseils nous ont été précieux pour la réalisation de cet appareil.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Applications du stroborama — Les applications du stroborama sont innombrables; pour en faire l'énumération il faudrait passer en revue toutes les machines dont les organes se déplacent à des vitesses considérables et sont soumis à des vibrations et à des déformations qu'il est utile de connaître. Ce programme embrasse à peu près toutes les branches de la mécanique actuelle. Rendue illimitée dans sa puissance, la méthode stroboscopique par tube à néon doit l'être dans ses applications à l'industrie.

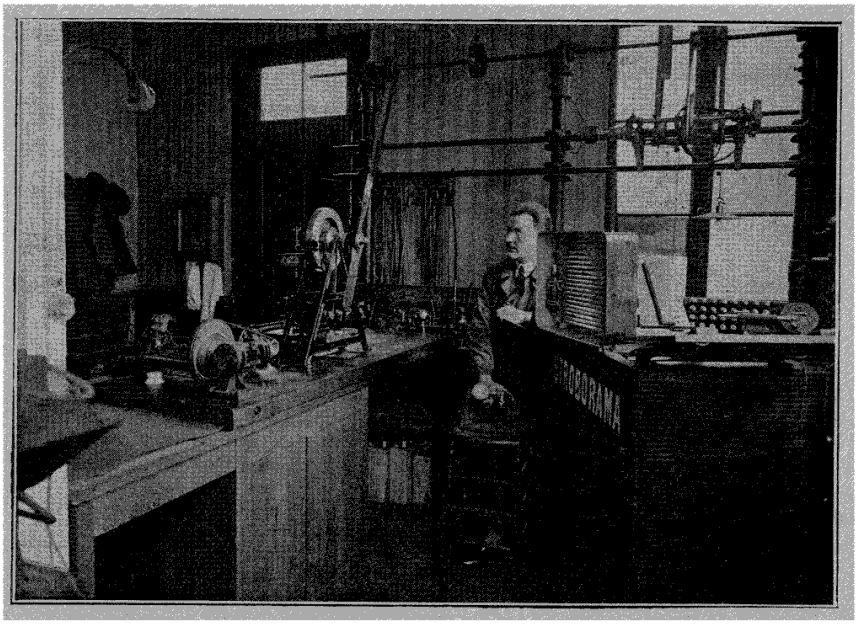


Fig. 3. — Stroborama, type universel, 1.000 bougies : expériences sur le banc d'essai présenté à la Société d'Encouragement.

Moteurs d'automobiles et d'aviation. — Comme exemples nous pouvons citer l'étude au ralenti de toute espèce de moteur, et en particulier, des moteurs d'automobiles et des moteurs d'aviation. Le stroborama permet à première vue de s'assurer du bon fonctionnement de leurs organes et de déceler en particulier les rebondissements des soupapes et de leurs commandes, les vibrations des ressorts, etc. Des repères placés sur deux plateaux fixés aux extrémités du vilebrequin donnent, par les variations de leurs positions angulaires relatives, la détermination et la mesure des torsions de ce vilebrequin à une phase quelconque du cycle. Enfin, une simple fenêtre pratiquée dans le carter suffit, grâce à la puissance du faisceau lumineux projeté, pour illuminer stroboscopiquement l'intérieur du moteur et permettre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'étude des flexions du vilebrequin et des bielles, l'étude des cames de distribution et du graissage. Celle-ci est rendue possible par le curieux effet produit par l'éclairage stroboscopique sur les liquides pulvérisés qui paraissent se diviser en gouttelettes distinctes dont il est aisé de suivre la trajectoire.

Hydraulique. — La répartition du carburant dans la veine gazeuse peut être aussi rendue visible dans un tuyau d'aspiration ou dans un carburateur muni de fenêtres en verre. L'étude de la formation des jets et des émulsions dans les gicleurs des carburateurs et dans les pulvérisateurs des moteurs

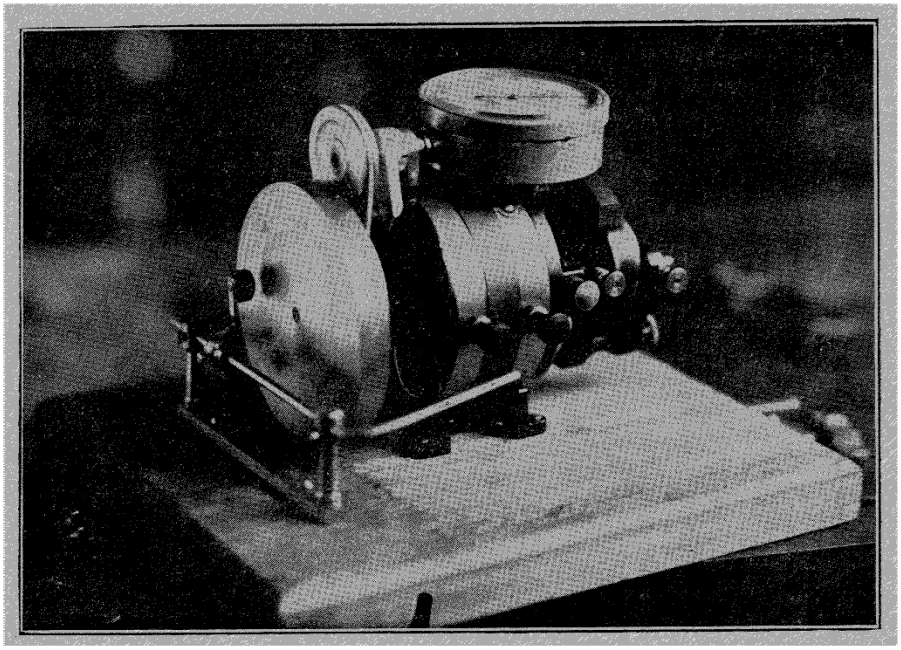


Fig. 4. — Stroborama, type universel, 1.000 bougies : le synchroniseur rotatif déterminant la fréquence des éclairs, muni de son compte-tours et de son frein de réglage.

Diesel et semi-Diesel est très instructive. La puissance lumineuse du stroborama rend ces recherches particulièrement intéressantes et faciles.

Cette application de la méthode stroboscopique à l'étude des veines liquides est d'ailleurs une des premières qui aient été faites. Elle a été réalisée par Savart (7) avec l'appareil à disque perforé de Plateau. « A chaque trou qui passe, on voit les gouttes qui composent la veine liquide, immobiles à l'endroit qu'elles occupent à ce moment, et si les périodes de passage des trous devant l'œil et des gouttes au même point de la veine sont les

(7) Savart, *Annales de Physique et de Chimie*, 2e série, T. LIII, page 337.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mêmes, celles-ci semblent immobilisées et il est facile d'en apprécier la forme (8). »

On voit tous les enseignements que peut donner une pareille méthode d'investigation dans le fonctionnement des injecteurs et éjecteurs de toutes sortes, des tuyères de turbines à eau et à vapeur, des vannes et robinets, etc. Il semble aussi que ceux qui étudient les formes de coques marines au bassin Froude pourraient tirer un parti intéressant de ce mode d'examen des filets liquides.

Signalons que, dans cet ordre d'idées, des travaux sur les phénomènes qui se produisent autour d'un corps immergé dans un fluide visqueux ont été faits par la méthode chronophotographique (9).

La méthode stroboscopique à grand éclairage pourrait certainement faciliter des expériences de cette nature et en augmenter la rapidité.

Aérodynamique. — Après l'examen des phénomènes relatifs aux liquides, nous passons tout naturellement à ceux, analogues, qui se produisent dans les gaz. A cet effet ceux-ci seront rendus visibles par des fumées (Mach) ou des fils légers (Oehmichen).

La forme de la veine gazeuse, ses remous et ses tourbillons pourront être étudiés avec le stroborama qui permet d'éclairer un large champ et en particulier un tunnel aérodynamique de grandes dimensions.

Les groupes motopropulseurs des avions peuvent être examinés montés sur les appareils mêmes, et dans les conditions où ils doivent marcher. L'hélice et l'avion étant alors éclairés dans leur ensemble, on peut en étudier les vibrations et les déformations. La direction des filets d'air et les remous peuvent être décelés en projetant des poussières impalpables ou de la fumée dans l'hélice.

Mécanique générale. — Toutes les vibrations, même celles de très faible amplitude qui ont lieu dans les bâtis des machines sont immédiatement situées et mesurées lorsqu'elle sont étudiées stroboscopiquement au ralenti. On a alors la curieuse impression de voir des pièces massives et en apparence immobiles, onduler comme une tôle souple.

L'équilibrage des pièces tournantes est facilité puisqu'on peut voir quelle est la position de la pièce en étude qui correspond à une position déterminée du palier mobile constituant l'organe essentiel des machines à équilibrer.

En particulier, cette application a un grand intérêt pour l'équilibrage des grosses turbines dont les pièces mobiles peuvent être éclairées dans leur ensemble avec le stroborama.

(8) JAMIN, *Cours de Physique.*
(9) CAMICHEL, *Technique aéronautique*, 15 décembre 1925.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mesure des vitesses. — La mesure de la vitesse (ou d'un sous-multiple de la vitesse) d'un mobile quelconque est immédiatement donnée par la vitesse du synchroniseur lorsque ce mobile illuminé par le stroboscope donne l'apparence de l'immobilité. On peut ainsi déterminer la vitesse d'objets éloignés, difficiles à atteindre, ou très nombreux. Le stroborama, grâce à sa puissance lumineuse, permet alors d'envisager l'éclairage stroboscopique d'un atelier entier ou d'une fraction importante de cet atelier. Un cas tout particulièrement intéressant est celui des broches dans les filatures. Nous en dirons rapidement quelques mots.

Filatures. — Très généralement, et en condensant pour ainsi dire en un schéma grossier les nombreuses machines qui, dans les différentes industries de la soie, du coton, de la laine, etc., servent à fabriquer le fil, on peut dire qu'une machine de filature ou de moulinage se compose d'une série de broches, 600 environ, sur lesquelles sont montées des bobines comportant deux ou plusieurs fils assemblés, mais non tordus. Ces broches tournent elles-mêmes à une vitesse de 10.000 tours environ pour tordre ensemble les fils pendant qu'ils se déroulent, afin de constituer un fil unique. Du nombre de tours fait par la broche pendant que le fil se déroule, de un mètre par exemple, dépend la torsion du fil et plus tard l'aspect du tissu fabriqué avec ce fil. La régularité de la torsion, c'est-à-dire la régularité de la vitesse des broches, est donc absolument nécessaire.

Sans le stroborama, il est absolument impossible d'analyse rcette opération et de se rendre compte de sa régularité. Supposons la vitesse théorique des broches fixée à 10.000 tours avec une tolérance de 150 tours en plus ou en moins ; la lumière stroboscopique montrera dans une position d'immobilité absolue toutes les broches qui tournent à la vitesse du synchroniseur, qu'on aura réglé à 10.000 tours ; celles qui tournent trop vite paraîtront tourner dans un sens avec une vitesse apparente très réduite représentant l'écart entre leur vitesse réelle et leur vitesse théorique ; tandis que celles qui tournent à une vitesse inférieure à la vitesse théorique paraîtront se mouvoir lentement en sens inverse. Il devient donc possible de procéder à un réglage qui permettra de ramener toutes les broches à la même vitesse, ou si ce réglage n'est pas possible, d'éliminer celles qui dépassent la tolérance admise.

Un point brillant situé sur le mobile, et réalisé par exemple à l'aide d'une tête de clou polie formant un petit miroir convexe, rend facile la vérification de la vitesse à une très grande distance de la source lumineuse par un effet analogue à celui des miroirs convexes employés pour former certaines réclames lumineuses par réflexion.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Machines rotatives à imprimer. — Les machines à imprimer sur le papier ou les tissus, en une ou plusieurs couleurs, comportent des cylindres, tournant parfois à une vitesse telle qu'on ne peut contrôler les produits au fur et à mesure de l'impression. Les produits fabriqués s'enroulent d'ailleurs sur un tambour et une imperfection peut passer longtemps inaperçue, causant la perte d'une certaine quantité de matière première.

L'éclairage stroboscopique de ces machines à la fréquence voulue permettra l'examen de l'impression en position apparemment immobile. On pourra dès lors arrêter la machine si un défaut se produit, ou régler en marche les cylindres les uns par rapport aux autres, dans le cas des impressions en plusieurs couleurs dont le repérage doit être exact.

Construction électrique. — Dans la construction électrique nous pouvons signaler : l'étude des turbo-alternateurs; le mode d'action de leur régulateur; l'accrochage de plusieurs alternateurs; l'étude des moteurs synchrones; l'étude des vibrations des balais.

Il existe enfin une méthode d'emploi du stroborama adaptée à l'étude des mouvements non périodiques; c'est celle qui consiste à projeter une série d'éclairs isolés, soit au hasard avec un manipulateur analogue au Morse, soit de toute autre manière que suggérera chaque problème particulier. La puissance de l'éclair imprime sur la rétine une image profonde, et la persistance de l'impression permet avec un peu d'attention de saisir sur le fait les positions respectives des organes à étudier.

Cette méthode est applicable notamment à l'étude des armes à feu et des projectiles.

Petite mécanique de précision. — L'emploi de la méthode stroboscopique peut rendre de grands services aux constructeurs de petite mécanique de précision, aux constructeurs :

de machines à coudre, pour voir la formation de la boucle et le passage de la navette;

de magnétos, pour l'examen des conditions de fonctionnement du rupteur;

de transmissions à flexibles, pour l'étude de la nature du mouvement transmis;

de tachymètres, pour l'étude des fonctions dans les appareils dits chronométriques;

de compteurs de toute sorte, pour l'étalonnage;

de gyroscopes, pour la mesure de la vitesse;

de cinématographes, pour l'étude des obturateurs et des pièces en mouvement alternatif.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Horlogerie. — En horlogerie le réglage pratique et en série des mouvements de montres ou de pendules est très abrégé par l'examen simultané de tous les balanciers, éclairés par un stroboscope synchronisé par un balancier étalon. La moindre tendance à l'avance ou au retard étant tout de suite mise en évidence par la comparaison d'un repère pris sur le balancier avec un repère fixe; si on n'emploie pas le stroboscope, on doit attendre au moins une erreur d'une oscillation du balancier et, en pratique, davantage pour la déceler sur l'aiguille. Les fonctions, surtout celles de l'échappement, sont utilement vérifiées.

Microscopie. — On peut aussi éclairer par la lumière stroboscopique le champ d'un microscope et tenter des recherches certainement intéressantes.

La stroboscopie permet les études des oscillations et des vibrations de toutes espèces, le tarage des diapasons rapportés à un étalon (Guillet).

Ophtalmologie. — La méthode peut être employée en ophtalmologie pour mesurer : la durée des impressions lumineuses sur la rétine en fonction de la durée de l'éclair; sa variation suivant les individus et les différentes couleurs obtenues en changeant la nature du gaz du tube. Elle peut servir en général à l'étude des réactions de l'œil aux éclairs lumineux rapides de différentes couleurs, espacés suivant une loi quelconque.

En dehors de son emploi comme appareil d'étude ou de vérification, le stroborama à grand éclairage a d'autres applications très nombreuses.

Phares. — L'énergie accumulée entre deux éclairs et dissipée pendant un temps très court au moment de la décharge principale, produit une intensité lumineuse telle qu'on peut envisager l'application de ce mode particulier d'éclairage des tubes à gaz aux phares marins ou aériens en ajoutant ainsi à la concentration dans l'espace, réalisée par Fresnel à l'aide de son système optique, une concentration de l'énergie lumineuse dans le temps. Dans cette application, la source de lumière constituée par le tube ayant une certaine dimension, peut épouser la forme de la caustique de la lentille ou du réflecteur. Cette construction nous a été indiquée par M. de Beaufort.

Paradoxes stroboscopiques. — On voit la merveilleuse fécondité de la méthode, mais dans chaque cas particulier elle exige une étude approfondie du problème à résoudre et les résultats de l'observation doivent être soigneusement interprêtés, car ils semblent parfois trompeurs et inexplicables à première vue. Nous allons donner deux exemples de ce que l'on pourrait appeler des paradoxes stroboscopiques :

1° Deux poulies d'égal diamètre, réunies par une courroie, peuvent être

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

facilement immobilisées au stroboscope, mais la courroie paraît en général patiner sur leur jante.

On pourrait être tenté de prendre cette apparence pour du glissement : il n'en est rien; elle provient simplement de ce fait que la longueur totale de la courroie n'est pas un multiple entier de la circonférence des poulies. Il est d'ailleurs possible de caractériser le glissement réel de la courroie : il suffit de diviser la courroie par des repères à la craie, en fractions multiples du développement des poulies et du développement de la courroie. On les compare alors à un repère placé sur la poulie : le déplacement du repère de la poulie par rapport à ceux de la courroie détermine le glissement réel.

2° Si, étant donnés deux engrenages dont les nombres de dents ne sont pas multiples l'un de l'autre, on immobilise l'un d'eux au stroboscope, on a l'apparence curieuse de deux pignons engrenant ensemble, dont l'un est fixe et l'autre tourne à toute allure.

Ces exemples pourraient se multiplier à l'infini; il nous suffit d'en avoir cité deux pour montrer la nécessité ici, comme dans toutes les méthodes d'observation, d'une interprétation judicieuse et réfléchie.

Publicité, attractions. — Pour terminer et dans un ordre d'idées très différent, les réclames lumineuses, les attractions peuvent tirer de curieux effets de stroboscopes puissants : des lettres écrites sur des disques tournants paraîtront suivant les vitesses du synchroniseur, alternativement immobiles ou tournantes, tantôt brouillées, tantôt au contraire groupées pour former un mot ou une phrase, alors nettement lisible. L'aspect d'un jet de liquide décomposé en ses gouttelettes qui paraissent soit immobiles, suspendues en l'air, soit animées d'un mouvement très lent qui peut leur donner même l'apparence de remonter, en rentrant dans l'orifice par où s'échappe le jet liquide, est aussi fort curieux. L'aspect d'un jongleur, éclairé par le stroboscope, peut également, avec quantité d'autres effets faciles à imaginer, donner lieu à d'intéressantes attractions.

On ne saurait passer en revue toutes les applications rendues possibles par l'intensité lumineuse de cet appareil à grande puissance; il semble qu'elles surgissent d'elles-mêmes et dans tous les ordres d'idées, toutes les fois qu'on se trouve en présence d'un mouvement rapide.

Le stroborama à grand éclairage a rendu industrielle une méthode d'analyse restée difficilement applicable jusqu'alors; nous espérons qu'il réalisera un procédé de contrôle et de recherche vraiment pratique, applicable et presque indispensable dans toute usine moderne (10).

(10) Voir la discussion qui a fait suite à cette communication dans le *Bulletin* de décembre 1925, p. 904 (Compte rendu de la séance publique du 28 novembre 1925).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BARATTE A PRODUCTION CONTINUE (BARATTE « BUTYRO ») ET LAVEUR-MALAXEUR DE BEURRE

par

M. STÉPHANE KARPINSKY (1).

MONSIEUR LE PRÉSIDENT, MESDAMES, MESSIEURS,

J'ai l'honneur de vous présenter l'appareil « Butyro » qui transforme instantanément et continûment la crème en beurre, un nouveau laveur-malaxeur de beurre et un bac à température constante pour la fermentation de la crème.

L'*appareil Butyro* pour la fabrication du beurre est une pompe aspirante

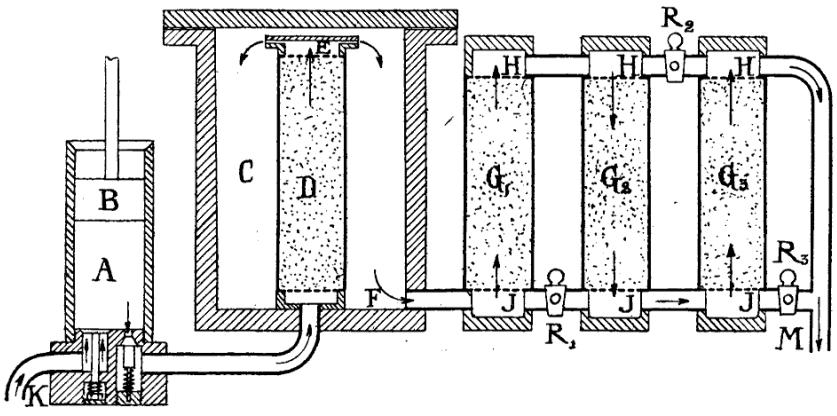


Fig. 1. — Coupe schématique de la baratte « Butyro ».

et foulante à deux corps A (fig. 1 et 2), portée sur un bâti fixé à un socle. Les pistons B sont commandés par un balancier à mouvement alternatif. Les deux corps de pompe sont reliés par un tuyau de caoutchouc à un tube d'aspiration. Dans la partie supérieure de ce tube est pratiquée une petite prise d'air, de manière que, en même temps qu'on aspire la crème, on aspire

(1) Communication faite par l'auteur en séance publique le 23 janvier 1926.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

aussi une certaine quantité d'air qui représente en volume environ le quart du volume de crème. Cette prise d'air ne doit jamais être plongée dans la crème.

Le refoulement se fait dans une cloche C à l'intérieur de laquelle se trouve un cylindre creux D rempli de sable siliceux, dont les grains sont convenablement triés et simplement maintenus entre deux plaques perforées. La partie inférieure de ce cylindre est reliée aux deux orifices de refoulement et la partie supérieure est fermée par un chapeau E pourvu de quelques trous d'échappement. Dans la partie la plus basse du fond de la cloche se trouve un orifice de sortie F pour le liquide, relié à trois tubes G_1, G_2, G_3 placés derrière l'appareil; ces trois tubes sont remplis de sable comme le cylindre D. En haut et en bas de chaque tube, se trouvent des chambres vides H et J; toutes les chambres supérieures H peuvent être reliées entre elles, de même les chambres inférieures J. Le dernier tube G_3 est relié à un tuyau flexible de sortie M.

Fig. 2. — Baratte « Butyro » à levier et laveur-malaxeur de beurre.

Tout l'appareil est en fonte grise vitrifiée.

Ce n'est pas pour simplifier la construction et diminuer le prix de revient que j'ai choisi la commande par levier à mouvement alternatif. Au début, j'ai eu beaucoup d'observations à ce sujet, mais quand j'eus construit quelques modèles à mouvement rotatif, on constata que ce mouvement, pour une personne de force moyenne et pendant un effort prolongé, est beaucoup plus pénible que le mouvement alternatif surtout vers la fin de l'opération. Dans le mouvement alternatif, tous les muscles donnent l'effort, la position du corps est normale et la respiration l'est également.

Fonctionnement de l'appareil. — On plonge le tube d'aspiration dans la crème contenue dans un récipient quelconque et on commence à actionner le levier. La crème aspirée en même temps que l'air, alternativement par les deux corps de pompe, est refoulée sous pression de 3 à 5 kg : cm² à travers le cylindre D. Les globules de matière grasse, pendant leur passage dans les conduits en chicane, c'est-à dire les interstices sinueux formés par les grains

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de sable, viennent en contact grâce à l'air se trouvant dans l'émulsion et s'agglomèrent en particules de beurre plus ou moins grandes.

Comme on le voit, le choc employé jusqu'à présent pour la fabrication du beurre est remplacé par une sorte de laminage appliqué à de petites quantités pendant un temps très court.

Les particules de beurre s'échappant en jet continu des orifices du cylindre à sable, tombent dans le fond de la cloche C, sortent par le tuyau flexible et sont recueillies dans le laveur-malaxeur (fig. 3).

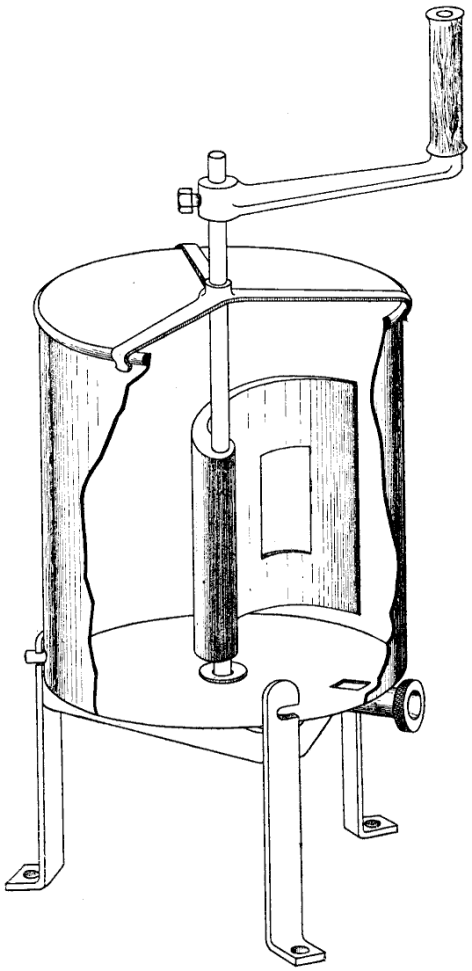


Fig. 3. — Laveur-malaxeur de beurre.

Si la crème est normale, le passage par un seul tube à sable est tout à fait suffisant pour la transformation de cette crème en beurre. J'appelle crème normale une crème contenant au moins 300 g de matière grasse par litre. Pour la transformation de crèmes moins riches en matière grasse, il faut un effort plus grand. Cet effort s'obtient en augmentant le parcours du liquide à travers le sable. A cet effet, en fermant successivement les robinets R_1 R_2 R_3, on branche sur le parcours un, deux ou trois tubes G supplémentaires.

Le laveur-malaxeur une fois rempli aux deux tiers, on procède au délaitage du produit et au lavage et malaxage du beurre dans cet appareil (fig. 4).

Pour nettoyer la baratte, il suffit de plonger le tube d'aspiration dans un seau d'eau chauffée entre 70° et 80° et de faire fonctionner l'appareil. L'eau passant sous pression et suivant le même parcours que la crème enlève toute trace de matières grasses et de caséïne.

Le débit de l'appareil présenté est de 150 l de crème à l'heure pour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

30 battements complets du levier à la minute. L'effort nécessaire pour actionner l'appareil ne dépasse pas les forces moyennes d'une femme. En augmentant la vitesse du levier on peut obtenir un débit supérieur.

Pour les grandes installations, nous avons construit un appareil à moteur débitant 1.000 l à l'heure. En ce moment, nous construisons un modèle à bras de 300 l.

Avec notre appareil, en travail ordinaire de ferme, les pertes en matière grasse suivant l'état de la crème, varient entre 2 et 5 g de matière grasse par litre de babeurre. Pour la crème préparée soigneusement et traitée à la température la plus proche possible de 14°, les pertes en matière grasse par litre de babeurre peuvent être abaissées jusqu'à 1,5 g.

Fig. 4. — Laveur-malaxeur de beurre.

Nous conseillons d'extraire le produit de la baratte juste à la limite de formation du beurre. Cet état des matières peut être reconnu par l'aspect spongieux du produit sortant du tube d'évacuation et se décollant à peine de la spatule en bois préalablement mouillée à l'eau.

Cette masse est encore hygroscopique et retient tout le babeurre, mais il suffit de quelques tours du laveur-malaxeur pour faire apparaître nettement le babeurre et le faire descendre en bas du récipient. Cette manière d'opérer donne le meilleur résultat au point de vue du rendement et de la qualité du produit. Une fois le babeurre apparu, on l'évacue en ouvrant le robinet du laveur-malaxeur. Le beurre est alors prêt à être lavé.

Lavage. — L'eau versée sur ce produit encore à l'état spongieux enlève toute la caséïne et le lactose, si nuisibles à la conservation du beurre. La teneur en matières étrangères dans le beurre ainsi lavé varie entre 1 et 2 p. 100. En prenant un peu de précautions, on peut descendre jusqu'à 0,5 p. 100. En été, dans un endroit quelconque, ce beurre peut se conserver un mois et demi environ.

* * *

Les avantages qui différencient l'appareil Butyro de tous les appareils existants sont les suivants :

Débit continu, c'est-à-dire possibilité de traiter à la fois n'importe quelle quantité de crème ;

Facilité du travail en toute saison, grâce à la rapidité du passage du liquide à travers l'appareil;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le liquide sort à la même température que celle à laquelle il est entré;

Rendement élevé en beurre de qualité supérieure;

Surveillance facile de la fabrication du beurre qui reste constamment visible;

Longue conservation du produit;

Hygiène absolue; le beurre n'est jamais en contact avec les mains;

Nettoyage automatique très efficace de l'appareil;

Peu d'encombrement.

Notre *laveur-malaxeur* (fig. 3 et 4) se compose d'un récipient en bois ou en métal dans lequel tourne une ailette concave et convexe, fixée sur un axe porté par une crapaudine et passant en haut dans un croisillon. La partie supérieure de cet axe est munie d'une manivelle. Le récipient est porté par un trépied fixé sur une planche.

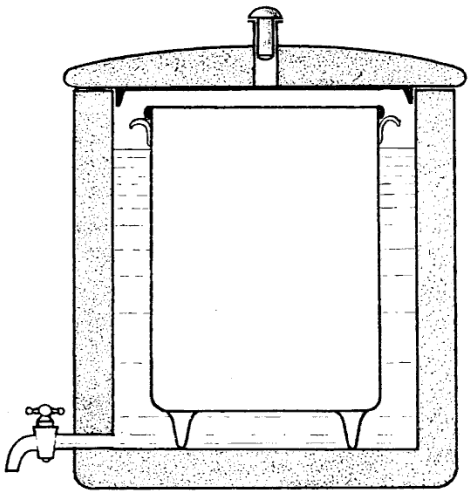


Fig. 5. — Bac collecteur de crème à température constante.

Pour faire apparaître le babeurre et pour laver le beurre, on tourne l'ailette dans le sens des aiguilles d'une montre; pour malaxer on tourne en sens inverse : les masses de beurre prises par la partie convexe de l'ailette se disposent en couches verticales concentriques aux parois de l'appareil.

Dans cet appareil, le malaxage s'effectue beaucoup plus rapidement que dans le malaxeur horizontal; grâce à la position verticale, chaque fois qu'une poche d'eau est crevée par l'ailette, cette eau s'écoule vers le bas du récipient et la poche ne s'emplit pas de nouveau comme cela arrive souvent dans le malaxeur horizontal. Au bout de deux ou trois minutes, le malaxage est terminé. Le pourcentage d'eau dans le beurre varie de 12 à 16 p. 100. Avec l'appareil du modèle présenté, on peut malaxer à la fois 8 à 9 kg de beurre.

Bac collecteur de crème. — Nous croyons devoir signaler aussi notre bac collecteur de crème dans lequel règne la température constante nécessaire à la fermentation de la crème. On sait en effet que les plus grandes pertes dans la fabrication du beurre sont occasionnées :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1° par une température trop basse ou trop haute de la crème pendant le barattage;

2° par la fermentation inégale du mélange de crème lorsqu'elle n'est barattée qu'une fois par semaine.

Pendant le barattage, les crèmes acides se transforment beaucoup plus rapidement que les crèmes fraîches, et dans le mélange de crème de 7 jours, c'est-à-dire de 7 acidités différentes, une grande partie de la crème fraîche passe dans le babeurre. Nous avons eu l'occasion de relever très souvent dans les fermes que la teneur en matière grasse dans le babeurre s'élève jusqu'à 50 g par litre et ne descend jamais au-dessous de 15 g.

Prenant en considération le réglage défectueux très répandu de l'écrémeuse de 15 à 25 p. 100 de crème pour 100 l de lait, ces pertes en beurre peuvent atteindre la proportion énorme de 10 p. 100 pour la totalité de la fabrication du beurre à la campagne. Si on ajoute à cette perte une diminution de qualité qui n'est pas inférieure à 10 p. 100, la perte totale peut atteindre 20 p. 100. Jusqu'à l'apparition de notre bac, les fermières étaient impuissantes à remédier à ces inconvénients par manque de moyens.

Notre bac est une combinaison de la marmite norvégienne et du bain-marie. Il se compose (fig. 5), d'une cuve à doubles parois séparées par un isolant empêchant les variations de température à l'intérieur. Dans cette cuve, se trouve un récipient amovible, de diamètre plus petit, laissant un espace circulaire suffisant pour une quantité d'eau déterminée. En versant dans cet espace de l'eau chaude ou fraîche, suivant la saison, on fait fermenter et on conserve les crèmes à température constante en dépit de tous les changements de la température extérieure.

Nous cédons aux cultivateurs ces bacs au prix de revient, pour améliorer la fabrication du beurre à la campagne, et pour appuyer fortement notre appareil pour la fabrication du beurre.

Cet appareil supprime toute surveillance de la crème et assure la régularité parfaite de la fabrication du beurre.

L'emploi de l'ensemble de ces appareils met le cultivateur dans l'impossibilité d'obtenir un mauvais produit, et la différence entre notre système de fabrication du beurre et le barattage ordinaire est comparable à la différence qui existe entre l'écrémage primitif d'autrefois et l'écrémage centrifuge.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LES RÉCENTES APPLICATIONS DES VERNIS CELLULOSIQUES, APPLICATION A LA CARROSSERIE AUTOMOBILE

par

MM. L. CLÉMENT ET C. RIVIÈRE (1)

Ingénieurs-chimistes E. P. C. I.

M. LE PRÉSIDENT, MESDAMES, MESSIEURS,

En 1913 (2) et en 1914 (3), nous avions eu l'honneur d'exposer en séance publique de la Société d'Encouragement quelques-unes des applications des éthers cellulosiques tels que l'acétocellulose.

Dans la communication de 1914 notamment, nous avions insisté sur les applications possibles de l'acétocellulose au vernissage et à l'enduisage.

Peu de mois après cette dernière séance, la grande tourmente mondiale survenait et vous avez su, par des voix autorisées, quelles avaient été les considérables applications de l'acétocellulose. Les enduits pour toiles d'avions, les plaques transparentes d'acétocellulose que nous vous présentions à cette époque, ici même, devaient être rapidement utilisés.

Des millions de kilogrammes d'enduits imperméabilisateurs pour les avions de guerre furent fabriqués, des milliers de plaques transparentes devinrent les pare-brise d'avions, les vitres des camions militaires, les carreaux des zones bombardées, les lunettes des masques à gaz.

Ce produit cellulosique à peine né dut son développement à la formidable industrie de guerre et ce n'est pas sans une certaine émotion que nous relisons certains passages de notre modeste communication de mars 1914, énumérant les applications militaires possibles d'un produit qui devait tant servir quelques mois plus tard.

Nous présentions aussi à ce moment de très modestes échantillons, des plaquettes de bois et de métal vernies à l'acétocellulose et, comparativement,

(1) Communication faite en séance publique par les auteurs le 27 février 1926.

(2) *L'acétate de cellulose, fabrication, propriétés, usages*, L. CLÉMENT ET C. RIVIÈRE (*Bulletin* de juillet 1913, p. 53-75).

(3) *Les vernis et enduits à base d'acétate de cellulose*, L. CLÉMENT ET C. RIVIÈRE (*Bulletin* d'août-sept.-octobre 1914, p. 187-206).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à la nitrocellulose, en indiquant l'utilisation possible aux arts industriels. Ces applications ont fait aussi leur chemin et nous sommes heureux de vous les représenter aujourd'hui un peu plus développées et entrées enfin dans la phase industrielle.

Il leur fallut, disons-le tout de suite, subir l'approbation étrangère et s'il n'est question actuellement dans l'industrie du vernissage que des nouveaux vernis cellulosiques américains, rappelez-vous, Messieurs, que beaucoup d'entre vous en virent, ici même, il y a 12 ans, presque jour pour jour, présentés par deux Français.

La communication que nous allons vous faire suivra donc le plan de celle de 1914; vous pourrez ainsi vous rendre compte des progrès accomplis.

LES PRODUITS CELLULOSIQUES.

Deux esters, ou éthers cellulosiques, sont utilisés, la nitrocellulose et l'acétocellulose. La littérature des brevets est très riche en exposés sur les éthers-oxydes cellulosiques, tels que l'éthyl, la méthyl, la benzylcellulose. Ces produits nouveaux, extrêmement intéressants, ne sont cependant pas encore entrés dans la pratique industrielle. Nous en dirons cependant quelques mots.

Nitrocellulose. — Les nitrocelluloses pour vernis ou enduits sont un peu spéciales; leur taux de nitration oscille entre 11,5 et 12 p. 100 d'azote. Elles sont parfaitement solubles dans l'acétone, les acétates de méthyle, de butyle, d'amyle, le mélange alcool-éther. De plus, la viscosité de leurs dissolutions est relativement faible. Cet abaissement de viscosité est produit soit par une hydrolyse préalable de la cellulose avant nitration, soit par un traitement hydrolytique après nitration. Ces nitrocelluloses doivent être aussi stables que possible.

L'abaissement de viscosité a permis de préparer des vernis cellulosiques beaucoup plus chargés en matière sèche et, par suite, plus couvrants et brillants; cette diminution de viscosité ne peut pas être poussée cependant très loin, car les pellicules de vernis doivent présenter de grandes qualités de résistance et d'imperméabilité.

Acétocellulose. — C'est la solubilité dans l'acétone que l'on utilise et là encore on recherche une viscosité compatible avec une bonne solidité; les limites sont cependant plus rapprochées que dans le cas précédent.

Éthers-oxydes cellulosiques. — Ces produits, qui sont assez nouveaux, sont obtenus le plus généralement par action d'un chlorure alcoolique sur l'alcali-cellulose.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'éthylcellulose, par exemple, est obtenue par action à chaud, et sous pression, du chlorure d'éthyle sur la cellulose sodée. Les conditions de fabrication sont très strictes. On obtient ainsi une variété de produits cellulosiques dont les solubilités vont depuis l'eau jusqu'aux dissolvants organiques.

Avec des précautions spéciales, on fabrique des matières solubles seulement dans les dissolvants organiques, volatils ou non, et très suffisamment imperméables. Nous vous présentons, à titre d'exemple, une pellicule de benzylcellulose soluble dans l'acétone, le mélange d'alcool et de benzine, et qui donne d'excellents résultats techniques.

Ces produits présentent des solubilités nouvelles et intéressantes; ils sont peu combustibles et représentent peut-être ce que sera l'avenir prochain de l'industrie du film, des matières plastiques, de la soie artificielle et des vernis. Leur industrialisation ne tardera pas; ils sont très étudiés à l'étranger.

COMPOSITION GÉNÉRALE D'UN VERNIS OU ENDUIT CELLULOSIQUE.

Les esters ou éthers cellulosiques sont essentiellement de nature colloïdale comme la cellulose dont ils dérivent. Lorsque l'on dit que la nitrocellulose, par exemple, est soluble dans tel ou tel dissolvant, on sous-entend qu'il s'agit d'une dissolution colloïdale. Le produit cellulosique se disperse dans le liquide à la façon de la gélatine dans l'eau. Il y a donc production d'un sol visqueux, sol dont la viscosité augmente avec la concentration sans suivre une loi proportionnelle, mais plutôt une loi logarithmique.

Le caractère colloïdal de ces sols permet de leur faire subir une série de traitements que n'autorise guère la dissolution cristalloïde. Le sol étant formé, il devient possible, à certaines conditions, de lui ajouter une proportion considérable de liquides diluants sans qu'il y ait floculation, ces diluants n'ayant eux-mêmes aucun caractère spécifique dissolvant pour les produits cellulosiques. On retrouve ici la même série de phénomènes trouvés par Loëb dans ses magistrales études sur les solutions de gélatine, études qui ont montré la possibilité de diluer de façon considérable ces solutions avec des liquides organiques non dissolvants.

C'est dire que le fabricant de vernis cellulosiques peut être maître de son mélange dissolvant et en régler à volonté la vitesse d'évaporation et le prix.

Le sol cellulosique étendu sur une plaque polie laissera par évaporation une pellicule solide, transparente, brillante, souple, imperméable à l'eau et aux gaz; c'est la phase homogène du gel. Il possède donc les qualités d'un vernis ou d'un enduit idéal.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Par contre, ces pellicules n'adhèrent pas nécessairement à la surface polie; le problème de leur adhérence a été résolu par l'adjonction au vernis de petites quantités de gommes.

Enfin, les vernis doivent être le plus souvent colorés. On ajoute donc au sol cellulosique des couleurs solubles ou des pigments minéraux.

Le choix des liquides dissolvants ou diluants n'est pas fixé seulement par la condition de simple rapidité de séchage. Les vernis sèchent à l'air libre qui est souvent humide et il ne faut pas qu'au cours de l'évaporation il y ait miscibilité de l'eau atmosphérique dans la couche encore liquide, sinon on aurait production de taches blanches.

Dans le brevet français n° 479.307, nous avons résumé comme suit la composition générale des liquides dissolvants et diluants d'un vernis cellulosique :

a) Liquides volatils, dissolvants propres, indifféremment miscibles ou non à l'eau;

b) Liquides volatils non dissolvants (diluants bon marché), de préférence non miscibles à l'eau;

c) Liquides peu ou pas volatils, dissolvants, mais non miscibles à l'eau. Ces derniers sont appelés liquides antidépolissants ou plastifiants.

Dissolvants, plastifiants, produits d'addition. — Les dissolvants les plus utilisés sont l'acétone et l'acétate de méthyle, l'acétate d'amyle et l'acétate de butyle. Ce dernier produit est venu plus récemment sur le marché à la suite de la mise au point industrielle de fabrication d'acétone et d'alcool butylique par fermentation. Les propriétés comparatives de l'acétate d'amyle commercial et de l'acétate de butyle commercial sont les suivantes :

	Points d'ébullition :
Acétate de butyle (type commercial).	115° — 125°
Acétate d'amyle (type commercial).	125° — 145°

Le pouvoir dissolvant pour la nitrocellulose des deux liquides est sensiblement le même, mais le prix de l'acétate de butyle est actuellement notablement inférieur à celui de l'acétate d'amyle. Ce produit est donc un succédané très adopté de l'acétate d'amyle.

L'acétate de butyle ainsi que l'acétate d'amyle dissolvent également beaucoup de gommes-résines et en permettent ainsi l'incorporation à la nitrocellulose.

L'alcool éthylique et l'alcool butylique sont également utilisés dans ce but.

Pour le cas de l'acétocellulose, la gamme est un peu plus pauvre. Le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tétrachlorure d'éthane, avec lequel nous avions fait d'excellents vernis et laques en 1914, a été très utilisé. Malheureusement l'emploi massif du tétrachlorure d'éthane est subordonné à des précautions assez grandes de ventilation.

Le tétrachlorure d'éthane, spécifiquement beaucoup moins toxique que le chloroforme, est peu volatil; l'élimination des vapeurs des ateliers est difficile et des accidents sont à craindre. Mais, dans tous les cas où de bonnes précautions d'aération sont prises, le tétrachloréthane reste le liquide qui joue le mieux pour l'acétocellulose le rôle de l'acétate d'amyle pour la nitrocellulose.

L'acétone, l'acétate de méthyle sont dont utilisés, mais ne permettent pas l'obtention de laques aussi belles.

En Italie, en Angleterre et en Allemagne, on utilise depuis quelques mois le chlorure de méthylène comme dissolvant de l'acétocellulose. Ce liquide bout à 41°,5. Nous ignorons toutefois son degré de toxicité, mais il faut tenir compte de sa grande volatilité qui facilite l'évaporation.

Le nombre des produits antidépolissants et plastifiants est considérable et nous renvoyons à la littérature des brevets, très riche sur la question. Citons au hasard : le camphre, l'acool benzylique, la triacétine, l'éther acétylacétique, le phosphate triphénylique.

Le choix du plastifiant est fixé par les conditions d'emploi du vernis, un vernis souple nécessitant un plastifiant extrêmement peu volatil.

Les gommes ajoutées aux vernis cellulosiques ont pour but, avons-nous dit, de faciliter l'adhérence aux surfaces polies et d'augmenter le brillant du vernis. Le choix de ces gommes est conditionné par la solubilité dans les dissolvants ou diluants du vernis et par leur dureté. Les gommes les plus couramment employées à cet effet sont les gommes du genre copal tendre.

Les vernis cellulosiques sont le plus souvent colorés. A cet effet, ils sont broyés avec des pigments minéraux ou des laques de colorants. Le choix de ces pigments ne peut pas être indifférent; il faut tenir compte des saponifications possibles de l'éther cellulosique par la charge du vernis et de la solidité à la lumière et à l'eau.

FABRICATION INDUSTRIELLE DES VERNIS CELLULOSIQUES.

Cette fabrication, dont nous dirons en finissant l'importance actuelle, est tout au moins simple au point de vue de l'appareillage si elle est fort compliquée dans ses détails de composition.

L'éther cellulosique, nitro ou acétocellulose, est mis en dissolution dans le mélange choisi comme dissolvant à l'aide d'un malaxeur quelconque, pétrin ou tonneau tournant. Les pétrins sont généralement en fer étamé ou

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en bois. La dissolution s'opère d'abord dans les dissolvants propres, l'addition des liquides diluants étant faite progressivement.

Le vernis ou enduit obtenu doit être filtré pour éliminer les impuretés non dissoutes; le plus généralement le filtre-presse avec papier ou toile fine est utilisé.

D'autre part, les gommes ont été mises en dissolution et la dissolution filtrée dans le matériel bien connu qui est utilisé par les fabricants de vernis à l'alcool.

Le mélange des deux dissolutions s'opère dans un troisième malaxeur-mélangeur, et le vernis mixte obtenu passe à l'atelier de broyage. Le broyage des vernis avec les couleurs, pigments ou laques, s'opère exactement comme dans le cas des vernis gras ou des vernis à l'alcool : avec des moulins, des broyeuses à boulets ou des broyeuses à cylindres. Le grain doit être naturellement extrêmement fin, mais ce broyage ne présente pas de difficultés spéciales.

MODE D'APPLICATION.

Les vernis cellulosiques n'ont pu trouver leur utilisation industrielle qu'à partir du moment où les employeurs ont compris que ces produits, totalement différents des anciens vernis, devaient s'appliquer selon une technique également nouvelle. Les vernissages à la brosse, au pinceau, ne donnent que peu de résultats. On applique à la brosse les enduits pour toiles d'avions, mais dans ce cas le but visé est plutôt un apprêtage qu'un vernissage régulier. D'ailleurs, rien n'empêcherait d'appliquer ces enduits par les véritables méthodes industrielles. Le vernissage au trempé est utilisé, de moins en moins d'ailleurs, pour le vernissage de petites pièces. Mais, pour les grandes applications que nous avons en vue, l'application à la brosse ou au pinceau a fait faillite; elle est impossible, il faut pulvériser le vernis. C'est pourquoi l'industrie des vernis cellulosiques est intimement liée aux progrès réalisés dans la construction des pulvérisateurs.

Il existe actuellement de très nombreux modèles de pulvérisateurs; beaucoup sont français et ceux-ci sont excellents.

Ces appareils permettent, par simple manœuvre de rotation d'un ajutage, d'obtenir un jet cylindrique ou un jet plat imitant parfaitement le coup de pinceau. Ils fonctionnent sous une pression de 3 à 6 kg : cm^2 et permettent, grâce à une double détente, d'envoyer un jet d'air pour nettoyer préalablement ou sécher la surface à vernir.

En quelques heures, un ouvrier est mis au courant du maniement fort simple de l'appareil. Cet ouvrier peut arriver à réussir des applications décoratives, au pochoir par exemple, en quelques minutes. Le vaporisateur est le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

véritable pinceau mécanique, et l'effort des fabricants de vernis est précisément de réaliser la formule qui permette l'application au vaporisateur. Il faut donc éviter l'emploi de dissolvants trop volatils qui sèchent au sortir même de l'appareil et l'enrayent rapidement.

Il n'est pas impossible d'espérer que, dans quelques années, on possédera un pulvérisateur comme on possède actuellement son aspirateur de poussières. On pourra à volonté et par amusement, chez soi, se livrer aux travaux de peinture — de peinture cellulosique naturellement —, travaux qui causent actuellement tant de légitimes soucis aux maîtresses de maison.

LES APPLICATIONS ACTUELLES DES VERNIS CELLULOSIQUES.

Il nous reste maintenant à reprendre, chapitre par chapitre, les applications des vernis cellulosiques que nous avions signalées en 1914. Dans chaque cas, nous en indiquerons les progrès et vous pourrez voir, en regardant les échantillons, que la question a été consciencieusement étudiée.

Pellicules transparentes. — Nous passerons rapidement sur ce sujet qui est un peu en dehors de la question. Les pellicules transparentes à base d'acétate de cellulose ont été couramment utilisées pendant la guerre et sont encore employées pour constituer des pare-brise d'avions, d'automobiles, de camions, des carreaux incassables. L'utilisation à cet égard a été considérable, ces pellicules offrant le grand avantage de l'ininflammabilité. Une application assez curieuse est celle qui consiste à tremper une toile métallique dans une dissolution d'acétate de cellulose. Au séchage les mailles du tissu sont obturées par la pellicule et l'on obtient des vitres armées, souples, incassables, très utilisées dans la construction provisoire, les serres, etc.

Le film ininflammable à base d'une pellicule transparente d'acétate de cellulose a conquis sur le marché une place relativement importante, et cette importance va croissant. Il a permis l'utilisation sans danger de petits appareils d'amateurs, pour prise de vues et projection, tels que le Pathé-Baby. Le lancement scolaire est facilité considérablement par l'emploi de ces films de sécurité.

Imperméabilisation des toiles. — Toutes les toiles d'avions sans exception sont enduites actuellement à l'aide des dissolutions d'acétate de celllulose qui leur assurent la rigidité et l'imperméabilité. Pendant la guerre, il a été produit 9 millions de kilogrammes d'enduits. Nous disions en 1914 qu'il y aurait avantage à se servir d'enduits colorés pour reconnaître et classer les avions. Presque tous les avions ont été colorés des teintes de camouflage avec les enduits. On étudia des camouflages spéciaux pour les avions de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

jour et des enduits anti-réflecteurs pour les avions de bombardement de nuit. Actuellement, les ailes d'avions sont le plus souvent gris bleuté ou jaune kaki. La solidité de ces enduisages est considérable : les avions volent sans inconvénient en pleine pluie ou en pleine humidité sans qu'on observe de détensions marquées des toiles.

Le système français d'enduisage, d'ailleurs très rationnel, consiste à étendre en première couche sur la toile, une couche d'enduit incolore, ensuite deux couches d'enduit coloré légèrement assoupli pour contrebalancer l'influence de la charge ; enfin on lisse et brillante avec une quatrième couche d'enduit incolore.

Les dissolvants sont l'acétone, le mélange d'alcool et de benzine. Les plastifiants employés sont très nombreux : l'alcool benzylique, l'acétylacétate d'éthyle, la triacétine, l'eugénol, le tartrate d'amyle, etc.

L'application se fait toujours à la brosse, procédé long et coûteux. La captation des vapeurs et leur récupération, pratiquées pendant la guerre par quelques usines selon une méthode que nous avions nous-mêmes mise au point, n'est plus faite et on ne peut que le regretter.

L'industrie des enduits d'aviation se trouve paralysée actuellement dans son développement par le Cahier des Charges en vigueur depuis 1918. L'aérotechnique militaire devrait s'intéresser un peu plus qu'elle ne le fait aux nouveaux enduits qui lui sont proposés : acétocelluloses ayant sous forme de pellicules de nouvelles propriétés mécaniques, enduits plus imperméables, enduits ininflammables, soit en solution, soit sous forme de pellicules sèches, enfin, enduits à base d'éthers cellulosiques autres que l'acétocellulose.

Nous présentons à titre d'exemple un petit panneau de toile d'avion enduite à l'aide d'un enduit de benzylcellulose.

Vernis pour métaux et pour bois. Carrosseries d'automobiles. — Nous touchons là au développement le plus considérable des vernis cellulosiques et arrivons ainsi aux produits qui font tant parler d'eux actuellement.

Il y a quelques mois arrivait en effet d'Amérique, la nouvelle qu'un émail extraordinaire venait d'être mis au point après 10 années de recherches par des chimistes spécialisés. Appliqué à l'état liquide sur les tôles ou sur les bois, ce produit donnait par séchage un émail dur, imperméable, lavable par conséquent, inattaquable à l'essence et aux huiles ; le séchage était presque instantané. Les Américains l'avaient appliqué en grand pour le vernissage des carrosseries d'automobiles. La renommée, justifiée d'ailleurs, de ce produit s'étendit en Europe et c'est ainsi que les vernis cellulosiques

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

déjà fabriqués en France il y a plus de dix ans, y sont actuellement tellement en vogue.

Les vernis pour bois ou tôles de carrosseries sont à base de nitrocellulose et de gomme suivant les principes de fabrication que nous avons indiqués.

Nous avons créé une série complète de vernis permettant le travail complet de la carrosserie : apprêts, vernis, émaux et même mastics cellulosiques.

Pour *émailler à froid* une tôle de carrosserie d'automobile, on opère comme suit. Après dégraissage et décapage soigné de la tôle, on projette au pulvérisateur l'apprêt cellulosique : un vernis fluide coloré de teinte neutre. Une ou deux couches suffisent selon l'état de la tôle. Le séchage est extrêmement rapide. Les trous, bosselures, etc., de la tôle sont mastiqués à l'aide d'un véritable mastic cellulosique, sorte de collodion épais très chargé en matières minérales et dont le séchage demande à peine une heure; ce mastic est étendu à la palette. Après un ponçage, on étend soit une autre couche d'apprêt cellulosique, destinée à masquer le mastic, soit une couche de la nuance choisie. En général, deux couches d'émail cellulosique coloré suffisent ensuite pour donner à la surface le ton nécessaire. L'intervalle de séchage entre deux couches est toujours extrêmement réduit et varie de 20 minutes à une heure selon la ventilation et la température. Après complet séchage et durcissement des couches déposées, on procède au polissage. La surface du vernis est poncée au papier de verre fin humide, à la ponce soie humide, ou par tout autre moyen. La surface du vernis est alors mate mais lisse; en la frottant simplement avec un chiffon enduit d'une pâte à polir quelconque, elle prend un très beau poli, satiné, brillant et durable.

Une carrosserie automobile peut donc se vernir en quelques heures — là où il fallait plusieurs semaines — sans précautions extraordinaires — là où les conditions de séchage devaient être très soignées — avec de simples manœuvres rapidement initiées.

Un accroc dans la fabrication, même grave, se rattrape en quelques minutes; le vernis qui se « plisse », qui « corde », qui se « mate », terreur des anciens vernisseurs, est une expression vide de sens dans l'application de l'émail cellulosique.

Cette application se fait dans des cabines ventilées, la partie à vernir étant placée sur une plate-forme que l'on fait tourner à la main ou mécaniquement. Les pulvérisateurs sont placés à poste fixe dans ces cabines, qui sont généralement chauffées à 25° ou 30° pour activer le séchage. Les conditions hygiéniques de travail sont donc aussi complètes que possible, les ventilateurs expulsant immédiatement les vapeurs de dissolvant.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous venons de décrire un des types de vernissage; il en existe d'autres. Certains fabricants estiment qu'il y a intérêt à utiliser le vernis cellulosique seulement sur les couches d'apprêt aux huiles jadis utilisés. D'autres composent des apprêts aux huiles à séchage accéléré et appliquent ensuite le vernis cellulosique. Chaque manière de faire a ses défenseurs et nous n'entrerons pas dans la controverse voulant simplement signaler les beaux résultats obtenus.

Gain de temps. — Il est considérable. Les statistiques estiment que là où les vernis gras demandaient 336 heures, les vernis cellulosiques en demandent seulement 14. Le prix de revient est diminué par conséquent; l'encombrement et le capital immobilisé le sont également.

Absence de malfaçons. — Citons les statistiques des grandes usines. Les refus de pièces pour défauts de peinture qui atteignaient 20 p. 100 dans telle usine sont tombés à 2 p. 100 avec application de l'émail à froid.

Qualité supérieure des vernis cellulosiques. — Ces vernis sont durs, presque aussi durs que l'émail quand ils sont bien secs; il ne sont donc pas rayables et en tous cas les raies s'effacent facilement avec un chiffon enduit d'une pâte à polir pour métaux. Ils sont rigoureusement imperméables à l'eau, même chaude, et peuvent être lavés rapidement. Le vernis cellulosique résiste à la chaleur sans se ramollir et cloquer comme le font les vernis gras. L'essence, l'huile, le goudron sont sans action sur lui alors qu'ils tachent rapidement tous les vernis gras. Les vernis cellulosiques conservent donc leur aspect neuf du premier jour; il suffit de les laver et de les frotter à l'aide d'une pâte à polir les métaux pour leur faire reprendre un joli brillant et ceci même après plusieurs années.

Essais mécaniques des pièces vernies aux vernis cellulosiques. — Une tôle de carrosserie d'automobile qui a été laquée aux vernis cellulosiques doit résister à de nombreuses épreuves. On doit vérifier tout d'abord l'action des différents agents physiques : lumière, chaleur, humidité, changement de température. A cet égard, l'exposition à l'air d'un échantillon renseigne sérieusement. Après des semaines d'exposition aux intempéries, le vernis doit retrouver, par lavage ou polissage aux pâtes à polir, tout son brillant initial. On constate généralement que la facilité à se polir va en augmentant, la surface devenant plus dure. Le vernis doit rester souple et l'on s'en assure en pliant la tôle à 45°; aussi bien avant qu'après exposition, le vernis

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

doit rester parfaitement adhérent. Après la longue exposition, un choc avec un instrument contondant ne doit pas écailler le vernis.

Mais, pour vérifier rapidement les qualités du vernis, on procède en laboratoire aux essais suivants :

action de la chaleur, eau à 60° et refroidissement brusque; vérification de l'adhérence par pliage dans tous les sens; actions des agents chimiques : huile, goudron, pétrole;

martelage continu à l'aide de poids réglés tombant régulièrement sur le vernis; on mesure le nombre de chutes nécessaires pour amener l'écaillage.

Ces essais prouvent que l'on est extrêmement exigeant pour ces vernis, bien plus que pour les vernis aux huiles.

Le problème du vernis inaltérable pour l'automobile est donc résolu et la suppression définitive du vernis gras pour ces applications, presque réalisée dans beaucoup de pays, n'est plus qu'une question de mois en France.

Vernis pour métaux. — Les vernis cellulosiques à base de nitro ou même d'acétocellulose sont utilisés dans une foule de cas pour le vernissage des métaux. Les vernis noirs, brillants ou mats, sont utilisés dans l'industrie de matériel de précision, l'optique, etc. Les vernis colorés servent à décorer les boutons, les œillets de chaussures, l'article de mode de Paris, les articles d'éclairage, etc.

La consommation de ces différents vernis est fort importante.

Vernis pour bois. — Les vernis cellulosiques s'appliquent aussi bien sur bois que sur métal. Le bois étant poncé est garni de mastic cellulosique à la façon habituelle; les vernis s'appliquent ensuite au pulvérisateur. Si ces vernis sont colorés et opaques, il remplacent le laquage; s'ils sont incolores, ils donnent l'aspect des vernis à l'alcool dits au tampon mais avec tous les avantages de la facilité d'application et les propriétés inhérentes aux vernis cellulosiques. Il n'est pas douteux que, d'ici peu de temps, ces vernis trouveront de très importants débouchés dans l'industrie du meuble.

Les vernis cellulosiques s'appliquent naturellement aussi bien sur les parties en bois que sur les parties en tôle des carrosseries. La technique d'application est la même, le masticage des parties du bois doit être cependant très soigné.

Les enduits d'acétocellulose ou de nitrocellulose servent fréquemment à enduire les volants d'automobiles ou les poignées des appareils de direction. La technique d'application sur ces pièces rondes est un peu spéciale.

Les porte-plume, crayons, bobinons de filatures, perles de bois, etc.,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sont de plus en plus vernis avec les produits cellulosiques, nitro ou acétocellulose. C'est là un très grand progrès de la technique de ces vernissages : la beauté, le fini des produits, leur inaltérabilité leur ont assuré un très vif succès et beaucoup de grandes fabriques ont adopté ces enduits.

Vernis pour intérieurs. — Des essais fort intéressants ont été faits en Amérique pour appliquer les vernis cellulosiques dans les intérieurs, par exemple, dans les salles de bains. La technique d'application est un peu différente, mais ces vernis se posent facilement au pulvérisateur et leur rapidité de séchage jointe à la propriété qu'ils ont d'être lavables les rendent très précieux. Il est fort possible qu'il y ait là une application du plus grand avenir.

Vernis cellulosiques à effets décoratifs. — Nous avons pu obtenir des effets décoratifs parfois curieux avec ces vernis. Les vernis colorés, coulant les uns sur les autres à l'état humide, produisent des effets marbrés dont on peut voir ici quelques réalisations. Après séchage, la couche marbrée et brillantée est protégée à l'aide d'un vernis cellulosique incolore.

Un vernis cellulosique très chargé en pigment étant appliqué sur un autre, se fendille en produisant des craquelures qui laissent transparaître le fond coloré. On imite ainsi les peaux de reptiles, les maroquins, etc., et quelques applications ont trouvé leur place dans la décoration des objets : porte-plume, pavillons de haut-parleur, appareillage d'optique, ameublement, perles (brevet français Clément et Rivière, n° 530.658).

A l'Exposition des Arts décoratifs, on a pu voir dans beaucoups de stands des meubles modernes décorés avec des vernis craquelés.

Cuirs vernis. — La fabrication de cuirs vernis à l'aide de dissolutions d'éther cellulosique, et particulièrement de nitrocellulose, a pris un grand développement. Le vernis est le plus généralement mélangé à des huiles cuites ou soufflées et les pellicules déposées sont à la fois solides et souples. Cette fabrication, pratiquée depuis longtemps en Amérique, est presque universellement adoptée en France actuellement. Elle a constitué un grand progrès dans la technique du vernissage, en permettant de fabriquer des cuirs souples, beaucoup plus résistants aux intempéries et non cassants.

Irichromie. — Les dissolutions d'éther cellulosique peu concentrées laissent, par évaporation, une pellicule mince donnant des phénomènes chromatiques interférentiels tout comme une bulle de savon. Les applications à la décoration sont intéressantes; voici par exemple des cuirs irisés fort à la mode actuellement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fabrication des perles artificielles. — En 1924 nous avions exposé les principes de cette intéressante industrie qui, depuis, s'est fort développée en France. Nous ne reviendrons pas sur la technique de ces fabrications, mais nous voulons, cependant, signaler la fort belle application de ces collodions, contenant de l'écaille d'ablettes, à la production de masses plastiques d'acétocellulose nacrées. On a pu admirer à l'Exposition des Arts décoratifs la « nacrolaque » de M. Jean Paisseau.

Vernis pour verre. — Les vernis cellulosiques de toutes espèces constituent d'excellents revêtements décoratifs pour le verre. Cette application est assez importante et nombre de vases sont ainsi décorés; l'on peut réaliser des effets parfois fort jolis surtout si l'on associe l'irisation à la décoration. Une de ces applications les plus connues est celle du vernissage des lampes électriques à incandescence.

Vernis pour articles de mode. — Nous ne dirons que quelques mots sur ce sujet car la mode étant essentiellement variable, l'utilisation l'est naturellement aussi. On a réalisé ainsi des vernis pour chapeaux de dames, des étoffes argentées, nacrées, irisées, des cuirs décorés pour articles de maroquinerie, dont certains sont de véritables chefs-d'œuvre. Sait-on que les vernis que nos élégantes utilisent pour donner aux ongles leur brillant et leur rose sont, dans la plupart des cas, des vernis cellulosiques et que cette application est plus importante qu'elle ne le paraît de prime abord?

Isolants électriques. — Les vernis à l'acétate de cellulose commencent à trouver dans le recouvrement des fils pour l'appareillage de T. S. F. un débouché intéressant. Les fils enduits sont souples, l'enduit est ininflammable, présente un très bel aspect extérieur et est de plus un bon isolant. Cet enduisage se fait en continu à l'aide de machines spéciales. Le pouvoir isolant de l'acétocellulose est considérable puisqu'une plaque de 1 mm d'épaisseur résiste à 20.000 V environ. Les feuilles d'acétocellulose sont utilisées en quantités importantes dans la confection des condensateurs électriques industriels pour les téléphones, la transmission de l'énergie par courant alternatif et les appareils de T. S. F. Ces feuilles, dans certains procédés, sont métallisées sur une de leurs faces pour former une des armatures.

CONCLUSION.

La statistique officielle américaine indique que, pour 1923, la production des vernis et émaux cellulosiques a été, pour l'Amérique seulement, de 9 millions de litres. Celle de 1924 a été environ de 27 millions de litres.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ces chiffres sont loin d'être atteints en Europe, mais le développement y est déjà considérable. Si vous voulez bien penser, Messieurs, que ces vernis se vendent entre 15 et 50 f le litre, vous vous rendrez compte que ce ne sont pas là les résultats d'une petite industrie que nous avons eu l'honneur d'exposer devant vous.

MESDAMES, MESSIEURS,

Notre pays suit dans toute la mesure du possible ce grand développement. Pendant plusieurs années, toutes les énergies de la nation furent tendues vers le même but.

Les chimistes de la France envahie avaient mieux à faire que de travailler comme leurs collègues américains à la question des vernis pour automobiles. Il n'était question que d'une seule nitrocellulose, la poudre. Nos matières premières étaient disparues. C'est seulement depuis la paix que l'on a pu chercher des utilisations moins belliqueuses de cet éther cellulosique. L'effort français, lui aussi, est beau dans sa modestie. Notre industrie nationale de vernis lutte contre l'invasion des produits étrangers. Elle ne cède pas le terrain, elle en gagne chaque jour.

MESSIEURS,

Depuis plus d'un siècle, votre Société encourage et protège efficacement l'industrie nationale et nombre de grandes réalisations ont été exposées chez vous à leur aurore. Des séances historiques ont eu lieu ici.

Votre appui moral est considérable; il est d'autant plus précieux qu'à l'heure actuelle, le Français, riche d'idées mais pauvre à tout autre point de vue, doit lutter contre les possesseurs de devises étrangères, qui peuvent se permettre de somptueuses dépenses de publicité pour imposer leurs marchandises en France.

C'est pourquoi je vous exprime, en terminant, toute notre gratitude d'avoir permis à deux chercheurs d'exposer devant vous en trois communications séparées par plusieurs années, un sujet toujours le même, mais qui est devenu peu à peu, par des perfectionnements successifs, une belle industrie française.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

DISCUSSION.

M. le lieut.-col. RENARD dit que, dès le début des hostilités, en 1914, il a signalé au général Hirschauer, alors chef de notre aviation, les vernis dont MM. Clément et Rivière avaient montré l'intérêt pour l'enduisage des toiles d'avions, dans deux conférences faites ici même en 1913 et en 1914. Il a su depuis, et les conférenciers viennent de le confirmer, qu'il a été fait grand usage de ces vernis pendant la guerre. Les progrès de l'aviation dépendent en effet de deux facteurs principaux : 1° la grande puissance spécifique des moteurs; 2° la finesse de l'appareil, c'est-à-dire le rapport de l'effort de traction à son poids. L'effort de traction est d'autant plus faible que l'appareil conserve mieux sa forme et que ses surfaces sont plus lisses. Les vernis en question permettent d'obtenir ces résultats.

Au colonel JANVIER, M. CLÉMENT répond que dans un local spécialement ventilé, la durée de séchage des vernis cellulosiques ne dépasse pas 10 minutes; 45 à 60 minutes dans un local quelconque.

M. LINDET signale la sécurité de fabrication et de conservation des nouveaux vernis qui ne doivent pas « mûrir » comme les vernis gras et dont les usines de fabrication figurent dans la 1re classe des établissements dangereux.

A une question de M. LINDET, sur la substitution des films cinématographiques ininflammables aux films en celluloïd, M. CLÉMENT dit qu'à partir du 1er janvier 1926, tous les films fabriqués en France devaient être ininflammables, et qu'à partir du 1er janvier 1928, on n'en pourra plus projeter qui soient inflammables.

M. SALOMON demande si ces vernis ont été employés pour les voitures de chemins de fer, pour lesquelles on compte 15 à 20 opérations dans l'application des enduits extérieurs. M. CLÉMENT dit que cette application ne dépend que des compagnies de chemins de fer; elles ont été prévenues des avantages des nouveaux vernis fabriqués en France.

M. SAUVAGE, *vice-président*, remercie MM. Clément et Rivière de leur très intéressante communication. Il attire l'attention des auditeurs sur la transformation profonde que l'étude, scientifiquement et méthodiquement conduite, d'une question peut provoquer dans une vieille industrie comme celle des vernis gras; il n'est pas douteux qu'elle est appelée à disparaître dans un avenir peu éloigné devant l'industrie des vernis cellulosiques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TRAVAUX DE LA COMMISSION D'UTILISATION DU COMBUSTIBLE[1]

Ministère des Travaux publics.

ONZIÈME RAPPORT (2).

La commission instituée par décret du 14 mars 1920, à l'effet d'étudier les moyens propres à assurer une meilleure utilisation du combustible, a établi une première série de dix rapports, publiés au *Journal officiel* les 20 novembre 1920, 20 février, 8 mai, 14 août et 21 décembre 1921, 23 avril et 20 août 1922, 26 février, 1er avril et 9 juin 1923.

Dans le même temps, la Commission de Carbonisation, instituée par décret du 16 mars 1922, et dont la Commission d'Utilisation du Combustible avait eu soin de respecter le champ spécial d'activité, rendait compte de ses travaux dans le rapport général de ses secrétaires, MM. Brunschweig et Pomaret, inséré au *Journal officiel* du 1er mai 1923.

Le 10 juin 1923 s'ouvrait au Conservatoire national des Arts et Métiers le Congrès du Chauffage industriel, organisé sur l'initiative de la Commission d'Utilisation du Combustible. Ce congrès a tenu ses assises sous la présidence d'honneur de M. H. Le Chatelier; les communications qui y furent présentées et les comptes rendus de ses séances, formant un volume de 776 pages (numéros de juillet et août 1923 de *Chaleur et Industrie*) ont clairement mis au point, telles qu'elles se présentaient à cette époque, les principales questions intéressant les divers combustibles et leurs méthodes d'emploi.

Depuis lors, deux ans et demi se sont écoulés. Les efforts réalisés de tous côtés en faveur de la production rationnelle et de l'utilisation perfectionnée de la chaleur ont porté des fruits appréciables. Certaines questions se sont tassées; d'autres ont subi une impulsion vive et durable. Le moment paraît venu pour la Commission d'entreprendre une nouvelle série d'études, en vue de la généralisation des résultats acquis et de la continuation du progrès.

Pour inaugurer cette nouvelle phase du travail, nous devons à M. H. Giraud, directeur des travaux de Paris, l'exposé de ce qu'a fait la ville dans l'ordre des économies de combustible et des résultats pratiques qu'elle a obtenus. Elle ne s'est pas

(1) *Journal officiel* du 28 janvier 1926.

(2) Voir les dix premiers rapports dans les *Bulletins* de : janvier 1921, p. 124 à 127; — mars 1921, p. 286 à 301; — mai 1921, p. 476 à 507; — octobre 1921, p. 1088 à 1124; — janvier 1922, p. 50 à 78; — juin 1922, p. 565 à 599; — août-septembre-octobre 1922, p. 817 à 838; — mars 1923, p. 195 à 209; — mai 1923, p. 356 à 375; — octobre 1923, p. 1029 à 1052.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

contentée de procéder à des études et d'indiquer au public la voie à suivre; elle a démontré le mouvement en marchant. Comme on va le voir, les améliorations réalisées, non pas même dans la totalité de ses services, mais dans les seules usines du service des eaux et de l'assainissement, se traduisent d'ores et déjà par une économie de plus d'un million de francs par an.

Nous ne pouvons mieux faire que de laisser la parole à M. Giraud.

Le Secrétaire, ARMAND MAYER. — *Le Vice-Président de la Commission*, WALCKENAER.

Les travaux de la Commission des Économies de Combustible de la Préfecture de la Seine et les économies réalisées dans les services de la Direction des Travaux de Paris.

Le déficit de notre production houillère nationale, déficit dont les conséquences étaient aggravées par la hausse des changes, a occasionné, durant ces dernières années, un fort mouvement d'idées en faveur de la réalisation d'économies de combustibles.

La ville de Paris se devait à elle-même de ne pas rester en arrière : sous l'impulsion du préfet de la Seine et de la 2e commission du Conseil municipal, une commission des économies de combustibles, composée de conseillers municipaux, de fonctionnaires et de spécialistes, a été instituée en 1920.

Cette commission, désireuse de ne pas faire double emploi avec les organismes déjà institués par le Gouvernement, et voulant surtout rechercher les résultats pratiques susceptibles d'être obtenus dans les services de la préfecture de la Seine, s'est tracé le programme suivant :

Documentation sur les essais et recherches, permettant de sélectionner les appareils susceptibles d'être utilisés dans les services municipaux et départementaux.

Étude des améliorations possibles des installations existantes.

Définition des combustibles les mieux appropriés à chaque genre d'utilisation et à chaque nature d'appareils (chauffage industriel, chauffage central ou chauffage domestique).

Amélioration de l'instruction professionnelle des ouvriers chauffeurs, établissement du contrôle de la chauffe, etc.

Sur l'initiative de la Commission et avec sa collaboration, la ville de Paris a fait distribuer par milliers des petits tracts mettant à la portée de tous les principes essentiels d'utilisation rationnelle des combustibles; puis, elle a ouvert entre inventeurs, savants et fabricants, un concours en vue de faciliter l'éclosion des idées nouvelles se rattachant à cette question.

Deux expositions successives, organisées au Grand Palais, et dont on se rappelle la devise : « Le charbon est rare et cher, il faut l'économiser », ont montré au grand public combien il était nécessaire, pour notre pays, d'éviter tout gaspillage de combustibles, en même temps qu'elles permettaient de lui en faire connaître les moyens en mettant sous ses yeux les derniers progrès réalisés en matière de chauffage.

Tout en menant à bien les manifestations extérieures, la Commission a poursuivi la tâche qu'elle s'était tracée en chacun des points de son programme, et ses efforts n'ont pas été vains. Travaillant sans bruit, mais méthodiquement, elle a fait porter son action sur tous les services de la Préfecture qui consomment des combustibles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ces services sont très variés. A côté des puissantes usines du service des eaux, existent de petites usines à gaz, électriques ou élévatoires, desservant des établissements tels que prisons, hôpitaux et asiles d'aliénés, des installations de chauffage central de toute grandeur, des meuneries et boulangeries, des buanderies, des étuves de désinfection, des piscines et bains-douches, des fours destructeurs d'ordures ménagères, etc.

C'est dire toute l'étendue de la tâche entreprise par la Commission.

Des instructions ont été adressées aux services pour recommander les économies de combustible et indiquer les procédés à employer pour les réaliser. Mais le moyen le plus efficace pour obtenir les résultats cherchés a été la visite des établissements intéressés, par des spécialistes qui ont montré au personnel dirigeant les points qu'il convenait d'améliorer, en expliquant l'utilité des mesures envisagées, de manière que celles-ci soient appliquées par un personnel convaincu de leur efficacité.

Des résultats intéressants ont été obtenus dans divers établissements, mais il serait trop long et fastidieux de passer en revue tous les services sur lesquels l'action de la Commission s'est exercée. Pour beaucoup d'entre eux, il serait d'ailleurs difficile de chiffrer l'économie qui a pu être réalisée.

Par contre, il semble réellement intéressant de faire figurer ici, à titre d'exemple, les résultats obtenus dans les usines du service des eaux et de l'assainissement de la ville de Paris, résultats qui ont pu être chiffrés d'une façon assez précise.

Après visites et essais effectués avec la collaboration d'ingénieurs spécialistes de l'Office central de Chauffe rationnelle, une étude attentive des conditions de fonctionnement de ces usines fut faite par la sous-commission industrielle de la Commission des Économies de combustibles en accord avec les ingénieurs du service des eaux. Cette étude permit notamment de faire la discrimination entre les améliorations immédiatement réalisables et celles à comprendre dans les programmes d'avenir.

En application des directives de la Commission, un certain nombre d'agents et d'ouvriers des services techniques et de contremaîtres furent envoyés suivre les cours de l'École de Chauffe rationnelle et des cours pratiques de chauffe furent organisés dans l'une des grandes usines élévatoires à l'usage des chauffeurs.

De plus, en attendant que la modernisation complète des usines puisse progressivement s'opérer, tous les procédés de récupération de calories jugés applicables furent mis en œuvre : calorifugeage poussé à l'extrême, réchauffage d'eau, alimentation automatique des chaudières, récupération d'imbrûlés, etc.

Enfin, un système de primes sur le fonctionnement duquel nous allons donner quelques détails fut institué pour intéresser plus effectivement qu'autrefois le personnel ouvrier à la réalisation d'économies de combustible.

L'attribution de ces primes ne pouvant toutefois être effectuée d'une façon rationnelle qu'à la condition d'utiliser du combustible de bonne qualité, la ville de Paris substitua progressivement l'emploi de combustibles classés à celui de charbons tout-venant. Et, à l'heure actuelle, les usines élévatoires des services des eaux et de l'assainissement n'utilisent plus que deux sortes de combustibles : du coke calibré dans les usines situées à l'intérieur de Paris; des charbons classés et calibrés dans les usines hors Paris.

Malgré que cette dernière réforme n'ait pas été complètement achevée en 1924, les résultats obtenus et qui sont consignés ci-après sont déjà fort intéressants. Ils

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

montrent en tout cas que, contrairement à une opinion encore très répandue, il est possible, même dans une administration publique, d'obtenir des économies très appréciables sur la consommation de combustible, notamment en intéressant le personnel au bon fonctionnement des usines.

ANCIEN SYSTÈME D'ATTRIBUTION DE PRIMES.

Suivant le système qui fonctionna du 1er février 1902 au 1er septembre 1923, les primes accordées étaient semestrielles. Elles résultaient de la comparaison, pour chaque usine, entre :

D'une part, le tonnage réel (Tr) de combustible consommé dans le semestre écoulé, défalcation faite du combustible brûlé pour les allumages des générateurs, la couverture des feux et le réchauffage des machines;

D'autre part, le tonnage théorique (Tt) qui aurait dû être brûlé, eu égard au nombre total de chevaux-heures utiles développés dans le semestre considéré et à la consommation moyenne théorique de combustible par cheval-heure en eau montée, déterminée expérimentalement, pour les conditions normales de fonctionnement du matériel de l'établissement.

Lorsque (Tt) était plus grand que (Tr), la prime était répartie, entre les chefs ouvriers et ouvriers de l'établissement, au prorata de leur nombre d'heures de travail effectif et du coefficient de part-heure attribué, une fois pour toutes, à chaque bénéficiaire, suivant son grade.

Seuls avaient droit à la prime les chefs ouvriers et ouvriers du cadre permanent, appartenant aux catégories suivantes :

A. — *Personnel de maîtrise.* — Contrôleurs techniques, contremaîtres, mécaniciens chefs (coefficient de part-heure = 1,5).

Chefs ouvriers d'usine, maîtres chauffeurs (coefficient de part-heure = 1,25).

B. — *Personnel subalterne.* — Chauffeurs, conducteurs (coefficient de part-heure = 1).

Ce système de primes collectives ne faisait aucune distinction entre les bons et les mauvais ouvriers. Il traitait de la même manière les chauffeurs et les conducteurs de machines titulaires. Il excluait systématiquement du bénéfice de la prime les chauffeurs temporaires, devenus cependant de plus en plus nombreux depuis la guerre et depuis l'application de la journée de huit heures.

La Commission a pensé qu'un tel système ne répondait nullement à son but et, après plusieurs études des services techniques, elle a préconisé un nouveau système d'attribution de primes, qui a été adopté par M. le Préfet de la Seine en juillet 1923 pour commencer à fonctionner le 1er septembre 1923.

Après avoir subi quelques retouches, à dater du 1er juillet 1924, ce système est actuellement en vigueur dans toutes les usines élévatoires du service des eaux et de l'assainissement de la ville de Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NOUVEAU SYSTÈME D'ATTRIBUTION DE PRIMES.

Ce système satisfait aux principes suivants :

I. — CHAUFFEURS. — Primes basées sur la lecture d'appareils appropriés pour le contrôle permanent de la chauffe.

Ces appareils sont les déprimomètres et les manomètres enregistreurs.

Le déprimomètre enregistreur, installé sur chaque générateur, indique constamment au chauffeur, de la manière la plus simple mais aussi la plus frappante, si le tirage répond à l'allure du feu. Il permet encore à « l'employeur » de s'assurer, à tout instant, d'une façon sûre, certaine et rapide, si le chauffeur a ou non fidèlement observé les règles essentielles d'une conduite économique et rationnelle de la combustion.

Le déprimomètre sert à appliquer la prime individuelle, de nature à stimuler, au plus haut point, l'effort personnel du chauffeur.

Le taux de cette prime varie de 50 centimes à 1,20 f par jour.

Le manomètre enregistreur, installé sur le collecteur général de vapeur de l'usine considérée, *sert à attribuer aux chauffeurs d'une équipe, travaillant simultanément sur des générateurs fonctionnant en batterie, la « prime collective »*, basée sur la constance de la pression de la vapeur au collecteur général.

Cette prime est de nature à créer, entre les chauffeurs, un certain esprit de solidarité, capable d'inciter les bons ouvriers à réagir, eux-mêmes, contre les mauvais ouvriers, qui, par insuffisance professionnelle ou par négligence, occasionnent d'importantes et fréquentes baisses de pression.

Le taux de la prime collective et journalière varie de 15 à 30 centimes.

Les règles d'attribution des primes individuelles et des primes collectives sont les mêmes pour tous les chauffeurs, qu'ils soient titulaires ou qu'ils soient temporaires.

II. — CONDUCTEURS DE MACHINES. — La prime individuelle et journalière, attribuée aux conducteurs de machines, vise à la bonne utilisation de l'énergie.

Elle est basée sur l'état d'entretien des machines conduites, ainsi que sur l'emploi, plus ou moins judicieux, des huiles de graissage, des chiffons, etc.

Le taux de cette prime varie de 15 à 50 centimes.

III. — PERSONNEL DE MAITRISE. — Les primes attribuées aux maîtres chauffeurs, aux chefs ouvriers d'usine, aux mécaniciens chefs, aux contremaîtres, sont basées sur le rendement général du personnel et des appareils dont ils ont la surveillance.

Les *maîtres chauffeurs* reçoivent une prime mensuelle qui est fonction :

De la moyenne des primes touchées pendant le mois par l'ensemble des chauffeurs de l'établissement;

D'un coefficient variant de 1 à 1,50, suivant la valeur et les efforts de chaque maître chauffeur;

Du nombre de jours de travail effectif qu'ils ont accompli.

Les *chefs ouvriers* d'usine reçoivent une prime individuelle et journalière, dont le taux varie de 50 centimes à 1,25 f.

Les *contremaîtres* et les *mécaniciens chefs* reçoivent une prime journalière et une prime mensuelle.

La prime mensuelle est fonction :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

De la moyenne des primes touchées pendant le mois par l'ensemble des chauffeurs de l'établissement :

D'un coefficient qui varie de 1 à 2, suivant le nombre des générateurs de l'usine;

Du nombre de jours de travail effectif du contremaître ou du mécanicien chef.

ÉCONOMIES RÉALISÉES EN 1924 PAR RAPPORT A L'ANNÉE 1922.

Pour évaluer rationnellement ces économies, il a été indispensable de tenir compte des variations subies durant ces dernières années par les cours des combustibles et les tarifs des transports.

Tous ces éléments de calcul ont donc été ramenés à une base unique, c'est-à-dire à la valeur des combustibles et aux tarifs de transports fin 1924, les quantités auxquelles ils s'appliquent étant conformes aux renseignements statistiques établis pour les deux années considérées par chacun des deux services en cause, celui des machines (usines élévatoires des eaux de consommation) et celui de l'assainissement de la Seine (usine de relèvement des eaux d'égout).

Les corrections nécessaires ont d'ailleurs été faites pour tenir compte de la différence de qualité des charbons utilisés en 1924 et en 1922.

SERVICE DES MACHINES. — Les caractéristiques des usines du service des machines et leur travail effectif en 1924 sont indiqués aux deux tableaux ci-après :

TABLEAU FAISANT RESSORTIR POUR CHAQUE USINE LA PUISSANCE INSTALLÉE, L'EFFECTIF DES OUVRIERS QUI Y SONT EMPLOYÉS ET LES CUBES D'EAU REFOULÉS EN 1924.

DÉSIGNATION DES USINES	PUISSANCE INSTALLÉE EN CHEVAUX (Moteurs.)						EFFECTIFS(a) (Usines.)			QUANTITÉS D'EAU REFOULÉES EN 1924 (en mètres cubes.)		
	A vapeur.	Électriques.	Diesel.	A gaz pauvre.	Hydrauliques.	Total.	Titulaires.	Temporaires.	Total.	Eau brute.	Eau filtrée	Total.
Saint-Maur.	1.650	3.275	»	3.710	585	9.220	115	106	221	19.142.010	33.640.439	52.782,449
Ivry. n° 1.	2.025	960	»	»	»	2.985	71	50	121	34.206.893	»	34.206.893
Ivry. n° 2.	3.785	»	»	»	»	3.785	88	78	166	16.046.160	27.248.101	43.294.261
Austerlitz .	2.825	3.250	»	»	»	6.075	100	76	176	72.523.972	»	72.523.972
Bercy . . .	660	»	»	»	»	660	36	12	48	9.322.148	»	9.322.148
Javel . . .	558	»	»	»	»	558	7	5	12	5.794.059	»	5.794.059
Auteuil . .	1.165	»	»	»	»	1.165	40	19	59	12.974.650	»	12.974.650
Montsouris.	290	380	600	»	»	1.270	16	11	27	11.291.806	»	11.291.806
Gentilly . .	320	»	»	»	»	320	11	5	16	5.858.351	»	5.858.351
La Villette.	1.470	»	»	»	»	1.470	29	18	47	42.428.550	»	42.428.550
Ourcq. . .	450	660	»	»	»	1.110	24	13	37	12.370.941	»	12.370.941
Ménilmontant. . .	699	960	»	»	»	1.659	23	7	30	6.846.712	8.721.950	15.568.662
Charonne .	650	550	»	»	»	1.200	18	9	27	453.500	6.562.859	7.016.359
Montmartre . . .	(1) 340	220	»	»	»	560	7	6	13	2.670.286	3.050.189	5.720.475
Totaux . .	16.887	10.255	600	3.710	585	32.037	585	415	1.000	251.930.038	79.223.538	331.153.576

(a) Non compris les ouvriers des bassins filtrants et de l'atelier central.
(1) Machines à vapeur employées à titre de secours seulement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

USINES	TRAVAIL EN EAU MONTÉE, EXPRIMÉ EN TONNES-MÈTRES, PRODUIT EN 1924, PAR LES MOTEURS										
	A VAPEUR		ÉLECTRIQUES		DIESEL		A GAZ PAUVRE		HYDRAULIQUES		TOTAL
	Tonnes-mètres.	Pour 100 du travail total annuel de l'usine.	Tonnes-mètres.	Pour 100 du travail total annuel de l'usine.	Tonnes-mètres.	Pour 100 du travail total annuel de l'usine.	Tonnes-mètres.	Pour 100 du travail total annuel de l'usine.	Tonnes-mètres.	Pour 100 du travail total annuel de l'usine.	Tonnes-mètres.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Saint-Maur	545.541.252	13,3	1.681.997.850	41,1	»	»	1.490.915.800	36,4	378.887.559	9,2	4.097.342.461
Ivry . . N° 1 . .	2.465.676.948	100	»	»	»	»	»	»	»	»	2.465.676.948
Ivry . . N° 2 . .	3.218.461.222	100	»	»	»	»	»	»	»	»	3.218.461.222
Austerlitz	2.796.991.507	52,5	2.524.277.421	47,5	»	»	»	»	»	»	5.321.268.928
Bercy	563.700.625	100	»	»	»	»	»	»	»	»	563.700.625
Javel	303.195.564	100	»	»	»	»	»	»	»	»	303.195.564
Auteuil. Seine. .	682.203.535	100	»	»	»	»	»	»	»	»	682.203.535
Auteuil. Égout .	182.200.000	100	»	»	»	»	»	»	»	»	182.200.000
Montsouris	210.114.306	48,2	68.767.443	15,8	156.894.748	36,6	»	»	»	»	435.776.497
Gentilly	150.226.280	100	»	»	»	»	»	»	»	»	150.226.280
La Villette	427.623.337	100	»	»	»	»	»	»	»	»	427.623.337
Ourcq	219.637.499	36,9	375.211.900	63,1	»	»	»	»	»	»	594 849.399
Ménilmontant . . .	232.911.245	31,7	500.026.120	68,3	»	»	»	»	»	»	732.937.365
Charonne	61.652.042	14,2	233.683.350	85,8	»	»	»	»	»	»	295.335.392
Montmartre	»	»	288.422.172	100	»	»	»	»	»	»	288.422.172
Saint-Pierre	1.874.274	100	»	»	»	»	»	»	»	»	1.874.274
TOTAUX. . . .	12.062.009.636		5.672.386.256		156.894.748		1.490.915.800		378.887.559		19.761.093.999

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Compte tenu de la qualité des différents combustibles employés, les économies de combustibles réalisées dans ce service s'établissent comme suit :

DÉSIGNATION DES USINES	COMBUSTIBLE CONSOMMÉ PAR CHEVAL-HEURE (chiffres relevés sur les statistiques des usines)		PRIX DE REVIENT BASÉ SUR LES TARIFS DE 1924 d'un combustible, rendu à l'usine, de qualité comparable à celui qui a été		DÉPENSE PAR CHEVAL-HEURE		NOMBRE DE CHEVAUX-HEURE utilisés en 1924.	DÉPENSES SUPPLÉMENTAIRES DE COMBUSTIBLE qu'aurait occasionnées, en 1924, un mode de fonctionnement analogue à celui de 1922.	
	en 1922.	en 1924.	consommé en 1922.	consommé en 1924.	en 1922 (mais calculée par comparaison suivant les tarifs de 1924).	en 1924.		par cheval-heure.	totale.
Saint-Maur (vapeur)	1,95	1,60	128	131,30	0,250	0,210	2.020.485	0,040	80.819,40
Ivry n° 1. . . .	1,40	(a) 1,39	128	133	0,179	(a) 0,185	»	»	»
Ivry n° 2. . . .	1,48	1,37	128	131,30	0,189	0,180	12.003.702	0,009	108.033,32
Bercy	1,94	1,72	125	130	0,243	0,224	2.093.894	0,019	39.783,99
Javel	1,32	1,15	125	130	0,165	0,150	1.122.877	0,015	16.843,16
Auteuil	1,68	1,45	125	130	0,210	0,189	3.275.862	0,021	68.793,10
Austerlitz . . .	1,32	(a) 1,39	»	»	»	»	»	»	»
Montsouris . .	1,55	1,43	125	130	0,194	0,186	781.592	0,008	6.252,74
Gentilly	1,71	1,43	125	130	0,214	0,186	551.787	0,028	15.450,04
La Villette . .	3,75	2,14	120	130	0,450	0,278	1.583.652	0,172	272.388,14
Ourcq.	1,83	1,75	125	130	0,229	0,228	803.580	0,001	803.58
Ménilmontant .	2,01	1,75	125	130	0,251	0,228	725.938	0,023	16.696,57
Charonne . . .	2,11	1,93	125	130	0,264	0,251	235.165	0,013	3.057,15
Saint-Maur (gaz pauvre) . . .	1,32	1,09	124,70	124,70	0,165	0,136	5.532.284	0,029	160.436,24
							Total		789.357,43
							Soit en nombre rond		790.000,00

(a) Des circonstances exceptionnelles sont venues fausser les résultats normalement acquis en 1924 dans ces deux usines. A l'usine d'Ivry n° 1, les visites et nettoyages ne purent être effectués en temps utile faute de disposer d'un nombre d'appareils de réserve suffisant pour parer à des besoins d'eau momentanément accrus. De ce fait, le fonctionnement moyen de l'année paraît, d'après les statistiques, moins bon qu'en 1922 alors qu'en réalité, pendant les périodes normales, il a été nettement meilleur en 1924. De même à l'usine d'Austerlitz, divers accidents survenus aux groupes électriques ont obligé à faire fonctionner durant de longues périodes — et dans de mauvaises conditions de réglage et d'entretien — des groupes à vapeur d'un type fort ancien conservés seulement à titre de dernier secours et mis très rarement en marche, d'où consommation anormale de combustible.

Dans ces conditions, il n'a pu être fait état, en se basant sur des moyennes annuelles, des économies réellement faites dans ces deux usines.

Il convient d'ajouter à cette somme 20.000 fr environ correspondant à la diminution des frais d'entretien des chaudières dans les usines où l'on a, durant les derniers mois, utilisé du charbon classé et calibré, soit donc au total, pour le service des machines :

$$790.000 \text{ fr} + 20.000 \text{ fr} = 810.000 \text{ fr.}$$

SERVICE DE L'ASSAINISSEMENT DE LA SEINE.

Le Service de l'Assainissement de la Seine exploite les trois usines de Clichy, Colombes et Pierrelaye, dont les principales caractéristiques sont données dans le tableau suivant :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

DÉSIGNATION DES USINES	PUISSANCE TOTALE EN CHEVAUX	PUISSANCE DES MACHINES A VAPEUR	PUISSANCE ÉLECTRIQUE	NOMBRE DES OUVRIERS DU CADRE	QUANTITÉ D'EAU REFOULÉE EN 1924	OBSERVATIONS
					Mètres cubes.	
Clichy	2.180	1.520	660	104	144.985.974	(1) Pouvant s'élever
Colombes	8.400	7.520	880	(1) 306	127.856.894	à 405 par l'adjonction
Pierrelaye	1.700	1.700	»	80	40.349.275	de temporaires en été.

Le travail produit en 1924, exprimé en kilogrammètres, a été le suivant :

DÉSIGNATION DES USINES	TRAVAIL PRODUIT PAR LA VAPEUR	TRAVAIL ÉLECTRIQUE	TRAVAIL TOTAL	TRAVAIL ÉLECTRIQUE Travail total p. 100.
Clichy	124.605.000.000	617.057.000.000	741.662.000.000	83
Colombes.	3.739.456.000.000	953.635.000.000	4.693.091.000.000	20
Pierrelaye	1.016.383.000.000	»	1.016.383.000.000	»

L'usine de Clichy, qui a presque tout le temps marché à l'électricité et où la consommation de combustible (coke fourni par la Société du Gaz de Paris) a à peine dépassé 950 t, sera laissée de côté.

Compte tenu de la qualité des combustibles employés, les économies de combustibles réalisées dans ce service s'établissent comme suit :

DÉSIGNATION DES USINES	CHARBON CONSOMMÉ PAR CHEVAL-HEURE (chiffres relevés sur les statistiques des usines)		PRIX DE REVIENT EN PARC au cours de fin juin 1924 d'un charbon de qualité égale à celui qui a été		DÉPENSE DE COMBUSTIBLES PAR CHEVAL-HEURE calculée par comparaison suivant cours fin juin 1924		NOMBRE DE CHEVAUX-HEURES utilisés.	ÉCONOMIES DE COMBUSTIBLES réalisées en 1924 par rapport à 1922	
	en 1922.	en 1924.	consommé en 1922 (moyenne).	consommé en 1924 (moyenne).	pour 1922.	pour 1924.		par cheval-heure.	totales.
Colombes. . .	2,20	2,15	120	123	0,264	0,264	13.850.000	0,000	»
Pierrelaye . .	2,10	1,55	135	140,50	0,284	0,218	3.770.000	0,006	248.820
Soit, au total, en nombre rond.									248.000

Il faut ajouter à cette somme les économies provenant d'une meilleure utilisation des générateurs. A Pierrelaye, notamment, à égalité de groupes élévatoires en marche, on a toujours eu une chaudière en activité en moins depuis que la chauffe rationnelle est appliquée et que l'on emploie du grain lavé.

L'entretien et le fonctionnement d'une chaudière revenant, dans cette usine, à 66.000 fr par an, les économies réalisées en 1924 par le Service de l'Assainissement de la Seine, peuvent être évaluées au total à :

$$248.000 \text{ fr} + 66.000 \text{ fr} = 314.000 \text{ fr}.$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il est à remarquer que les économies ont été effectuées à peu près uniquement à l'usine de Pierrelaye. Dans cette usine, d'ailleurs, l'application de la chauffe rationnelle a été plus facile qu'à Colombes, le personnel étant plus restreint.

A Colombes, en effet, la mise en pratique des moyens de contrôle de la chauffe s'est tout d'abord heurtée à la résistance du personnel ouvrier; des chauffeurs ou conducteurs de machines ont refusé, à maintes reprises, de toucher leurs primes; des accidents anormaux survenus aux appareils de contrôle ont même été constatés, et jusqu'au début de 1924, la situation était peu encourageante. Elle ne s'est sérieusement améliorée que depuis le 1er juillet 1924, date à partir de laquelle les primes ont été augmentées. La période critique d'adaption étant passée, on peut espérer obtenir dans l'année des résultats se rapprochant de ceux de Pierrelaye.

En résumé, pour les deux services considérés, les économies s'élèvent à :

810.000 fr + 314.000 fr = 1.124.000 fr.

DÉPENSES SUPPLÉMENTAIRES A DÉDUIRE.

1° SERVICE DES MACHINES. — La réalisation du programme d'utilisation rationnelle des combustibles a conduit à engager entre 1922 et 1924 les dépenses de premier établissement suivants :

a) Calorifugeage nouveau	20.000 fr
b) Appareils de contrôle et améliorations diverses. .	180.000 —
Au total	200.000 fr

correspondant à une dépense annuelle d'amortissement évaluée à 12,50 p. 100 de cette somme, soit, 25.000 fr.

D'autre part, les primes nouvelles ont été en 1924 de 70.790,95 fr, suivant détail ci-après :

PRIMES POUR ÉCONOMIES DE COMBUSTIBLES EN 1924.

DÉSIGNATION DE L'USINE	CONTREMAITRES ET MÉCANICIENS CHEFS			CHEFS OUVRIERS D'USINE			MAITRES CHAUFFEURS		
	Nombre.	Total des primes.	Prime moyenne annuelle par unité.	Nombre.	Total des primes.	Prime moyenne annuelle par unité.	Nombre.	Total des primes.	Prime moyenne annuelle par unité.
Saint-Maur . .	2	502,09	251,05	8	1.362,35	170,29	3	509,70	169,90
Ivry N° 1. .	1	575,50	575,50	4	651,86	162,96	4	1.100,56	275,14
Ivry N° 2. .	1	460,21	460,21	4	1.011,55	252,89	5	1.054,99	211,00
Austerlitz. . .	1	378,11	378,11	4	1.032,25	253,02	3	612,67	204.23
Bercy	1	325,63	325,63	2	626,42	313,21	»	»	»
Javel.	1	350,50	350,50	»	»	»	»	»	»
Auteuil. . . .	1	395,40	395,40	3	886,35	295,45	»	»	»
Montsouris . .	1	420,78	420,78	»	»	»	»	»	»
Gentilly . . .	1	320,10	320,10	»	»	»	»	»	»
La Villette . .	1	584,16	584,16	»	»	»	»	»	»
Ourcq	1	489,38	489,38	»	»	»	»	»	»
Ménilmontant.	1	308,10	308,10	1	91,15	91,15	»	»	»
Charonne. . .	1	248,49	248,49	»	»	»	»	»	»
Montmartre .	1	337,40	337,40	»	»	»	»	»	»

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

DÉSIGNATION DE L'USINE	CHAUFFEURS			CONDUCTEURS DE MACHINES			VISITEURS DE CHAUDIÈRES		
	Nombre.	Total des primes.	Prime moyenne annuelle par unité.	Nombre.	Total des primes.	Prime moyenne annuelle par unité.	Nombre.	Total des primes.	Prime moyenne annuelle par unité.
Saint-Maur. .	9	1.595,30	177,25	61	5.219,60	85,57	»	»	»
Ivry N° 1. .	42	7.915,75	188,70	35	2.326,10	66,46	»	»	»
Ivry N° 2. .	37	5.855,40	158,25	54	4.305,85	79,73	»	»	»
Austerlitz . .	30	3.287,85	176,23	34	3.989,45	117,34	1	284,60(1)	626,12
Bercy	12	2.638,60	219,88	9	880,60	97,84	»	»	»
Javel.	11	623,65	56,69	6,5	245,00	37,70	»	»	»
Auteuil. . . .	33	2.768,30	86,50	32	2.126,00	66,44	»	»	»
Montsouris. .	15	685,35	45,69	14	681,40	48,57	»	»	»
Gentilly . . .	11	477,55	43,42	7	263,55	37,65	»	»	»
La Villette. .	7	2.547,25	363,89	7	921,65	131,66	»	»	»
Ourcq	3	1.056,85	352,28	4	408,30	102,04	»	»	»
Ménilmontant.	7,5	990,00	132	9	819,45	91,05	»	»	»
Charonne. . .	5,5	476,05	85,56	4	137,40	34,35	»	»	»
Montmartre .	»	»	»	6	628,40	104,73	»	»	»

(1) Pour cinq mois, du 1er août au 31 décembre.

alors que les primes allouées en 1922, suivant l'ancien mode, ne s'élevaient qu'à 21.371,25 fr.

D'où un excédent de dépenses de 49.919,70 fr.

En nombre rond 50.000 fr.

2° SERVICE DE L'ASSAINISSEMENT DE LA SEINE. — La réalisation du programme d'utilisation rationnelle des combustibles a conduit à engager entre 1922 et 1924 les dépenses de premier établissement suivantes :

a) Calorifugeage nouveau	10.000 fr
b) Appareils de contrôle et améliorations diverses. .	70.000 —
Au total	80.000 fr

correspondant à une dépense annuelle d'amortissement évaluée à 12,50 p. 100 de cette somme, soit 10.000 fr.

D'autre part, les primes nouvelles ont été en 1924 de 29.854,02 fr, suivant détail ci-après :

PRIMES POUR ÉCONOMIES DE COMBUSTIBLES EN 1924.

DÉSIGNATION DE L'USINE	PÉRIODES	CONTREMAITRES			CHEFS OUVRIERS			MAITRES CHAUFFEURS		
		Nombre.	Total des primes.	Prime moyenne semestrielle par unité.	Nombre.	Total des primes.	Prime moyenne semestrielle par unité.	Nombre.	Total des primes.	Prime moyenne semestrielle par unité.
Clichy. . .	1er semestre.	1	247,14	247,14	3	330,30	110,17	1	147,12	147,12
	2e — .	1	271,00	271,00	5	719,88	143,98	1	216,81	216,81
Colombes .	1er — .	2	241,42	120,71	7	422,82	60,40	7	299,90	42,84
	2e — .	2	379,31	189,65	8	1.434,58	179,32	7	1.020,40	145,77
Pierrelaye .	1er — .	1	195,31	195,31	5	292,30	58,45	1	97,76	97,76
	2e — .	1	376,76	376,76	5	957,72	191,54	2	408,00	204,00

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

DÉSIGNATION DE L'USINE	PÉRIODES	CONDUCTEURS DE MACHINES			CHAUFFEURS			AIDES D'USINE ROULEURS DANS LES CHAUFFERIES			VISITEURS DE CHAUDIÈRES		
		Nombre.	Total des primes.	Prime moyenne semestrielle par unité.	Nombre.	Total des primes.	Prime moyenne semestrielle par unité.	Nombre.	Total des primes.	Prime moyenne semestrielle par unité.	Nombre.	Total des primes.	Prime moyenne semestrielle par unité.
Ivry. . .	1er sem.	13	636,25	18,94	10	332,12	33,21	»	»	»	»	»	»
	2e —	13	740,11	56,93	15	592,32	39,49	1	5,20	5,20	»	»	»
Colombes .	1er —	28	1.338,00	47,78	55	804,42	14,63	»	»	»	»	»	»
	2e —	31	3.622,35	116,85	147	4.575,20	31,12	21	856,50	40,79	1 (a)	188,20	188,20
Pierrelaye .	1er —	10	390,00	39,00	19	1.091,51	57,45	»	»	»	»	»	»
	2e —	9	550,25	61,14	29	4.501,11	155,21	12	1.571,75	130,98	»	»	»

(a) Pour les trois usines.

alors que les primes allouées en 1922, suivant l'ancien mode s'élevaient à 5.988,39 fr.

D'où un excédent de dépenses de 23.865,63 fr.

En nombre rond, 24.000 fr.

RÉSULTAT FINAL POUR 1924. — Le bilan financier s'établit donc définitivement comme suit :

1° *Services des machines.*

Économies		810.000 fr
Dépenses supplémentaires :	25.000 + 50.000 =	75.000 —
Reste		735.000 fr

2° *Services d'assainissement de la Seine.*

Économies		314.000 fr
Dépenses supplémentaires :	10.000 + 24.000 =	34.000 —
Reste		280.000 fr

Pour l'ensemble : 735.000 fr + 280.000 fr = 1.015.000 fr, soit, en nombre rond, 1 million de francs.

RÉSULTATS ESCOMPTÉS POUR LES ANNÉES A VENIR.

Toutes les usines élévatoires des deux services ci-dessus non alimentées en coke vont être, à partir de maintenant, alimentées en grains lavés demi-gras, combustible particulièrement bien approprié au service à assurer.

D'autre part, tout porte à croire que le personnel de l'usine de Colombes va continuer à suivre l'exemple du personnel des autres usines.

Les résultats obtenus jusqu'ici permettent de penser que les économies réalisées

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en 1925 par suite d'une meilleure utilisation des combustibles dans les usines élévatoires de la direction des Travaux de Paris, dépasseront sensiblement 1 million de francs par an, compte tenu des dépenses entraînées par les travaux d'amélioration et le payement des primes au personnel.

REMARQUES.

L'adoption de régulateurs d'alimentation d'eau sur de nombreux générateurs, les oins minutieux apportés à l'entretien des chaudières, les visites et réglages périodiques des machines, le calorifugeage de toutes surfaces de déperdition, l'installation d'appareils enregistreurs de la conduite des feux, enfin, l'exécution méthodique d'essais comparatifs permettant un choix judicieux des combustibles, ont contribué pour une très large part au succès actuellement enregistré.

Mais il faut reconnaître que l'action des ouvriers, stimulée par l'attribution de primes d'économie, a été l'un des facteurs principaux de l'amélioration constatée.

Au début, comme on l'a noté plus haut, et surtout dans certaines usines, l'on s'est heurté à l'incompréhension ou à la mauvaise volonté de quelques-uns d'entre eux.

Mais ces difficultés se sont vite atténuées.

Les ouvriers de la ville de Paris ont vite compris qu'un accomplissement plus raisonné de leur tâche permettait une diminution de leur effort physique et que leur intérêt personnel se trouvait d'accord avec celui de la collectivité pour réaliser les économies possibles en utilisant les appareils appropriés.

A quelques exceptions près, les chauffeurs s'appliquent donc maintenant à obtenir, aussi bien sur les déprimomètres que sur les manomètres enregistreurs de la pression de la vapeur, des diagrammes susceptibles de leur valoir des primes intéressantes; tout permet d'espérer que cette coopération ne fera que s'affirmer encore dans l'avenir.

Rien n'a été dit jusqu'ici du rôle des ingénieurs en chef, ingénieurs et conducteurs des services dont il s'agit. Pourtant, ce rôle a été déterminant car ils ont été les animateurs de la réforme.

C'est grâce à leur compétence, à leur zèle, à leur dévouement, que la mise en application du système de primes dont il s'agit a pu s'effectuer.

Il a fallu toute leur autorité, toute leur force de persuasion pour faire comprendre et admettre, par le personnel exécutant, l'intérêt que cette réforme présentait. Leur travail s'en est, d'autre part, trouvé sensiblement compliqué, sans qu'ils y trouvent, ni d'ailleurs qu'ils y cherchent, d'avantages personnels.

Ce dévouement à l'intérêt général de la part du personnel dirigeant, dévouement qui est d'ailleurs la règle dans le personnel des services techniques de la ville de Paris, était et sera toujours la condition absolue du succès dans une réforme de cette nature. Il fait le plus grand honneur à ceux qui l'ont réalisée.

En résumé, la Commission des Économies de Combustible de la Préfecture de la Seine, constituée pour répondre aux appels du Gouvernement au moment où la disette de charbon risquait de compromettre le relèvement du pays, a accompli avec succès une tâche importante.

Ses travaux ont été l'origine d'améliorations pratiques et intéressantes dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tous les services consommateurs de combustibles; son action sur l'opinion publique par la voie des tracts, des concours et des deux expositions du Grand Palais a grandement contribué à la diffusion des idées nouvelles; enfin nous avons vu que, sous son impulsion, les économies effectivement réalisées au profit du budget municipal sont importantes, puisque, dans les seules usines élévatoires de la direction des travaux, elles ont dépassé 1 million par an, en 1924.

Peut-être la connaissance des résultats obtenus dans ces usines élévatoires, notamment par l'institution d'un système de primes au personnel, incitera-t-elle d'autres services publics, voire même des industriels, à tenter, une expérience analogue.

En tous cas, les ingénieurs de la ville de Paris ne considèrent pas leur tâche comme terminée, et ils s'efforcent, se tenant constamment au courant des derniers progrès, de développer les améliorations déjà réalisées, de façon à augmenter au maximum le rendement des combustibles employés, pour le plus grand profit du budget de la ville de Paris en même temps que de l'intérêt national.

Le Directeur des Travaux de Paris,
H. GIRAUD.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SEANCE PUBLIQUE DU 9 JANVIER 1926

Présidence de M. A. MESNAGER, *président.*

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 28 novembre 1925 est adopté.

Sont présentés pour devenir membres de la Société :

PATHÉ-CINÉMA, fabricant de films vierges cinématographiques, photographiques et radiographiques, 30, rue des Vignerons, Vincennes (Seine), présenté par MM. Clément et Rivière et M. Ch. de Fréminville;

SOCIÉTÉ ANONYME D'ÉCLAIRAGE ET D'APPLICATIONS ÉLECTRIQUES (lampes de mines), boulevard de la Scarpe, Arras (Pas-de-Calais), présentée par M. Féry et la Société anonyme des Aciéries de France;

M. CLERGET (Pierre) (✻), ingénieur, 42, boulevard Flandrin, Paris (16e), présenté par le lieutenant-colonel Renard et M. Rateau.

Il est donné lecture d'un premier rapport de M. Léon MASSON, présenté au nom du Comité des Arts mécaniques, sur un dispositif créé par M. HELFENSTEIN *pour la protection des mains dans le travail des presses et des poinçonneuses à pédale* (1).

Il est donné lecture d'un second rapport, présenté par M. Léon MASSON, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur un *appareil dit « Ouistiti » imaginé par* M. Paul CANS *en perfectionnement du système de la corde à nœuds* (2).

Il est donné lecture d'un rapport présenté par M. BECHMANN, au nom du

(1) Voir ce rapport *in extenso* dans le *Bulletin* de janvier 1926, page 21.
(2) Voir ce rapport *in extenso* dans le *Bulletin* de janvier 1926, page 17.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur le « *moine* », *appareil pare-suie et pare-étincelles imaginé et construit par* M. Jules LEMOINE (1).

Ces trois rapports sont approuvés.

M. MESNAGER, *président*. — J'ai le plaisir de vous annoncer que la Société d'Encouragement a reçu de nombreuses lettres de félicitations au sujet du numéro spécial de notre *Bulletin* de juillet-août-septembre 1925, consacré exclusivement aux conférences sur les progrès et les applications de la météorologie que notre Société a données en mai 1925. Parmi les organismes qui nous ont ainsi adressé leurs félicitations, nous citerons : le périodique *Nature*, de Londres; la Société de Géographie, l'Institut de Physique du Globe et le Service hydrographique de la Marine qui nous écrit : « Je signale aux formations météorologiques de la Marine l'intérêt que présente pour elles cette belle publication résumant de la façon la plus claire l'état actuel des principales questions météorologiques. »

Notre Société ne perdra pas de vue les questions de météorologie pratique que notre *Bulletin* continuera de traiter de temps à autre, mais le succès de ce genre de conférences nous incite à persévérer dans cette voie; aussi notre Société étudie-t-elle en ce moment la possibilité de donner un nouveau cycle de conférences en mai prochain sur un sujet d'intérêt général.

M. MESNAGER, *président*. — J'ai le plaisir de vous faire savoir que M. Henri HITIER, membre de notre Comité d'Agriculture et secrétaire général de notre Société, a été nommé secrétaire perpétuel de l'Académie d'Agriculture. Au nom de la Société d'Encouragement, je lui adresse mes très vives félicitations.

M. TRILLAT, membre du Conseil de la Société d'Encouragement, fait une communication sur *Balzac et la science, les chimistes de* La Comédie humaine.

On peut remarquer que si Balzac a pris ses personnages dans tous les milieux sociaux, il a donné la préférence aux médecins qui sont très nombreux dans son œuvre. On y trouve tous les spécialistes occupant les situations les plus diverses, depuis le médecin de cour jusqu'à l'humble médecin de quartier. Balzac les fait vivre et le lecteur peut se rendre compte, en les voyant agir, qu'ils connaissent à fond leur métier et que Balzac possédait de sérieuses connaissances médicales. Cette observation a été faite par de nombreux médecins, lecteurs de Balzac.

On a moins remarqué d'autres types de savants que Balzac représente, et surtout on ne les a pas encore étudiés : ce sont des alchimistes, des chimistes, des physiciens, des biologistes, des naturalistes, des mathématiciens. Ces personnages

(1) Voir ce rapport *in extenso* dans le *Bulletin* de janvier 1926, page 30.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sont moins nombreux que les médecins, mais chacun d'eux joue un rôle très important et prend souvent une place considérable dans le roman où il figure.

L'étude des caractères de ces savants présente déjà un vif intérêt; elle prouve tout d'abord que Balzac les connaissait bien, car il les a très exactement rendus. Mais on peut se demander pourquoi Balzac leur a fait jouer un rôle prépondérant. « C'est, dit M. Trillat, qu'ils étaient les porte-parole d'une théorie scientifique qui était chère à Balzac et qui semble avoir inspiré toute son œuvre. » M. Trillat, en démontrant le bien fondé de cette opinion, est amené à étudier l'œuvre de Balzac au point de vue scientifique, travail qui n'avait pas encore été entrepris jusqu'à présent.

C'est seulement en 1840, dans son avant-propos de *La Comédie humaine*, c'est-à-dire après la publication de ses premiers romans, que Balzac fit connaître l'idée fondamentale de son œuvre savoir : l'humanité est comparable à l'animalité; cette idée n'était pas neuve, mais elle avait vivifié une longue polémique entre Geoffroy Saint-Hilaire, le père du transformisme, et Cuvier, le père de l'anatomie comparée, tous deux contemporains de Balzac; pour Balzac comme pour eux, les espèces sociales résultent des conditions du milieu dans lequel les individus vivent.

Balzac se demanda si la société ne fait pas des hommes, selon le milieu où ils vivent, autant d'individus différents qu'il y a d'espèces zoologiques. Quoique ce soit plus difficile à percevoir, pour lui, il y avait autant de différence entre un ouvrier et un rentier, un oisif et un savant, un commerçant et un homme politique qu'entre un chat et un chien, un oiseau et un poisson, un herbivore et un carnivore. Pour Balzac, il y a donc des espèces sociales comme il y a des espèces animales.

Mais, pour étudier ces espèces sociales, il faut posséder les mêmes qualités, les mêmes connaissances, procéder de même façon qu'un zoologiste : observer, disséquer, expérimenter, analyser; étudier aussi le milieu dans lequel l'espèce évolue, connaître les sciences connexes : physique, chimie, botanique, biologie, médecine. Balzac savait tout cela : il s'est révélé médecin et physiologiste dans plus de 40 romans, chimiste, psychologue, alchimiste, physicien et biologiste dans un grand nombre d'autres romans.

Une idée scientifique domine toute l'œuvre de Balzac et les théories émises par les principaux acteurs de *La Comédie humaine* : tout se ramène à l'unité, aussi bien dans le domaine de la pensée que dans celui de la matière. Quand on lit attentivement Balzac à la lumière de cette notion, on a le sentiment qu'il avait en quelque sorte la hantise de vouloir toujours tout ramener à l'unité; c'est ainsi qu'il est conduit à tout décomposer, à tout analyser, à parler souvent en chimiste.

Il fait dire à ses personnages : « Je veux être le chimiste de la volonté... » C'est ainsi qu'il applique les méthodes chimiques à l'analyse de la volonté et de la pensée humaine, qui, pour Balzac, étaient formées de corpuscules matériels.

Balzac se plait à étaler ses connaissances en chimie, ses idées sur l'unité de la matière ainsi que sur les questions qui étaient à l'ordre du jour lorsqu'il écrivit. Il est précis et exact aussi bien dans le domaine pratique que dans le domaine théorique.

On peut se demander comment Balzac a pu acquérir cette érudition aussi étendue en profondeur qu'en surface, quoi qu'on en ait dit. On sait maintenant qu'il connaissait assez intimement plusieurs savants de son époque ou était en correspon-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dance avec eux : Geoffroy Saint-Hilaire, son ami intime; Cuvier, les frères Laugier, Vauquelin, Bonnet, Blainville, le mathématicien Carraud, Gay-Lussac, Chevreul, Biot, Fresnel. Il fréquentait aussi les salons du faubourg Saint-Germain; il y rencontra les célébrités de son époque. C'est surtout là qu'il a trouvé les prototypes de ses personnages.

Balzac ne s'est pas borné à exposé des théories chimiques et à décrire des procédés industriels; il a représenté exactement l'ambiance dans laquelle évoluaient ses savants; il a dépeint leurs gestes, leurs attitudes, jusqu'à leurs tares et leurs manies. Toute son œuvre dénote la conscience scrupuleuse du vrai savant. Il y montre aussi une prescience qui est la preuve d'une grande intelligence, prompte non seulement à s'assimiler des connaissances ou des idées nouvelles, mais à saisir leurs rapports et à en concevoir la portée immédiate aussi bien que les conséquences les plus éloignées. C'est un précurseur, un voyant : ses idées sur quelques points concordent assez bien avec celles de Bohr sur la constitution atomique et d'Einstein sur la relativité.

On lui a reproché des erreurs, présentées comme grossières. Il fait dire, par exemple, à un de ses personnages : « ... j'allais décomposer l'azote! » M. Trillat montre qu'à l'époque de Balzac, on pensait, à la suite des idées de Lavoisier, que l'azote atmosphérique, le seul connu alors, n'était pas un corps simple : de nombreux savants de l'époque le considéraient comme un composé. Le personnage de Balzac ne pouvait parler autrement.

La Comédie humaine peut donc être considérée, non seulement comme une œuvre littéraire, mais aussi jusqu'à un certain point comme une œuvre scientifique. Balzac est le premier qui ait eu la préoccupation d'introduire les questions scientifiques et notamment la chimie en littérature; il fallait pour cela une précision qui, assez voisine d'une sécheresse quasi indispensable, jurait avec la verbosité du romantisme alors en pleine vogue. Ayant adopté la forme du roman, Balzac devait faire épouser ses idées aux personnages qu'il créait; mais, pour rester dans la vraisemblance, il devait aussi les représenter tels qu'ils étaient dans la réalité. Il y a pleinement réussi. Quelques accessoires du milieu et le milieu lui-même ont pu changer depuis Balzac, mais l'état d'esprit des chimistes et les passions qui les animent sont restés essentiellement les mêmes. Jusque dans les moindres détails, les savants et surtout les chimistes de Balzac sont encore vrais, et les types qu'il a créés sont immortels. E. L.

M. MESNAGER, *président*. — Je remercie très vivement notre collègue du Conseil, M. Trillat, qui nous a vivement intéressés en faisant ressortir avec un esprit et une pénétration de savant le reflet des connaissances scientifiques de Balzac et l'importance qu'il a donnée à la science dans ses romans.

La séance est levée à 18 h. 30 m.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCE PUBLIQUE DU 23 JANVIER 1926

Présidence de M. A. MESNAGER, *président.*

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 9 janvier 1926 est adopté.

Est présenté pour devenir membre de la Société :

M. MICHEL-SCHMIDT (Maurice) (✻, ❁, ⛭, Ⓜ), Ingénieur des Arts et Manufactures, entrepreneur et directeur général des travaux d'extension du port du Havre, 183, boulevard de Strasbourg, Le Havre (Seine-Inférieure), présenté par M. Mesnager et M. Jean Fieux (membre perpétuel).

Sont nommés membres de la Société :

PATHÉ-CINÉMA à Vincennes, SOCIÉTÉ ANONYME D'ÉCLAIRAGE ET D'APPLICATIONS ÉLECTRIQUES, à Arras ; M. Pierre CLERGET, à Paris, présentés dans la dernière séance.

M. E. SAUVAGE, présente au nom du Comité des Arts mécaniques, un rapport sur un *compresseur rotatif imaginé et construit par* M. R. PLANCHE (1).

Ce rapport est approuvé.

M. E. SAUVAGE, *vice-président, président du Comité des Arts mécaniques.* — J'ai le très vif regret de vous annoncer la mort de M. **Édouard Bourdon**, membre de notre Conseil depuis 1895, au titre de Comité des Arts mécaniques. Il avait quitté ce comité en 1913 en raison de sa surdité, mais il avait continué à s'intéresser à notre Société, dont il s'était fait membre à vie; il était resté membre honoraire de notre Conseil. Il est l'auteur de nombreux rapports qui ont été publiés dans le *Bulletin.*

Voici les titres de notre regretté collègue. Il sort de l'École centrale en 1868, avec le titre d'Ingénieur des Arts et Manufactures. Il est engagé volontaire pour la durée de la guerre en 1870. En 1872, il succède à son père, Eugène Bourdon, comme mécanicien-constructeur des célèbres manomètres métalliques créés par son père. M. E. Bourdon était président honoraire du Syndicat des Mécaniciens, Chaudronniers et Fondeurs de France; il fut un des fondateurs et président d'honneur de l'Association parisienne des Propriétaires d'Appareils à Vapeur. Il avait été nommé membre du Jury aux

(1) Voir ce rapport *in extenso* dans le *Bulletin* de janvier 1926, page 25.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Expositions universelles de Paris de 1878, de 1889 et de 1900. Il était officier de la Légion d'honneur et officier de l'Instruction publique.

Nous adressons à M. Charles Bourdon, son frère, l'expression de notre très vive sympathie.

M. MESNAGER, *président*. — J'ai le plaisir de vous faire savoir que M. Jean Marc BEL, membre de notre Conseil, au titre du Comité de Commerce, vient d'être promu officier de la Légion d'honneur. Au nom de notre Société je lui adresse mes félicitations.

M. MESNAGER, *président*. — En payant leur cotisation de l'année 1926 plusieurs sociétaires ont versé les sommes suivantes pour le compte de notre Bulletin : M. POZZI-ESCOT, 35 fr; — M. CARRION, 40 fr; — M. QUENELLE, 40 fr; — 1er ANONYME, 25 fr; — 2nd ANONYME, 65 fr; — M. GASTON MENIER, 40 fr; — M. GONZALEZ, 9 fr.

Au nom de la Société, je leur adresse mes très vifs remerciements.

M. R. RETEL, Ingénieur civil des Mines fait une communication sur *l'application aux véhicules routiers de la traction par accumulateurs* et présente la *voiture A. E. M. modèle 1926*.

Les avantages du moteur électrique pour les automobiles sont reconnus depuis longtemps : c'est surtout une grande facilité de conduite. Des essais d'automobiles de ce genre ont été faits à Paris quelques années avant la guerre et ils avaient été très concluants. Cependant, l'emploi des autos à accumulateurs ne s'est pas généralisé alors pour diverses raisons dont la principale était sans doute le meilleur marché de la traction par moteurs à essence. Aujourd'hui, la question de l'entretien des accumulateurs ne se pose plus : leur construction est arrivée à une quasi-perfection bien qu'une théorie chimique satisfaisante du fonctionnement de l'accumulateur au plomb soit encore à trouver, dit M. Retel. Quant à l'électricité, vendue à bon compte si on charge les accumulateurs pendant la nuit, elle lutte avantageusement aujourd'hui au point de vue du bon marché avec l'essence, produit importé.

Malgré ces conditions favorables, l'auto à accumulateurs ne s'est pas répandue dans ces dernières années en France, alors qu'à l'étranger, aux États-Unis, à Milan, à Berlin, on en voit circuler un nombre de plus en plus grand.

L'auteur étudie les trois principaux types d'accumulateurs utilisables : les accumulateurs Planté du type standard, le type iron-clad, l'accumulateur Edison au fer-nickel, et recherche quelles sont les conditions d'utilisation les meilleures de ces trois types, selon la nature du véhicule, poids lourd ou léger, selon que le trajet parcouru sans recharge est long ou court, selon que la recharge est partielle ou totale. Il recherche notamment à quelles conditions les différents types d'autos à accumulateurs pourraient concurrencer les autos à essence.

Le problème est étudié particulièrement en ce qui concerne les taxis. On a reconnu que dans ce cas il y a économie à changer la batterie en bloc une fois dans le courant d'une journée de service, de façon à atteindre un kilométrage quotidien

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'au moins 150 km sans risque de panne. La voiture A. E. M., modèle 1926, qui est présentée, a été étudiée de façon que ce changement soit facile et rapide. La position qui en est résultée pour la batterie a conduit à l'adoption de dispositifs mécaniques nouveaux forts intéressants. Leur adoption procure de nouveaux avantages aux voitures à accumulateurs. On peut donc espérer que le public accordera sa faveur à ce genre de véhicules. E. L.

M. Stéphane KARPINSKY, ingénieur civil, présente : *sa baratte « Butyro », à production instantanée et continue, et son laveur-malaxeur de beurre* (1).

La séance est levée à 18 h. 45 m.

(1) Voir à la page 95 du présent numéro, le texte *in extenso* de cette communication.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMITÉ DES ARTS ÉCONOMIQUES

SÉANCE DU 14 JANVIER 1926

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.

Le système de téléphonie secrète imaginé par M. Émile Poirson,

par

le général G. A. FERRIÉ,

membre du Conseil.

Ce système a été imaginé et mis au point par M. Émile Poirson, en 1917-1918, dans les services de la Radiotélégraphie militaires. Il a été expérimenté avec succès sur les lignes de l'arrière, en présence de M. Montoriol, Inspecteur des P. T. T., à des distances croissantes : Paris-Chantilly ; Chantilly-Amiens; Paris-Chartres-Le Mans-Saint-Brieuc; Paris-Bordeaux.

Ce dispositif a fait l'objet d'une communication à l'Académie des Sciences, par M. J. Carpentier, en 1919. Il a été décrit en détail dans les *Annales des P. T. T.* en 1919, et a fait l'objet d'une communication à la Société française des Électriciens, par l'auteur, en avril 1920, avec insertion dans son *Bulletin* (n° 88).

Principe. — Il a été d'abord observé :

1° que si l'on pratique des *coupures* périodiques sur un courant téléphonique (temps de coupure = temps de contact), à une fréquence croissante, la voix humaine est d'abord hachée, déformée, puis redevient nette et compréhensible dès que la fréquence des interruptions atteint et dépasse 2.000 par seconde;

2° que si l'on pratique des *inversions* périodiques sur un courant téléphonique à une fréquence croissante, le courant téléphonique ainsi déformé devient absolument incompréhensible à partir d'une fréquence d'inversions de 400 par seconde et au-dessus.

Si un second inverseur, tournant en synchronisme avec le premier et en phase avec lui, redresse périodiquement ce courant déformé, il redevient net et tout à fait compréhensible.

On conçoit donc la possibilité d'avoir, au départ, un poste téléphonique avec inverseur, puis la ligne téléphonique propageant le courant téléphonique incompréhensible, et à l'arrivée, un poste récepteur avec redresseur. Chaque poste est réversible et l'on réalise la conversation bilatérale.

Le synchronisme absolu nécessaire entre les commutateurs tournants des deux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

postes est obtenu en synchronisant les deux petits moteurs à courant continu qui les font tourner, à l'aide de deux bagues à courant alternatif monophasé, sur chaque induit, la liaison bague à bague des deux moteurs étant réalisée : d'une part au moyen de la terre, d'autre part au moyen des deux fils téléphoniques en parallèle, attaqués au moyen d'une self double, comme on le fait pour la télégraphie simultanée sur circuits téléphoniques.

Le secret est assuré par la nécessité du synchronisme absolu, qui est possible seulement aux deux postes correspondants, et par le nombre de touches déterminé des commutateurs inverseur et redresseur. Les schémas et descriptions sont donnés en détail dans le *Bulletin* (n° 88) *de la Société française des Électriciens*.

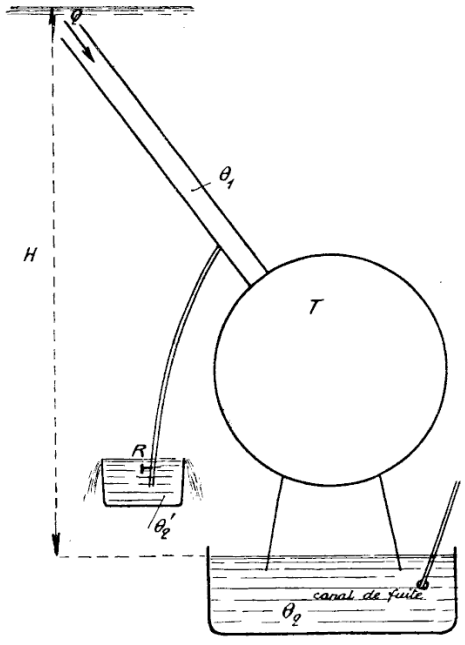
Méthode thermométrique pour la mesure du rendement des turbines hydrauliques imaginée par M. Émile Poirson,

par

le général G. A. Ferrié,

membre du Conseil.

Cette méthode simple et rapide permet la mesure *directe* du rendement des turbines hydrauliques, en éliminant la mesure du débit de l'eau, et sans avoir à considérer le générateur électrique ou appareil actionné par la turbine.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Elle a été imaginée en 1919 par M. E. Poirson, et expérimentée d'abord, avec l'aide bienveillante de M. Henry Gall, administrateur-délégué de la Société d'Électrochimie et d'Électro-métallurgie, dans diverses usines de cette société, puis elle a été présentée et publiée, avec la savante collaboration de M. L. Barbillion, directeur de l'Institut polytechnique de Grenoble, dans diverses revues : *La houille blanche* (1920 — 1921 — 1922), le *Bulletin de l'Office national des Inventions*, et à divers Comités techniques.

Principe. — Le fluide moteur : eau, est en même temps le fluide refroidisseur, qui balaie les pertes d'énergie dans la turbine.

Soit Q le débit et H la hauteur de chute totale.

La puissance motrice totale de l'eau est :

$$P = QH.$$

Soient p les pertes totales de la turbine, que l'on peut admettre comme totalement évacuées par l'eau elle-même.

Si θ_1 est la température de l'eau à l'entrée de la turbine, et θ_2 celle à la sortie, dans le canal de fuite, ces pertes échauffent l'eau de $\theta_2 - \theta_1$, de sorte que :

$$p = 425Q(\theta_2 - \theta_1).$$

Le rendement est alors :

$$\eta = \frac{P - p}{P} = \frac{QH - 425Q(\theta_2 - \theta_1)}{QH} = \frac{H - 425(\theta_2 - \theta_1)}{H}. \qquad [1]$$

Or, θ_1 est peu accessible; on emploie alors l'artifice suivant : on soutire de l'eau, à travers un robinet de détente R dans un récipient de détente, d'où l'eau retombe sans vitesse, ayant transformé toute son énergie en chaleur. Alors, pour ce récipient le rendement η' en travail mécanique est nul et l'on a :

$$\eta' = 0 = \frac{H - 425(\theta'_2 - \theta_1)}{H}. \qquad [2]$$

D'où l'on tire θ_1 que l'on porte dans l'équation [1] et l'on obtient finalement la formule simple et pratique :

$$\eta = \frac{425(\theta'_2 - \theta_2)}{H}. \qquad [3]$$

Le rendement est donné par les deux relevés thermométriques θ'_2 et θ_2, et par le relevé manométrique H.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMITÉ DE COMMERCE

(COMMUNICATION FAITE A LA SÉANCE DU 7 JANVIER 1926.)

« Le foyer français » et l'assimilation des étrangers,

par

M. PAUL RAPHAEL,
secrétaire du « Foyer français ».

On adresse deux reproches essentiels au régime actuel des naturalisations :

1° la loi exige des postulants des formalités trop nombreuses, et l'examen de leurs dossiers par l'administration dure trop longtemps;

2° elle exige d'eux un séjour ininterrompu dans notre pays de dix années, exigence beaucoup trop rigoureuse.

En ce qui concerne le premier grief, il était justifié jusqu'au milieu de l'année 1924. Avouons, à la décharge des autorités, que jusqu'à cette date, l'opinion était peu éclairée sur la nécessité d'assimiler puis de naturaliser les étrangers résidant sur notre sol; souvent même elle était hostile à cette politique : les méfaits qui rendaient indésirables certains de nos hôtes nuisaient à la réputation des immigrants honnêtes.

Le 11 février 1924, le « Foyer français » (1) était fondé. Dès la seconde moitié de la même année, les milieux parlementaires, puis le haut personnel du Ministère de la Justice reconnaissaient peu à peu la nécessité d'une politique d'assimilation et de naturalisation. Cette évolution était due en partie à l'action de notre association, et notamment de son président M. Paul Painlevé, et de M. Honnorat, l'un de ses vice-présidents.

Grâce au vote, au budget de 1925, des crédits nécessaires pour l'adjonction de nouveaux fonctionnaires au bureau compétent de la Chancellerie, embouteillé par le nombre croissant des demandes, l'examen des dossiers a pu être accéléré, mais des progrès restent à réaliser.

Le « Foyer français » ne s'est pas borné à une campagne de propagande; il s'est occupé de faciliter pratiquement les naturalisations en se chargeant gratuitement de faire pour les intéressés les démarches nécessaires en vue de la constitution de dossiers réguliers; il leur évite la perte de plusieurs journées de travail et toutes les

(1) 18, Rue du Banquier, Paris (13e).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

difficultés inhérentes aux relations entre les bureaux et des personnes souvent mal au courant de notre législation. En exigeant de tout postulant de faire patroner sa demande par deux répondants français honorablement connus, il facilite beaucoup le travail des enquêteurs.

En ce qui concerne la législation sur la naturalisation, les griefs adressés au régime en vigueur sont en partie fondés. Mais les défauts de celui-ci sont encore accentués par l'ignorance du public. En général, on ne connaît pas l'existence de l'admission à domicile qui permettrait à un immigrant qui la solliciterait dès l'obtention de sa carte d'identité de devenir notre compatriote au bout de trois ans, et, s'il a épousé une Française, au bout d'un an. En fait, l'existence de cette étape vers l'accession complète aux droits civils et politiques étant ignorée par un grand nombre d'intéressés, ceux-ci se découragent en pensant qu'un délai de dix ans est exigé. Pourtant, le système en vigueur a l'inconvénient d'obliger les postulants à faire deux séries de démarches, d'abord pour l'admission à domicile, puis pour la naturalisation. La proposition de loi Lisbonne, votée par le Sénat et actuellement soumise à la Chambre, tend à simplifier les formalités en supprimant l'admission à domicile et en réduisant à trois ans la durée de séjour exigée pour la naturalisation, et à un an lorsque l'intéressé a épousé une Française ou qu'il est titulaire de diplômes universitaires français dont la liste sera déterminée par décret.

Il est un avantage que la loi accorde aux immigrants et qui est peu utilisé faute d'être suffisamment connu : les étrangers désireux de faire profiter leurs enfants, nés sur le sol français, de certaines faveurs telles que bourses scolaires peuvent renoncer pour ces derniers, devant le juge de paix, à la faculté d'opter à leur majorité pour une nationalité étrangère. Ils montrent aussi par là qu'ils désirent voir leurs descendants ne pas se soustraire à l'égard de notre patrie au devoir de la reconnaissance.

Pour les postulants à la naturalisation qui appartiennent à des pays dont les archives ont été détruites au cours des hostilités ou dont les gouvernements s'abstiennent intentionnellement d'envoyer les pièces authentiques, celles-ci peuvent être remplacées par des actes de notoriété.

En ce qui concerne les droits de chancellerie qui, en principe, sont élevés, on doit noter qu'ils ne sont exigibles dans leur intégralité que pour les candidats qui peuvent les acquitter. Ceux des immigrants qui en sont incapables peuvent obtenir des réductions. Le dégrèvement peut descendre, par vingtièmes, jusqu'à un minimum qui est de 88 fr pour la naturalisation, de 58 fr pour l'admission à domicile. Parfois même, lorsqu'il s'agit d'une famille nombreuse, une exonération totale est obtenue. Le « Foyer français » intervient utilement dans ces différents cas.

Les chiffres ci-dessous montrent l'évolution heureuse qui s'est produite dans l'état d'esprit des Pouvoirs publics au cours de ces dernières années; en 1923, on a compté 477 admissions à domicile et 5.525 naturalisations; en 1924, on a compté 509 admissions à domicile et 6.452 naturalisations; en 1925, 904 admissions à domicile et 11.107 naturalisations.

Les résultats de 1926 seront sans doute encore meilleurs, surtout si la Chambre adopte le projet de loi Lisbonne voté par le Sénat et si le Parlement se décide à augmenter encore de quelques unités le nombre des employés du bureau des naturalisations.

En attendant, le devoir de ceux qui s'intéressent à ces questions est de faire con-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

naître aux Français et aux immigrants les moyens d'abréger les délais de séjour et la faculté qu'ont les candidats à la naturalisation qui se trouvent dans une situation modeste de faire réduire les droits de chancellerie.

Il est essentiel de faire pénétrer dans le grand public et dans les administrations locales cette notion que l'assimilation des étrangers en vue de leur naturalisation est une nécessité primordiale de l'heure présente. Dès maintenant beaucoup de gens comprennent la nécessité de cette politique, mais ne savent comment elle peut être réalisée.

Le « Foyer français » a largement contribué à ce progrès en prouvant que le moyen le plus efficace de franciser les étrangers vivant sur notre sol est de répandre parmi eux la connaissance de notre langue ; aussi cette association a-t-elle créé, à Paris et en province, de nombreux cours qui comptent actuellement plus de 2.000 élèves adultes. Grâce à ses soins, tous deviennent pour notre pays de véritables amis et, certainement, ceux d'entre eux qui se fixeront définitivement chez nous seront bientôt de bons citoyens français.

Rien ne sert de s'élever contre l'existence sur notre territoire de centres de populations allogènes ; ce qu'il faut, c'est permettre à leurs membres de se fondre dans la population française.

En ce qui concerne les célibataires étrangers, la connaissance de notre langue, en leur ouvrant l'accès des familles françaises, leur donnera la possibilité d'y prendre femme, ce qui est dans la nature des choses, vu le déficit d'hommes dû à la guerre. Or, un étranger marié à une Française est infiniment plus assimilable qu'un ménage dont les deux conjoints sont tous deux étrangers. D'autre part, dans ce dernier cas, les enfants, même lorsqu'ils fréquentent nos écoles, ne deviennent, corps et âme, nos concitoyens que si l'esprit de leurs parents a déjà été plus ou moins pénétré de notre mentalité, grâce à la connaissance de notre langue. Sinon ils n'entendraient chez eux exclusivement que l'idiome de leur pays d'origine et ne seraient qu'à moitié assimilés. Il convient donc de faire pour les ouvriers étrangers vivant chez nous ce que « l'Alliance française » a fait pour les étrangers du dehors.

Notre pays a été, au cours de son histoire, le creuset le plus puissant au monde, en raison du caractère humain de notre civilisation. Mais l'assimilation, qui se faisait automatiquement avant la guerre, a besoin aujourd'hui d'être aidée, en raison du nombre considérable des immigrants. C'est le devoir de tous nos compatriotes et notamment des industriels qui emploient des étrangers. C'est aussi leur avantage, car le rendement d'un ouvrier sachant notre langue est bien supérieur à celui d'un ouvrier qui l'ignore. L'intérêt des particuliers et l'intérêt général du pays sont donc ici d'accord. En assimilant les immigrants, la France continuera son rôle historique ; elle fera participer un plus grand nombre d'hommes à sa civilisation et remédiera en même temps au déficit de sa natalité qui met en péril son existence.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN JANVIER 1926

PIERNET (E.). — **Théorie générale sur les courants alternatifs.** Fascicule II : **Les alternateurs.** (École d'électricité et de mécanique industrielles.) In-8 (24 × 15) de 144 p., fig. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1926. **17056**

MAURER (P.). — **Éclairage électrique.** (École d'électricité et de mécanique industrielles.) In-8 (24 × 15) de 143 p., 71 fig. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925. **17057**

VAN MUYDEN (RENÉ) et VADOT (LÉON). — **Électro-pompes automatiques de petite et moyenne puissances pour distributions domestiques et industrielles.** In-4 (28 × 22) de III + 97 p., 149 fig. Belfort, Eug. Devillers et fils, 1925. (*Don de l'auteur.*) **17058**

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. — **Nivellement général de la France.** Répertoire des emplacements et altitudes des repères. Réseau de 3e ordre et 1re partie du réseau de 4e ordre. Lignes comprises dans le Polygone L' de 1er ordre, 2e fascicule. — Lignes comprises dans le Polygone P' de 1er ordre, 1er fascicule. Nantes, Imp. du Commerce, 1924. **12906**

PITOIS (E.). — **Le grain de l'acier.** Secrets de la réussite des traitements thermiques. In-4 (33 × 25) de 39 p., LXIV planches. Paris, Librairie Delagrave, 1926. (*Don de l'auteur.*) **17059**

Description de la première locomotive avec chaudière tubulaire construite par M. Seguin aîné pour le chemin de fer de Lyon à Saint-Étienne en 1828. (Extrait du rapport de MM. ALBERT SCHLUMBERGER et ÉMILE KOECHLIN à la Société industrielle de Mulhouse, lu dans la séance du 23 octobre 1831.) In-4 (28 × 18) de 42 p., II planches. Lyon Imp. Pitrat aîné, 1889. (*Don de MM. Augustin et Laurent Seguin, membres de la Société.*) **17060**

SEGUIN AINÉ. — **De l'influence des chemins de fer et de l'art de les tracer et de les construire.** In-4 (28 × 18) de XIX + XIII + 345 p., VIII planches. (Réimpression de l'édition de 1839.) Lyon, Imp. Pitrat aîné, 1887. (*Don de MM. Augustin et Laurent Seguin, membres de la Société.*) **17061**

GAROLA (C.-V.) et LAVALLÉE (P.). — **Céréales.** 5e édition entièrement refondue. (*Encyclopédie agricole publiée sous la direction de G. Wery.*) In-12 (19 × 12). I : **Principes généraux de culture,** de 288 p., 75 fig. — II : **Culture spéciale du blé et des autres céréales,** de 439 p., 186 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1925. **17062-3**

KLEIN (PAUL) et SANSON (JOSEPH). — **Météorologie et physique agricoles.** (*Encyclopédie agricole publiée sous la direction de G. Wery*). In-12 (19 × 12) de 464 p., 107 fig. **Bibliographie,** p. 457. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1925. **17064**

NESSI (ANDRÉ) et NISOLLE (LÉON). — Physique industrielle. — **Régimes variables de fonctionnement dans les installations de chauffage central.** In-4 (27 × 18) de XI + 171 p., 29 fig., I planche. Paris, Dunod, 1925. **17065**

CHAMBRE DE COMMERCE DE PARIS. — **Catalogue de la Bibliothèque.** 2e supplément. In-4 (27 × 17) de XXII + 206 p. Paris, 2, place de la Bourse, 1925. (*Don de la Chambre de Commerce de Paris, membre de la Société.*) **17066**

NODON (ALBERT). — **Éléments d'astrophysique.** Introduction à l'étude de l'énergétique solaire et stellaire. In-8 (21 × 13) de VIII + 244 p., 42 fig. Paris, Albert Blanchard, 1926. **17067**

LEBEDEF (PIERRE). — **Pression de la lumière.** Traduit du russe par T. KOUSMINE. (Collection de monographies scientifiques étrangères publiée sous la direction de M. G. JUVET, n° IX.) In-8 (25 × 16) de 71 p., 25 fig. Paris, Albert Blanchard, 1926. **17068**

KOPACZEWSKI (W.). — **L'état colloïdal et l'industrie.** Tome I : **Industries des colloïdes.**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Historique. État colloïdal. Colloïdes naturels et artificiels. In-8 (25 × 16) et XII + 327 p., 30 fig., 4 portraits. **Bibliographies**, p. 28-30, 62-63, 101-102, 221-228, 270-272, 321-324. Paris, Ch. Béranger, 1925. (*Don de l'auteur.*) **17069**

BOYER-GUILLON (A.). — **Les véhicules automobiles.** (*Encyclopédie de mécanique appliquée*). In-8 (23 × 15) de XIV + 378 p., 248 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1926. **17070**

* * *

RAUBER (E.). — **L'évolution visible dans la technique des centrales à vapeur.** In-8 (21 × 13) de 56 p. Paris, Édité par la *Revue Industrielle*, 57, rue Pierre-Charron (8e), 1925. **Pièce 13015**

GIRAULT (PAUL). — **Comment rétablir la sécurité et la prospérité en France et en Europe par la coopération internationale** (Concours français de la paix (1924). Mémoire non primé). In-8 (24 × 16) de 16 p. Paris, Société générale d'imprimerie et d'édition, 1925. **Pièce 13016**

KREISINGER (HENRY). — **Revue des récentes applications du charbon pulvérisé aux chaudières à vapeur.** In-4 (27 × 21) de 22 p., 7 fig. Paris, Édité par la Société anonyme des foyers automatiques (Roubaix), 11 bis, rue d'Aguesseau (8e), 1925. **Pièce 13017**

* * *

Annuaire-Chaix. — **Les principales sociétés par actions.** 35e année, **1926.** Paris, Imprimerie Chaix, 1926. **Pér. 90**

Annales de Chimie. — **Tables de la 9e série, 1914-1924**, Tomes I à XX, dressées par PAUL DENIS. Paris, Masson et Cie, 1925. **Pér. 102**

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES. — **Procès-verbaux des séances.** 2e série. Tome XI. **Session de 1925**. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925. **Pér. 208**

SOCIÉTÉ D'ÉCONOMIE POLITIQUE. — **Bulletin.** Année **1925.** Paris, 108, Boulevard Saint-Germain. **Pér. 55**

IRON AND STEEL INSTITUTE. — **Journal. 1925,** n° II, vol. CXII. London, 28, Victoria Street, S. W. 1. **Pér. 157**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Scientific Papers,** Vol. XX (**1925**), nos **508** : *Spark photography and its application to some problems in ballistics*, by P. P. QUAYLE, p. 237-276, 36 fig. — **509** : *Alternating current distribution in cylindrical conductors*, by C. SNOWS, p. 277-338. **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Technologic Papers**, Vol. XIX (**1925**), nos **286** : *Comparative durability of chrome and vegetale tanned sole leathers*, by R. C. BOWKER, M. N. V. GEIB, p. 267-286, 9 fig. — **288** : *Comparative cold-rolling tests of open hearth steel strip (deep-drawing stock) and electrolytic-iron strip*, by J. R. FREEMAN, R. D. FRANCE p. 297-313, 13 fig. — **289** : *Comparative slow bend and impact notched bar tests on some metals*, by S. N. PETRENKO, p. 315-346, 25 fig. **Bibliography**, p. 345-346. — **290** : *Relation between heating value of gas and its usefulness to the consumer.* A critical review of the published data, by E. R. WEAVER, p. 347-463, 51 fig. — **291** : *Tests of hollow tile and concrete slabs reinforced in one direction*, by D. E. PARSONS, A. H. STANG, p. 465-514, 19 fig. — **293** : *Condensation of water from engine exhaust for airship ballasting*, by R. F. KOHR, p. 537-577, 22 fig. — **294** : *Wearing qualities of tire treads as influenced by reclaimed rubber*, by W. L. HOLT, P. L. WORMELEY, p. 579-588, 6 fig. — **295** : *Initial temperature and mass effects in quenching*, by H. J. FRENCH, O. Z. KLOPSCH, p. 589-618, 11 fig. **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Circular,** n° **232** : *United States Government master specification for rubber goods (methods of physical tests and chemical analyses)*, 42 p. (1925). **Pér. 61**

L'agent général, gérant,

E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

125e ANNÉE. MARS 1926.

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

LES RÉCENTS PROGRÈS REALISÉS DANS LA CONSTRUCTION ET L'EXPLOITATION DES FOURS A COKE[1]

par

M. Ch. Berthelot.

Peu d'industries présentent un intérêt égal à celui de la carbonisation de la houille. Que cette opération ait lieu à 500°, c'est-à-dire à basse température (2) (3), ou à 900°, question que nous allons étudier ici, on se trouve en présence de ce que les Anglais appellent une « industrie clef » qui permet de tirer du charbon une multitude de produits indispensables à l'existence même des nations modernes.

Dans cet ordre d'idées, M. Patart, directeur général du Service des Poudres, a pleinement démontré dans une étude connue, qu'il importait, pour la sécurité nationale, de recourir à toutes mesures utiles pour développer l'emploi du coke et du gaz et (4) de restreindre l'emploi de la houille non distillée ou houille crue. Pour atteindre ce but, M. Patart proposait

(1) Communication faite par l'auteur en séance publique le 12 décembre 1925.

(2) Ch. Berthelot, *La carbonisation à basse température* (Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale de janvier 1924).

(3) Ch. Berthelot, *Les conceptions modernes de la carbonisation à basse température* (Communication au 5e Congrès de Chimie industrielle, octobre 1925).

(4) G. Patart, Inspecteur général du Service des Poudres, *Rapport sur les mesures législatives ou administratives susceptibles d'accroître la production des carburants et combustibles liquides par le développement de la carbonisation de la houille*, 31 août 1923.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

même de frapper la houille de taxes croissantes d'année en année, quand elle est consommée sans avoir été distillée dans des conditions convenables pour l'extraction des sous-produits.

Or — et c'est là le nœud de notre communication — des progrès tellement considérables ont été appliqués, au cours de ces dernières années dans la construction et l'exploitation des fours à coke qu'on peut se demander s'il est vraiment utile de recourir à l'application éventuelle de cette taxe, qui aggraverait encore d'une manière insupportable les charges de notre industrie nationale. En d'autres termes, il s'agit d'indiquer à quel prix revient aujourd'hui la calorie-gaz. Pour donner à cet exposé toute la signification qu'il comporte, nous indiquerons le développement des emplois du gaz de fours à coke en Allemagne, en Belgique et aux États-Unis. Nous montrerons, de même, le point où nous en sommes dans cette voie.

I. — PROGRÈS RÉCENTS APPLIQUÉS DANS LA CONSTRUCTION ET L'EXPLOITATION DES FOURS A COKE.

Si l'on compare deux cokeries, capables de carboniser par an 200.000 t de charbon à 10 p. 100 d'eau, établies, l'une en 1914, l'autre maintenant, on arrive aux constatations suivantes :

La cokerie la plus ancienne comprend un minimum de 68 chambres de carbonisation — la durée de l'opération étant de 24 heures — et nécessite pour son service 100 ouvriers, travaillant en trois équipes. Avec une cokerie moderne, où la durée de l'opération est au maximum de 18 heures, il ne faut plus que 30 fours et il suffit de 48 hommes pour assurer le travail, soit deux fois moins qu'au cas précédent. Pour que rien ne trouble ce parallèle, il est essentiel d'observer que dans la cokerie moderne, ces résultats majeurs sont obtenus :

en produisant du gaz de meilleure qualité qu'en 1914, à nature égale de charbon ;

sans majoration appréciable des frais de premier établissement, *pourvu que l'on se base sur le franc-or et sur le fait que, dans les pays qui ont maintenu leur stabilité monétaire, tous les matériaux ont renchéri de 75 p. 100 environ.*

Pour fixer les idées, voici quelques données utiles se rapportant à une cokerie de l'importance précitée :

Pour cette usine, qui doit comprendre des magasins à charbon de 8.000 t de capacité, les appareils de manutention et de mélange du charbon, l'atelier de broyage, la tour de réserve pour les charbons broyés, les fours, les usines de récupération et de traitement des sous-produits : goudron, ammoniaque, et benzol, il aurait fallu dépenser 1.750.000 francs-or en 1914.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Aujourd'hui, il convient de prévoir 3.000.000 francs-or.

Si, l'on tient compte, enfin, de la surface et partant de la valeur du terrain occupé (5), qui se réduit de 20 à 25 p. 100, des fondations, de l'équipement des voies ferrées, etc., on arrive à cette conclusion que, pour une même puissance de traitement et *une égale valeur des matériaux*, il n'y a pas de différence appréciable, *en francs-or*, entre les frais de premier établissement d'une cokerie complètement moderne et une autre du type 1914 (6).

Ce qui varie, par contre, et dans une mesure énorme, ce sont les dépenses de combustibles, c'est-à-dire du gaz pour le chauffage des fours, et les frais de main-d'œuvre. Dans ces conditions, et toutes autres choses étant égales, il fallait :

en 1914, 750.000 cal pour carboniser une tonne de charbon. Aujourd'hui, on n'en dépense même pas 600.000 ; il y a donc une économie de 20 p. 100 ;

en 1914, un ouvrier occupé au service des fours correspondait, — la loi de 8 heures étant supposée en vigueur, — à la production de 1.500 t de coke par an, tandis qu'aujourd'hui, elle a passé à 3.125 t. Le rendement de la main-

(5) En voici un exemple typique. A la Mine Emma, aux Mines fiscales de l'État néerlandais, à Heerlen, pour une première installation correspondant à une production journalière de 800 t de coke, les 120 fours Otto, type 1914, occupent 8.500 m², tandis que les 63 fours de la Silica en Ovenbouw, modèle 1922, qui permettent également de fabriquer 800 t de coke par jour n'occupent plus que 7.200 m². Dans cette surface, on englobe la batterie de fours, la tour à charbon, les voies pour la défourneuse, le poste central d'extinction du coke et les voies utiles du coke-car.

Enfin, ce qui est surtout essentiel, les fours à coke modernes permettent de bien mieux utiliser le terrain que ceux d'autrefois. Pour la cokerie Emma, prise comme exemple, les batteries, modèle 1914, avaient une longueur de 170 m, tandis que celle du type 1922 n'ont plus que 100 m environ de longueur.

(6) Comparaison entre deux cokeries traitant chacune annuellement 200.000 t de charbon à 10 p. 100 d'humidité, l'une installée en 1914, l'autre en 1925.

		1914	1925
Dimensions des fours.	Longueur totale	10,40 m	12,00 m
	Longueur utile	10,00 —	11,65 —
	Largeur normale	0,45 —	0,45 —
	Hauteur totale	2,60 —	3,50 —
	Hauteur utile	2,35 —	3,25 —
Durée de cuisson		24 heures.	18 heures.
Nombre de fours nécessaires		68	30

Prix de la cokerie complète et comprenant : silos de 8.000 t de capacité, appareils de manutention et de mélange du charbon, atelier de broyage, tour des broyes, les fours, les usines de récupération des sous-produits, goudron, ammoniaque et benzol, la fabrique de sulfate d'ammoniaque et la rectification du benzol.

(Aire de défournement inclinée sur la longueur des fours avec appareil de chargement et criblage mécaniques du coke) :	(Coke-car, tour d'extinction centrale, avec aire d'entassement pour 4 saumons, transport, criblage et chargement mécaniques du coke) :
1.750.000 francs-or.	3.000.000 francs-or.

Une cokerie capable d'une production annuelle de 200.000 t coûte donc 75 p. 100 environ plus cher en 1925 qu'une cokerie de production équivalente en 1914. Cette majoration de prix est conforme au surenchérissement des matériaux dans les pays ayant conservé la stabilité de l'étalon monétaire, comme nous l'avons exposé plus haut.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'œuvre, par la mise en jeu des perfectionnements que nous allons décrire, a donc plus que doublé depuis dix ans (7).

A titre indicatif, nous ajouterons que des perfectionnements non moins intéressants ont été apportés dans l'aménagement des ateliers de récupération et de traitement des sous-produits, tout particulièrement des distilleries de goudron ainsi que des usines à benzol. Dans ces dernières, par exemple, on laissait encore, voilà trois ou quatre ans, de 10 à 12 g de benzol par mètre cube de gaz, dit débenzolé. Ceci ne correspondait qu'à un effet utile de 60 p. 100, au maximum, des laveurs à gaz et se traduisait par une perte de 3 kg de benzol environ, par tonne de charbon carbonisé (8). Ceci est énorme en raison de l'importance des tonnages de charbon mis en jeu et du cours élevé des benzols (2.700 fr la tonne aujourd'hui). Pour une cokerie moyenne, il y aurait ainsi une perte annuelle de 600 t de benzol ayant une valeur d'environ 1.600.000 fr. Aujourd'hui, cette même perte a été réduite au tiers (4 g de benzol par mètre cube de gaz) soit 200 t de benzol qui valent 540.000 fr. Le progrès est donc considérable, mais il reste encore beaucoup à faire dans cette industrie que nous n'avons pas cessé de pratiquer depuis dix-huit ans. Il faut chercher à y réduire les dépenses d'agent absorbant et de vapeur de chauffage. Nous espérons revenir bientôt sur ce sujet. En attendant, il importe d'exposer et de commenter les causes profondes des améliorations apportées dans les cokeries.

(7) Cette différence ne fait que croître avec la production car, dans les installations d'avant-guerre, le personnel devait être augmenté presqu'en proportion du tonnage traité, tandis que les perfectionnements de la machinerie moderne permettant d'améliorer le rendement des ouvriers à tel point que si l'on portait la production de 200.000 à 400.000 t, le personnel serait à peine augmenté de 25 p. 100.

La comparaison faite ci-dessus montre donc clairement la valeur des progrès réalisés actuellement dans la fabrication du coke.

(8) Ch. Berthelot, *Procédés modernes pour l'extraction du benzol du gaz de houille* (Congrès des Combustibles liquides). Dans cette étude, nous avions reproduit les observations que voici :

M. Grebel, qui est un praticien averti, a pu écrire ce qui suit :

« Si des usines, comme celle de Lyon, arrivaient à récupérer jusqu'à 40 g de benzol brut par « mètre cube de gaz de houille, d'autres n'en retiraient guère plus de 10 g, et de très grandes « usines ne dépassaient pas 30 g. Certaines dépensaient jusqu'à 12 kg de vapeur par kilogramme « de benzol. Il s'agissait là, quelquefois, d'installations de fortune mal étudiées. Plusieurs de « celles destinées à la rectification et au traitement du benzol, pour fabriquer de la benzine et du « toluène « de recette » passant dans quelques dixièmes de degré, étaient encore plus défectueuses, « si possible (*Génie Civil* du 8 novembre 1919). »

De même, M. Sainte-Claire Deville avait donné les résultats ci-après, à l'occasion de sa communication présentée en mai 1919 au Congrès de la Société technique de l'Industrie du Gaz (42e Congrès de la Société technique de l'Industrie du Gaz, p. 231).

Moyennes pour les gaz des fours à chambres de La Villette.	BENZOL PAR MÈTRE CUBE DE GAZ		
	Poids condensé à —21°.	Poids condensé à —72°.	Total.
Groupe A : gaz non débenzolés.	11,81 g	23,50 g	35,31 g
Groupe B : — partiellement débenzolés .	4,71 g	22,84 g	27,55 g
Groupe C : — — — .	2,88 g	21,41 g	24,29 g
Groupe D : — mieux débenzolés	1,13 g	19,01 g	20,14 g
Groupe E : — *très bien* débenzolés . . .	0,00 g	11,00 g	11,00 g

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

II. — EXPOSÉ ET EXAMEN DES PERFECTIONNEMENTS RÉALISÉS DANS LA CONSTRUCTION ET L'EXPLOITATION DES FOURS A COKE.

Ces perfectionnements peuvent se classer comme suit :

A) *Au point de vue constructif* :

1° L'emploi de briques en silice pour la construction des parois de chauffage, vulgairement appelées « piédroits » des fours à coke;

2° La meilleure appropriation des dimensions des chambres de carbonisation qui a consisté à diminuer leur largeur et à augmenter leur longueur ainsi que leur hauteur;

3° L'agencement meilleur des carneaux de circulation des gaz en combustion, afin de permettre un chauffage uniforme de toute la paroi de chauffage, ce qui revient à assurer l'homogénéité de température du saumon de coke, quand sa cuisson est achevée. Puis aussi, l'emploi de moyens pour réduire au minimum la résistance opposée au mouvement des gaz de chauffage dans les divers carneaux du four;

4° L'adoption de moyens pour réduire au minimum les pertes de chaleur au rayonnement du massif des fours.

B) *Au point de vue du matériel* :

1° L'usage d'enfourneuses de grande capacité;

2° L'emploi de treuils perfectionnés pour l'enlèvement des portes de fours;

3° L'usage de machines défourneuses puissantes et rapides;

4° Le recours à des moyens mécaniques simples et robustes pour l'extinction et la manutention du coke;

5° L'usage d'appareils plus économiques et plus robustes qu'autrefois pour inverser le sens de circulation des gaz de chauffage dans les piédroits des fours à coke.

C) *Au point de vue de la qualité du coke et du gaz obtenus* :

1° La production d'un coke de meilleure qualité pour les besoins du haut fourneau, à cause de sa combustibilité meilleure;

2° La fabrication d'un gaz de pouvoir calorifique élevé, soit au moins 4.600 cal au mètre cube, à cause de la meilleure étanchéité des appareils de fermeture du four : tampons d'enfournement et portes.

PERFECTIONNEMENTS APPORTÉS A LA CONSTRUCTION DU FOUR A COKE. — 1° *Emploi de briques en silice pour la construction des piédroits.* — Avant la guerre, on employait uniquement des briques d'argile réfractaire dans la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

construction des fours à coke. Elles contenaient, en général, 66 p. 100 de silice, 31 p. 100 d'alumine et 3 p. 100 d'oxydes ou d'alcalis divers (9). Actuellement, il est de règle de ne se servir que de briques contenant 92 à 93 p. 100 de silice. On a pu ainsi réduire, à qualité et à largeur égales (44 cm) du four, de 22 à 16 heures, soit de 27 p. 100, la durée de carbonisation d'une charge de charbon.

En voici les raisons :

En premier lieu, la maison Coppée, qui a étudié cette question d'une manière vraiment scientifique, a mis en évidence, par ses essais, la supériorité de la silice au point de vue de la conductibilité, relativement aux briques silico-alumineuses. Il en résulte un gain de temps sur la durée ancienne de l'opération, qui est de l'ordre de 10 p. 100. L'expérience suivante le fait ressortir.

Dans un four à coke de 50 cm de largeur moyenne, la maison Coppée a établi une paroi en briques de silice et une autre en briques silico-alumineuses. Le régime de chauffage ayant été maintenu dans des conditions identiques sur les faces opposées du gâteau de charbon, on a constaté, que, sur le côté de la paroi siliceuse, les aiguilles du coke présentaient une longueur plus grande de 5 cm environ que sur le côté de la paroi silico-alumineuse. On obtenait ainsi une mesure comparative de la conductibilité des matériaux en présence et la vérification de la supériorité de la silice au point de vue de la rapidité de la cuisson.

Ce n'est qu'après ces essais concluants que la maison Coppée a généralisé l'emploi de la silice dans la construction de ses fours.

Les résultats obtenus aux essais ont été largement dépassés dans la pratique, et la production des batteries, calculée par mesure de prudence pour des durées de cuisson de 20 heures, s'est trouvée notablement accrue par la réduction du temps de cuisson à 16 heures, sans dépense supplémentaire d'énergie calorifique. Ce sont là des résultats normaux d'exploitation, obtenus depuis la mise en marche des fours en cause, c'est-à-dire depuis deux ans environ.

(9) Voici, par exemple, la composition des matériaux réfractaires employés par la Société de Fours à Coke pour la construction de fours à coke de deux importants charbonnages du Pas-de-Calais.

Composition des matériaux réfractaires :

Produits de première qualité :	SiO^2	77	p. 100
	Al^2O^3	20	—
	Fe^2O^3	0,2	—
	CaO	0,14	—
	MgO	traces	
Produits de seconde qualité :	SiO^2	71	—
	Al^2O^3	27,8	—
	Fe^2O^3	0,25	—
	CaO	0,40	—
	MgO	traces	

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En second lieu, les briques de silice peuvent supporter une température de chauffage beaucoup plus élevée que les briques silico-alumineuses, parce que leur point de ramollissement est notablement supérieur à celui de ces dernières. C'est un point d'autant plus essentiel à considérer que la superstructure des fours modernes est soumise à des charges fixes et roulantes beaucoup plus lourdes que celle des fours d'autrefois. Par exemple, les points de fusion d'une brique silico-alumineuse et d'une bonne brique siliceuse à environ 95 p. 100 de silice sont tous les deux situés vers 1.770°, mais, — et c'est le nœud de la question — sous une charge de 1 kg : cm², la première brique s'amollit déjà à 1.350° et la brique siliceuse au-dessus de 1.600° seulement.

On produit à présent, en France, des briques de silice dont la résistance à l'écrasement s'élève à 36 kg : cm² à 1.700° et dont le coefficient de dilatation est égal à 0,5 p. 100.

En d'autres termes, la mesure du degré de fusibilité des briques réfractaires, au moyen des montres fusibles ou cônes de Seger, ne suffit nullement. Il faut toujours, si l'on veut s'éviter des mécomptes très graves, déterminer à quelle température la brique s'affaisse sous une pression de 2 kg : cm². Il faut avoir soin également de bien préciser dans le contrat dans quelles conditions doivent avoir lieu ces essais de réception car ils sont délicats. Il convient de spécifier, notamment, la vitesse d'échauffement. Par exemple, en échauffant lentement le four d'essai, on recuit souvent des briques insuffisamment cuites ou friables. On obtiendra ainsi des résultats correspondant à des caractéristiques supérieures à celles de la réalité. Pour les briques siliceuses bien cuites, dures et sonores, le point de ramollissement dépend toujours de la teneur en silice et de la nature des impuretés de la quartzite employée. En présence de feldspath et de mica, le point de ramollissement est fortement abaissé. Généralement, si une préparation microscopique dénote l'utilisation d'une matière première pure, si la brique est dure et sonore, si elle a une densité apparente inférieure à 2,4, si le quartz a été parfaitement transformé, alors, le plus souvent, l'essai de ramollissement donnera également un bon résultat. En général, le point de ramollissement des briques Silica allemandes est situé un peu plus bas que celui des briques américaines, parce que les quartzites américaines sont fréquemment plus pures que les quartzites allemandes. Ce n'est point là, cependant, et évidemment, une loi absolue et l'on connaît des briques de silice venant de Tchéco-Slovaquie de toute première qualité.

De même, les essais de réception doivent être obligatoirement complétés par la mesure des caractéristiques suivantes : porosité, densité apparente, et résistance aux variations de température.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il convient encore d'apporter une attention extrême à la nature du coulis ou mortier réfractaire réunissant les briques.

C'est une faute grave que d'employer, pour la fabrication de ce mortier, des déchets de quartz sans connaître leur composition. Les stipulations indiquées pour la vérification des matières premières destinées à la fabrication des briques ont leur pleine raison d'être pour la préparation du mortier siliceux. Contrairement au mortier silico-alumineux, le mortier siliceux n'a qu'un faible pouvoir agglutinant. C'est pourquoi, pour sa préparation, la quartzite est additionnée de bonne argile liante qui permettra la prise en masse du mortier, mais il faut veiller à ne pas trop abaisser son point de fusion. Du mortier à trop forte teneur en SiO^2, ayant son point de fusion trop proche de celui des briques siliceuses, ne permettrait pas à la maçonnerie de présenter des joints étanches aux gaz. Par contre, une trop forte addition d'argile abaisserait tellement sa propriété réfractaire que, pour un fort échauffement, le mortier coulerait hors des joints. Le four se trouverait ainsi mis hors d'usage au bout de peu de temps. Il est bon également d'employer à la préparation de ce mortier des parcelles de briques siliceuses ou du quartz préalablement cuit, car le quartz du mortier doit être recuit afin que, sous l'effet de la température, sa structure ne se modifie pas. Il y a donc de ce côté des précautions spéciales à observer.

Enfin, on a cru d'abord que les briques siliceuses ne résisteraient pas à l'humidité du charbon (10). C'est inexact pourvu que les briques soient serrées et leur surface lissée. Au surplus, les briques siliceuses résistent à la teneur en sels des charbons bien mieux que ne le faisaient les anciennes briques silico-alumineuses. On a reconnu de même qu'elles ne souffraient pas des arrêts des fours à coke lorsqu'on prend certaines précautions. Par exemple, dans la région de Bochum, une batterie a été remise en chauffage 4 fois déjà sans que les parois en soient détériorées. Enfin, la durée de service des briques siliceuses paraît très supérieure à celle des briques silico-alumineuses : il existe des fours Otto dont les parois de silice se trouvent en service ininterrompu depuis près de 10 ans.

Au total donc :

« L'emploi de briques de silice a permis de réduire, à égalité de qualité du charbon et de largeur du four, de 27 p. 100 environ, la durée de carbonisation d'une charge de houille par rapport au cas où les fours sont cons-

(10) Par exemple, la maison Coppée a fait des expériences très concluantes dans ce sens, et à Heerlen, Mine Emma, les fours, à piédroits en briques de silice, n'ont nullement souffert du traitement d'un charbon contenant environ 10 p. 100 d'humidité. Ce charbon résulte d'un mélange de 80 parties de 1-7 lavé et de 20 parties de 0-10 lavé par flottage. (Ch. Berthelot, *Le lavage du charbon par flottage*, Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale de janvier 1925, p. 15.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

truits en briques silico-alumineuses. Ces dernières ont en effet une plus faible conductibilité thermique et leur point de ramollissement est trop bas, en regard de leur point de fusibilité, le seul considéré, à tort, jusqu'à ce jour. »

Il faut donc recommander l'usage des briques de silice, sous la réserve formelle de se montrer très circonspect dans le choix des briques qu'une nombreuse concurrence met actuellement sur le marché et de vérifier, en même temps que leur composition chimique, leurs propriétés physiques relatives à leur résistance aux températures élevées ainsi qu'à l'importance et au processus de leur dilatation.

Il y a lieu de remarquer qu'en Europe, les maisons Coppée et Otto ont spécialement outillé leurs laboratoires en vue de ces recherches et se sont livrées à de nombreux essais de détermination de la composition chimique des briques de silice, de leur dilatation absolue et permanente avec ou sans charge, densité absolue, porosité, etc. Spécialement, au laboratoire Coppée, les essais de dilatation au cathétomètre sont poussés jusqu'à 1.600° et sont exécutés sur des échantillons entiers et non sur des éprouvettes, dont la composition serait sujette à caution, soit qu'elles aient été spécialement préparées et d'une cuisson ne correspondant pas à la fabrication normale, soit, que, découpées dans la brique, elles présentent des fissures de nature à modifier les conditions de sa résistance et à fausser le résultat des essais.

Les exploitants veilleront donc à la qualité des matériaux réfractaires et du coulis ou ciment réfractaire qui leur sont fournis pour la construction de leurs fours à coke.

2° *Appropriation meilleure des dimensions des chambres de carbonisation.* — En ce qui concerne la largeur, les fours construits il y a 10 ans, avaient presque toujours 52 cm de largeur moyenne. Ceux que l'on édifie à présent ont, tout au plus, 45 cm de largeur moyenne et souvent même 40 cm. Il s'ensuit, comme l'indique le tableau I que la durée de la carbonisation est abrégée d'une manière très sensible.

En un mot, la puissance de carbonisation d'un four à coke est accrue de 14 p. 100 lorsqu'on réduit sa largeur de 50 cm (largeur des anciens fours) à 40 cm (largeur la plus usuelle des fours modernes).

Relativement à la longueur des fours à coke entre les portes, elle était primitivement de 5 à 6 m. Durant 25 ans, soit à partir de 1896 environ, on l'a maintenue à peu près constamment à 10 m. Aujourd'hui, on construit couramment des fours de 12 m. On dépasse rarement 13 m parce qu'on est limité par la résistance du coke au défournement et par le danger de destruction du four par l'écrasement du saumon de coke.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU I. — *Relation entre la largeur des fours à coke et la durée de carbonisation à égalité de température dans les piédroits, les parois étant établies en briques silico-alumineuses.*

LARGEUR MOYENNE DE LA CHAMBRE DE CARBONISATION	DURÉE DE CARBONISATION	CHARGE DU FOUR (11)	CHARBON CARBONISÉ PAR FOUR-JOUR
Centimètres.	Heures.	Tonnes.	Tonnes.
50	28,0	10,2	8,6
45	23,0	9,2	9,2
40	19,3	8,2	9,8
37	17,3	7,6	10,1
34	15,3	7,6	10,5

(11) La hauteur de la charge de charbon dans le four étant égale à 2,60 m et la densité apparente du charbon s'élevant à 0,75.

Enfin, la hauteur utile du four a été limitée longtemps à 1,80 m. Actuellement, elle atteint couramment 3,50 m et l'on projette des fours où la charge de charbon s'élèvera à la cote 4,20 m.

Ce qui limite la hauteur utile du four, c'est l'obligation d'y produire un saumon de coke de qualité homogène, relativement à son degré de carbonisation. Celui-ci se définit principalement, par la teneur en matières volatiles, la combustibilité, la cohésion du coke. On n'a évidemment pas atteint d'une seule étape ce résultat. On a, par exemple, constaté dans les premiers fours, où la charge de charbon s'élevait à 2,40 m environ qu'à la fin de la cuisson, la température prise suivant l'axe vertical du saumon de coke — relevée de 60 en 60 cm et à partir de la sole — variait comme suit : 1.030°, 790°, 735°, soit un écart de 300 degrés sur un intervalle de hauteur de 1,20 m seulement. Certains fours présentaient des variations encore plus étendues, ce qui a obligé à les démolir.

La conséquence pratique de ces particularités de fabrication est que le coke produit dans les fours élevés — c'est-à-dire ceux dans lesquels la charge du charbon atteint au moins 3 m de hauteur — présente quelquefois une hétérogénéité étendue de qualité. Celle-ci résulte de la surchauffe ou de l'excès de cuisson du coke se trouvant à proximité de la sole du four, et, au contraire, la carbonisation insuffisante de la partie supérieure du saumon.

Ces défectuosités apparaissent nettement au moment du défournement du coke. Elles se révèlent en outre par la fragmentation du coke et la diminution de combustibilité des parties du saumon qui ont été surcuites en cours de fabrication. Il s'ensuit :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour le carbonisateur, d'une part, la production d'une quantité exagérée de déchets de coke, dont la valeur est inférieure à celle du gros coke métallurgique;

pour le métallurgiste, d'autre part, une mise au mille plus forte. Plus le coke est en effet difficilement combustible, plus on en consomme, à production égale de fonte.

Enfin, le coke mal cuit, qui se trouve à la partie supérieure du saumon, est de valeur marchande restreinte en tant que produit mal défini et dont la grande friabilité rend l'emploi malaisé dans le haut fourneau.

3° *Agencement meilleur des carneaux de circulation des gaz brûlés et chauffage uniforme de toute la paroi de chauffage.* — Ce que l'on exige des fours à cokes modernes, qui se caractérisent par une hauteur beaucoup plus grande que ceux d'autrefois, c'est la carbonisation uniforme du saumon de coke dans toute sa hauteur. Le critérium de cette condition, c'est la production maximum de morceaux de coke ayant un calibre uniforme et de grosseur au moins égale à 80 mm ainsi que la formation minimum de fragments de coke de calibre inférieur à 80 mm qu'on appelle déchets.

D'une manière générale, la production de coke 80 mm et plus s'élève à 92 p. 100 et celle des déchets à 8 p. 100 seulement; elle ne tombe jamais au-dessous de 4 p. 100. Par contre, quand les fours sont irrégulièrement chauffés ou mal construits, le rendement en déchets s'élève jusqu'à 15 et même 20 p. 100 de la production totale de coke, ce qui correspond à une perte appréciable pour l'exploitant. En effet, le gros coke se vend aujourd'hui 140 fr la tonne tandis que les déchets, après qu'on les a classés par grosseur au moyen d'un trommel ou d'une table à secousses, n'ont qu'une valeur moyenne de 90 fr la tonne.

On n'est pas arrivé sans beaucoup de mal à assurer le chauffage uniforme de chacune des parois des fours à coke. Il fallait pouvoir, en effet, proportionner l'afflux de gaz de chauffage et d'air comburant à la largeur du four qui va en croissant du côté de la défourneuse à celui de sortie du coke. Ceci impliquait donc l'emploi de moyens pratiques et précis pour parvenir à ce résultat.

De grands progrès ont été accomplis dans cette voie, comme le montrent les résultats expérimentaux que nous allons citer.

Dans diverses modèles de fours, que l'on construisait encore il y a moins de 10 ans, on relevait les températures que voici suivant l'axe horizontal du saumon de coke :

Côté de la défourneuse	1.090°
Milieu du four	1.120°
Côté de la sortie du coke	920°

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

soit un écart de températures s'élevant jusqu'à 200 degrés. On trouvait des différences d'un ordre de grandeur encore plus élevé de la base au sommet du gâteau de coke.

Aujourd'hui, on est arrivé à des différences bien moins sensibles. Ces avantages résultent de certains perfectionnements tels que la juxtaposition des carneaux de fluide de même direction supprimant toute possibilité de circuits parasites par les fissures des maçonneries, l'indépendance rigoureuse des circuits de chauffage dans la chambre de combustion, le relèvement du point d'inflammation du gaz dans le piédroit prévenant la formation de petit coke au pied du saumon et la suppression radicale du graphite.

Enfin, il faut tenir compte de ce qu'on a réussi à réduire l'importance des surfaces nuisibles, et à régler avec précision l'admission d'air et de gaz dans chacun des carneaux verticaux du piédroit. Pour concrétiser ces observations, citons par exemple le four Coppée, dans lequel :

pour procéder au réglage de la distribution de gaz combustible, on se sert d'un canal de distribution de section calculée et décroissante de la façade au milieu du four. Ceci permet une première répartition que l'on parfait par l'emploi de busettes à orifice calibré que l'on peut aisément et rapidement remplacer, grâce aux orifices d'accès qui se trouvent sur le massif du four;

le courant de gaz brûlés, et partant l'admission d'air comburant, peut être réglé au moyen de registres disposés à la partie supérieure de chaque carneau vertical du piédroit et auquel on peut également accéder de la partie supérieure du massif des fours;

les entretoises qui contribuent à former les carneaux verticaux du piédroit sont de largeur aussi faible que la stabilité de l'appareil le permet. C'est de grande importance pour la puissance de carbonisation du four.

En effet, si l'on représente par :

a, la section active de la paroi de chauffage du four, b, la section transversale de l'entretoise des parois, le rapport $\frac{a}{a+b}$ correspond à la surface utile du piédroit relativement à sa surface totale. Plus il sera élevé, meilleur sera le four comme organe de transmission de la chaleur. Sa productivité en coke pourra donc s'accroître dans le même sens. Cela signifie qu'il faut éviter de diminuer ce rapport. C'est justement ce qui se passe dans certains fours, où l'on a voulu loger des carneaux d'air ou de gaz brûlés à l'intérieur de ces entretoises. L'erreur commise est donc flagrante.

Il faut aussi éviter de tomber dans l'excès contraire en réduisant les tenons des entretoises. On nuit ainsi à la stabilité de la maçonnerie.

Le point d'inflammation du gaz dans le piédroit a été relevé au moyen d'un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

artifice très simple, ce qui permet d'éviter la surcuisson du coke formé au voisinage de la sole du four, et détermine sa fragmentation et, par suite, sa dévalorisation.

La maison Coppée dispose donc d'un four véritablement moderne. Un modèle également excellent est celui de la Silica en Ovenbouw, de La Haye, qui est remarquable par sa simplicité. Mentionnons aussi les fours Solvay-Piette, Lecocq et Still à combustion étagée dans lesquels on admet l'air ou le gaz à différentes hauteurs dans les carneaux de chauffage du piédroit. Voici près de 18 mois, nous avions décrit le four Solvay-Piette et nous en avions analysé le fonctionnement devant la Société des Ingénieurs civils de France. Le four Solvay-Piette que nous avions étudié venait d'être mis en marche à Moll (Belgique), où son fonctionnement a toujours été aussi parfait qu'économique. En voici la caractéristique essentielle :

L'alimentation en gaz de chauffage s'effectue pour les trois quarts de la consommation totale de gaz environ à la base des carneaux verticaux du piédroit et pour un quart au sommet de ces mêmes carneaux. Ce dispositif permet de ne brûler le gaz qu'avec un excédent d'air extrêmement réduit, soit 8 p. 100 environ de la quantité théorique, alors que, le plus souvent, il en faut 15 et même 20 p. 100. La dépense de chaleur pour la carbonisation d'une tonne de charbon à coke dans ce modèle de four de la Solvay-Piette est donc très réduite. Suivant les essais auxquels on a procédé à Moll, voici les résultats auxquels on est parvenu, le chauffage se faisant avec du gaz de fours à coke.

TABLEAU II.

ANALYSE DU CHARBON		CALORIES CONSOMMÉES PAR TONNE DE CHARBON :	
		à l'état tout venant.	à l'état sec.
I. — Eau	5,3		
Matières volatiles	22,75	579.000	565.000
Cendres	10,76		
II. — Eau	7,3		
Matières volatiles	21,88	595.000	570.000
Cendres	9,37		
III. — Eau	4,0		
Matières volatiles	26,9	565.000	550.000
Cendres	5,9		

Marche du four Lecocq. — Le four Lecocq qui vient d'être mis en marche à l'usine à gaz de Strasbourg est à combustion étagée; sauf en ce qui con-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cerne la distribution de l'air, il est identique au four Lecocq à régénération ordinaire; nous nous bornerons donc à décrire la distribution de l'air, primaire et de l'air secondaire dans les carneaux du piédroit.

La sous-sole à air primaire *1* (fig. 1, 2 et 3) est établie comme dans le four à régénération ordinaire sous la sole des fours et les carneaux *2* distribuent l'air à la partie inférieure de tous les carneaux impairs du piédroit.

Le registre *3*, constitué par une brique réfractaire, peut obstruer, en totalité ou en partie, l'entrée de l'air venant du régénérateur et se rendant dans le carneau de sous-sole *1*.

La sous-sole à air secondaire *4*, établie sous les carneaux de distribution de gaz au piédroit, est en communication avec les carneaux *5* qui amènent l'air secondaire à une certaine hauteur dans les carneaux impairs du piédroit où il achève la combustion du gaz.

Le registe *6*, constitué par une brique réfractaire, peut obstruer, en tout ou en partie, la communication entre la sous-sole à air secondaire et le régénérateur.

Procédés employés pour empêcher le graphitage. — L'étude minutieuse de la disposition des joints, l'agencement des carneaux, le rehaussement au point d'inflammation dans le piédroit, et le groupement, sous la sole des fours des circuits de même direction, suppriment les repassages et le surchauffage des conduits distributeurs de gaz.

Il s'ensuit que la formation du graphite n'est plus, à l'heure actuelle, une préoccupation pour l'exploitant des fours à coke et les procédés compliqués de dégraphitage sont généralement abandonnés.

La maison Coppée a néanmoins conservé par mesure du prudence et pour un dégraphitage tout à fait occasionnel, un dispositif extrêmement simple consistant à munir le robinet de distribution de gaz dans la conduite de répartition sous piédroit d'une entrée d'air normalement obturée et communiquant suivant la position du robinet d'inversion avec le répartiteur inactif. Il suffit donc, dans le cas d'un commencement de graphitage, de permettre l'accès de l'air dans le robinet pour obtenir une destruction rapide et complète du graphite déposé.

Ce dispositif présente l'avantage de réaliser un dégraphitage local et intermittent strictement limité à la durée de l'opération.

4° Moyens employés pour réduire au minimum les pertes de chaleur par rayonnement. — Les portes de fours sont actuellement agencées de manière à ce que soit supprimée l'influence refroidissante des façades du four et à ce que soit assurée une parfaite cokéfaction des têtes de saumon. Elles simplifient, de plus, l'opération du lutage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

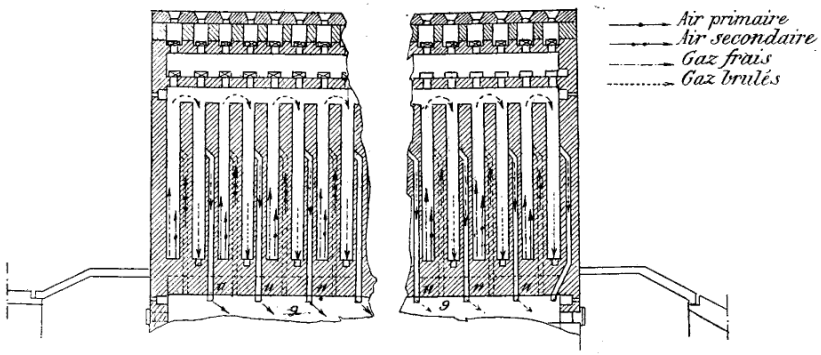


Fig. 1. — Coupe longitudinale du four Lecocq, dernier modèle.

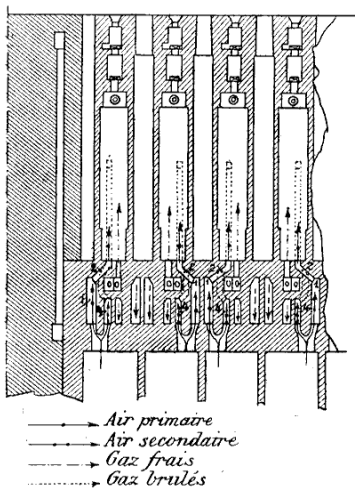


Fig. 2. — Coupe transversale du four Lecocq dernier modèle.

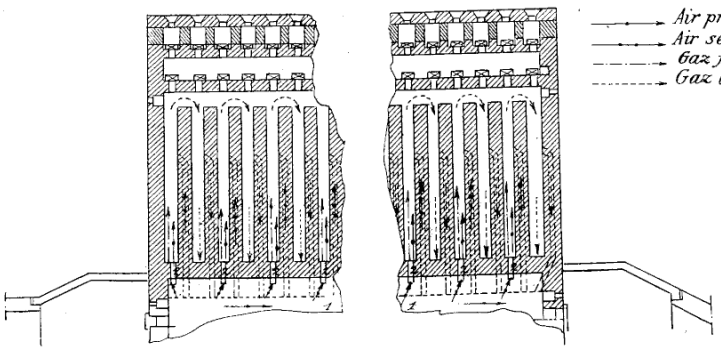


Fig. 3. — Coupe longitudinale du four Lecocq, dernier modèle.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le but de supprimer les inconvénients du rayonnement exagéré des portes en usage avant guerre, qui étaient simplement appliquées contre la devanture des fours, l'épaisseur du garnissage en réfractaire de la porte est augmentée de façon à faire pénétrer celui-ci dans la chambre de carbonisation sur une profondeur de 250 mm environ. Ce garnissage comporte, de plus, un revêtement calorifuge interposé entre le réfractaire et la couverture métallique de la porte.

Il en résulte une utilisation très légèrement réduite de la capacité utile du four, mais, par contre, les parties extrêmes du saumon de coke sont reportées au droit du second carneau de chauffage de la chambre de combustion et ne subissent plus, comme autrefois, l'influence de l'action refroidissante extérieure qui se manifestait sur le premier carneau et retardait la cuisson au détriment de la consommation du gaz.

En outre, l'épaisseur plus grande du garnissage en réfractaire s'oppose efficacement au rayonnement néfaste des portes non pénétrantes.

Cet agencement nouveau des portes a nécessairement entraîné une modification de leur mode d'application, qui ne se fait plus actuellement qu'à l'endroit de la voûte de la chambre à coke, en *a* a (fig. 4 et 5), la porte étant, du fait de la pénétration, moins large de 20 mm environ que l'entrée du four sur laquelle elle s'applique.

La fixation de la porte est également simplifiée et n'est plus assurée que par une seule barre *b*, servant d'appui au cadre métallique de la porte et jouant librement, à ses extrémités, dans un système de coins *c* solidaires des montants d'ancrage *d*, dans lesquels elle vient se fixer par son propre poids.

Pour réaliser une construction solide et durable, les devantures de piédroits sont garnis de taques de protection épousant les maçonneries comprises entre les portes et s'étendant de la sole au niveau de la clef de voûte des fours. Le bord de ces taques forme avec le bord du cadre métallique des portes, des chéneaux étroits en forme de V recevant l'argile de lutage.

Celui-ci est donc extrêmement simple, nécessite très peu de matière, tout en assurant un maximum d'étanchéité.

Dans le même ordre d'idées, M. Lecocq emploie une porte spéciale sans lutage à l'argile. Celle-ci est appliquée automatiquement contre un cadre métallique lui servant de siège; sous l'action de son poids, le mouvement de descente de la porte en direction verticale a pour effet, par la coopération de son poids avec des plans inclinés, de déterminer la production d'une pression horizontale la maintenant pressée sur son cadre avec la force nécessaire pour assurer une fermeture très étanche.

Cette pression horizontale, due au poids de la porte, est obtenue au

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

moyen de galets faisant corps avec la porte et de crochets faisant corps avec le cadre; ces crochets forment des plans inclinés qui, par leur action sur les galets, pressent la porte sur son cadre métallique.

Outre l'étanchéité de la porte sur le cadre, il faut assurer celle du cadre métallique avec la paroi du four. On y est arrivé par l'emploi d'un joint de composition spéciale.

La porte est munie d'un bouclier en tôle : qui pénètre dans le four jusqu'au droit du premier carneau du piédroit; la croûte d'incuits des parties du gâteau qui adhèrent aux portes non rentrantes est ainsi supprimée. De plus, on réalise ainsi une meilleure conservation de la porte qui ne se trouve plus chauffée à une température aussi élevée et les pertes par rayonnement sont réduites au minimum, grâce à l'interposition d'un matelas d'air isolant.

Le lutage à l'argile est complètement supprimé; il en résulte *une économie intéressante de main-d'œuvre* qui fait vite récupérer la dépense supplémentaire due au prix élevé de ces portes. A titre d'exemple, dans une cokerie de 40 fours pouvant produire 500 t de coke par 24 heures, on a pu supprimer 11 hommes sur le personnel existant par rapport à une batterie de même capacité munie de portes ordinaires.

Lorsqu'on emploie des fours de grande hauteur et qu'on doit réaliser 80 défournements et davantage par jour, l'emploi de ces portes constitue une solution économique.

La rapidité et la simplicité des manœuvres permettent de n'utiliser qu'une équipe réduite. On supprime le temps nécessaire au lutage et délutage, qui est de 7 à 8 minutes, au minimum, *pour chaque opération*, pour une porte de 3,80 m.

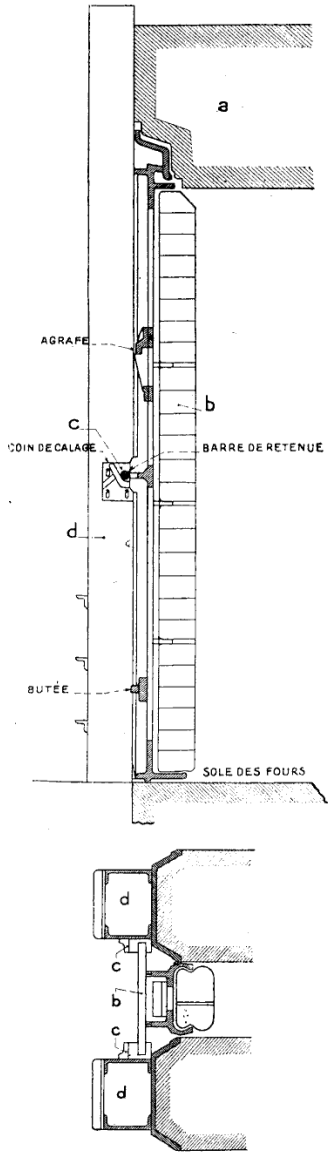


Fig. 4 et 5. — Coupe-vue de côté et plan-coupe d'une porte de four à coke système Coppée.

Dès que le coke est défourné, on applique sur son cadre la porte du côté

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

défournement : on évite le refroidissement du four par l'air s'engouffrant par les portes et la perte de nombreuses calories emportées. La porte du côté de la défourneuse est immédiatement appliquée sur son siège, après le retrait du bouclier de la défourneuse, et on procède immédiatement à l'enfournement.

TABLEAU III. — *Etude comparative des frais de*

I : Extinction et chargement à la main.
II : Extinction à la main et chargement par chargeuse-trieuse.
III : Extinction par poste central et chargement mécanique.

Capacité de production de l'installation en tonnes de coke par 24 heures.	350 t			440 t			550 t		
Procédé employé	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Coût de l'installation en 1924 (francs).	361.500	450.000	677.250	480.000	560.000	680.000	600.000	790.000	756.000
Prix de revient de l'extinction et du chargement d'une tonne de coke :									
a) Amortissement en 15 ans, 6 p. 100.	0,30	0,37	0,56	0,30	0,35	0,43	0,30	0,34	0,38
b) Salaires :									
Personnel par 24 heures :									
Chargeurs de coke : 30 t par homme et par poste	11	6	6	15	6	6	18	12	6
Extincteurs	6	6	3	6	6	—	9	9	—
Machinistes de locomotive	—	—	—	—	—	3	—	—	3
Entretien	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Nettoyage bassin décantation. . . .	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	19	14	11	23	14	11	29	24	12
Sur la base de 20 fr par jour et par homme et 30 t de coke chargé par homme et par jour	1,15	0,85	0,66	1,05	0,64	0,50	1,05	0,87	0,44
c) Frais d'entretien y compris main-d'œuvre et matériaux	0,10	0,16	0,30	0,10	0,15	0,28	0,09	0,16	0,26
d) Force motrice y compris huile et graisse (0,20 fr le kWh)	0,08	0,35	0,75	0,07	0,30	0,62	0,06	0,35	0,48
	1,63	1,73	2,27	1,52	1,54	1,83	1,50	1,72	1,55

En définitive, les portes sans lut rendent d'indéniables services, mais leur cadre métallique ne se déformera-t-il pas à la longue, formera-t-il toujours joint hermétique avec la maçonnerie, ne sont-elles pas trop coûteuses de premier établissement et d'entretien? Pour notre part, nous leur préférons les portes rentrantes des maisons Coppée et Solvay-Piette qui assurent d'une façon certaine l'étanchéité du four. C'est ce que la pratique a pleinement démontré (12).

(12) Il est essentiel de prévoir, dans un cahier des charges relatif à une installation de cokeries, une clause au sujet de la teneur maximum en gaz inertes du gaz produit, soit 12 p. 100, et de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LE MATÉRIEL MÉCANIQUE DANS LES COKERIES MODERNES. — *Manutention et extinction du coke.* — Les procédés de manutention et d'extinction du coke diffèrent suivant les tonnages traités. L'opportunité de leur choix dépend directement des avantages économiques qu'ils présentent.

Pour les installations dont la capacité de production du coke ne dépasse

premier établissement et d'exploitation des divers procédés d'extinction et de chargement du coke.

660 t			880 t			1.100 t			1.320 t		
I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
720.000	900.000	836.000	960.000	1.120.000	1.191.000	1.200.000	1.460.000	1.273.000	1.440.000	1.680.000	1.390.000
0,30	0,38	0,35	0,30	0,35	0,37	0,30	0,36	0,32	0,30	0,35	0,29
22	12	6	30	12	6	37	18	6	44	18	6
9	9	—	12	12	—	15	12	—	18	12	—
—	—	3	—	—	6	—	—	6	—	—	6
1	2	2	2	3	3	2	3	3	2	3	3
1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
33	24	12	46	29	17	56	35	17	66	35	17
1,00	0,73	0,36	1,05	0,66	0,39	0,97	0,64	0,31	0,93	0,53	0,26
0,08	0,15	0,25	0,08	0,14	0,28	0,07	0,16	0,25	0,07	0,14	0,23
0,06	0,30	0,35	0,06	0,27	0,38	0,06	0,30	0,32	0,05	0,26	0,28
1,44	1,56	1,31	1,49	1,42	1,42	1,40	1,46	1,20	1,35	1,38	1,06

pas 300 t par jour, l'aire de défournement est généralement conservée et l'extinction est faite par arrosage à la main suivant l'usage courant dans les cokeries anciennes.

Le coke éteint est ensuite repris en bas du quai, soit à la fourche, soit par un transporteur métallique qui le conduit aux installations de criblage, soit par des machines déplaçables le long du quai et opérant directement le criblage et le chargement en wagons.

limiter à 0,5 p. 100 tout au plus la teneur en oxygène de ce gaz, sinon, il y a à craindre l'influence combinée des cyanures et de cet oxygène sur les tôles des gazomètres ainsi que sur les volants des compteurs a gaz chez les consommateurs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour les installations d'une capacité de production journalière variant entre 300 et 500 t, le choix du mode d'extinction devient discutable et l'on recourra soit au défournement sur aire inclinée et extinction à la main, soit à l'extinction par poste central en tenant compte, d'une part, de la disponibilité de la main-d'œuvre et de la limitation du capital à engager et, d'autres part, des raisons diverses qui militent en faveur d'une installation tout à fait moderne, notamment en vue d'extension future.

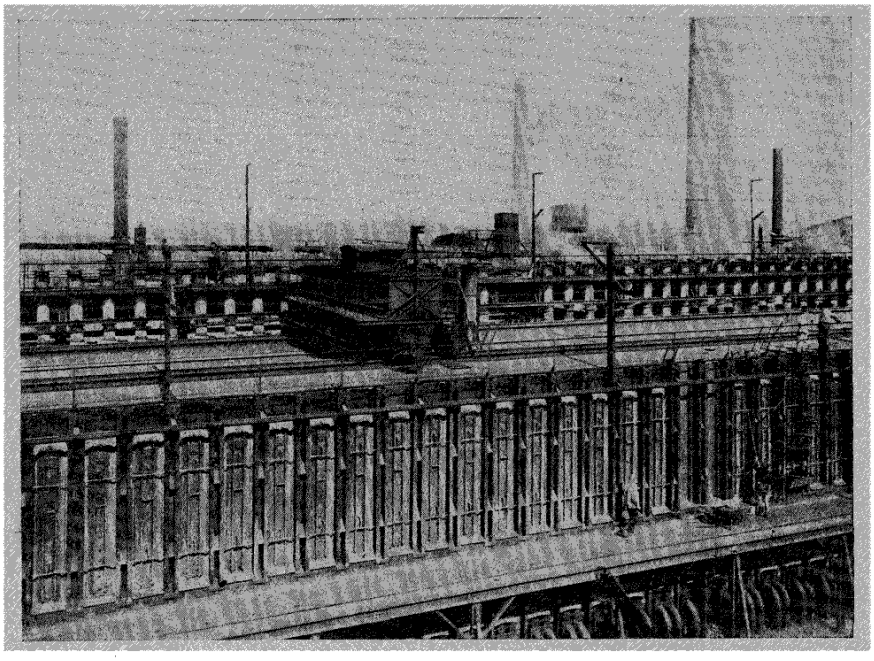


Fig. 6. — Wagon à charbon automoteur pour le charbon des fours à coke, employé par la Silica en Ovenbouw de La Haye aux Mines fiscales de l'État néerlandais à Heerlen. (Remarquer que les colonnes montantes des fours à coke sont courtes et de grand diamètre. Noter aussi que les rails sur lesquels roule le wagon à charbon reposent sur de fortes poutrelles (220 mm de hauteur) pour éviter la production de surcharges nuisibles à la conservation du massif des fours.

Au delà de 500 t, l'avantage est indiscutablement aux appareils de chargement mécanique et à l'extinction par poste central. C'est ce que montre le tableau III.

Le défournement et l'extinction au moyen d'un poste central se pratiquent de la façon suivante :

Le coke est reçu, à sa sortie du four, dans un wagon à coke à fond incliné actionné par une locomotive, qui, le défournement terminé, le conduit sous une tour d'extinction indépendante de la batterie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

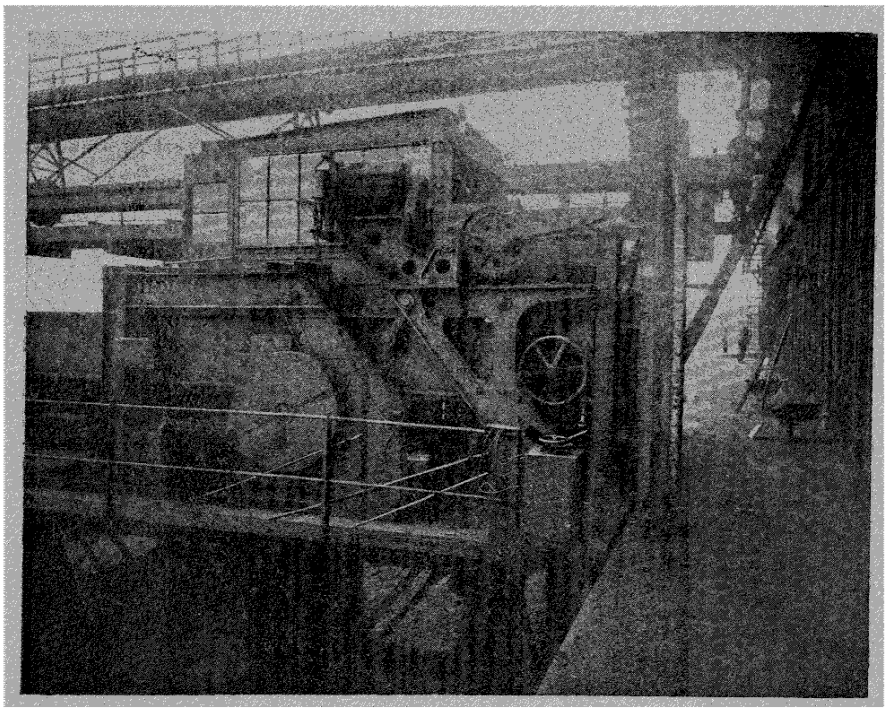


Fig. 7. — Défourneuse à coke, système Coppée, employé à Velsen (Hollande). (La défourneuse est pourvue d'une machine pour soulever les portes, visible au premier plan. La figure montre aussi une porte du système Coppée, telle qu'elle a été décrite dans le présent exposé).

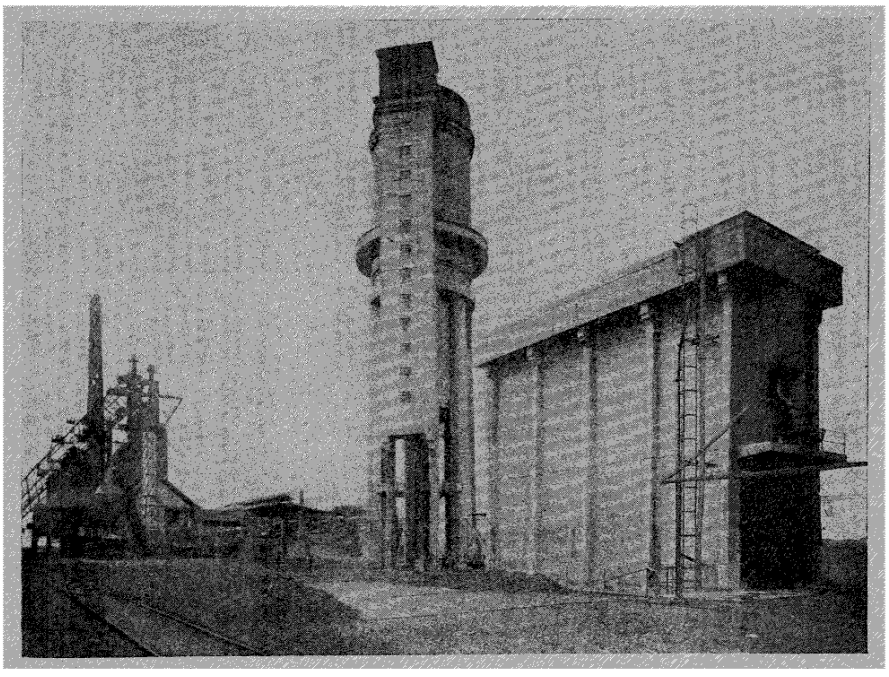


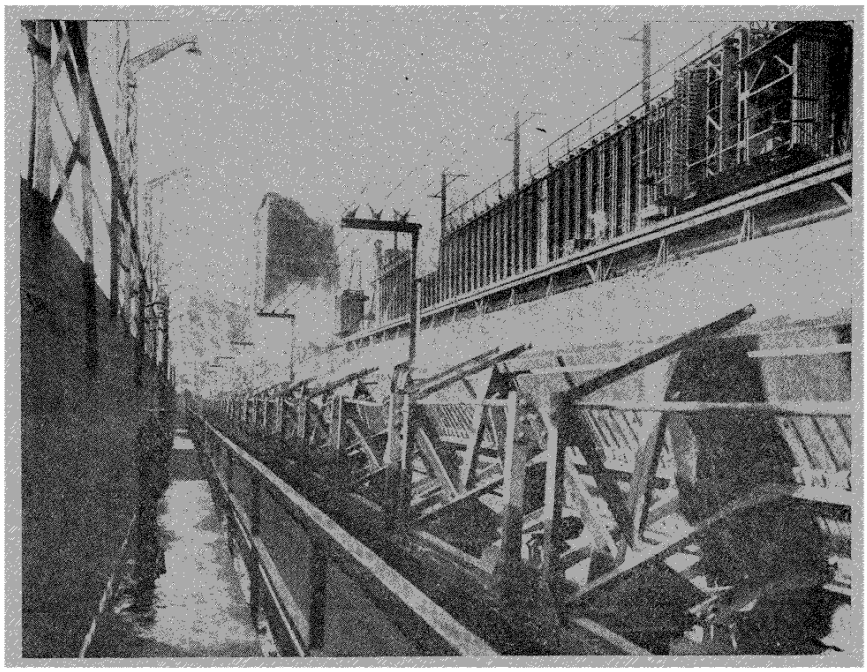
Fig. 8. — Poste central d'extinction du coke à Velsen (Hollande) établi par la maison Coppée. (Au premier plan, on distingue le bâtiment où s'opère l'extinction du coke, contenu, à ce moment, dans un wagon spécial, et au second plan, le réservoir d'alimentation en eau.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le coke y est arrosé par de puissants jets d'eau dirigés verticalement sur toute la longueur du wagon à coke. L'extinction terminée, l'arrosage est interrompu et le coke est maintenu quelques instants sous la tour pour permettre l'évaporation de l'eau absorbée par le coke. Le coke est ensuite déversé sur une aire inclinée pouvant contenir la charge de 3 à 4 défournements.

La vidange du wagon à coke se fait par des portes actionnées mécaniquement de la locomotive.

La tour d'extinction est constituée par une cheminée en béton d'une



Fig, 9. — Vue de l'aire inclinée de déchargement du wagon à coke, système de la Silica en Ovenbouw de La Haye, en usage aux Mines fiscales de l'État néerlandais à Heerlen (Hollande).

hauteur suffisante (15 m environ) pour prévenir tout rabattement de la vapeur dégagée par l'extinction sur le personnel ouvrier occupé au service des fours.

Un réservoir, formant couronne de la cheminée d'extinction et alimenté d'une façon intermittente et automatique, fournit l'eau nécessaire à l'arrosage.

De l'aire inclinée, le coke est admis sur un transporteur à bande de caoutchouc qui le conduit aux installations de criblage.

Pour notre part, nous préférons aux courroies de caoutchouc destinées à remonter le coke au poste de criblage et de classement, le transporteur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

métallique, du type Mines d'Aniche, mis au point par M. Venot et dont voici les caractéristiques essentielles :

Le transporteur de coke, installé le long des fours à coke, a 146 m de longueur, dont 45 m en partie inclinée à 29°.

Le débit est de 100 t : h de coke métallurgique de 0,45 kg de densité apparente.

L'alimentation se fait au moyen d'une sole de 3 m de diamètre prenant

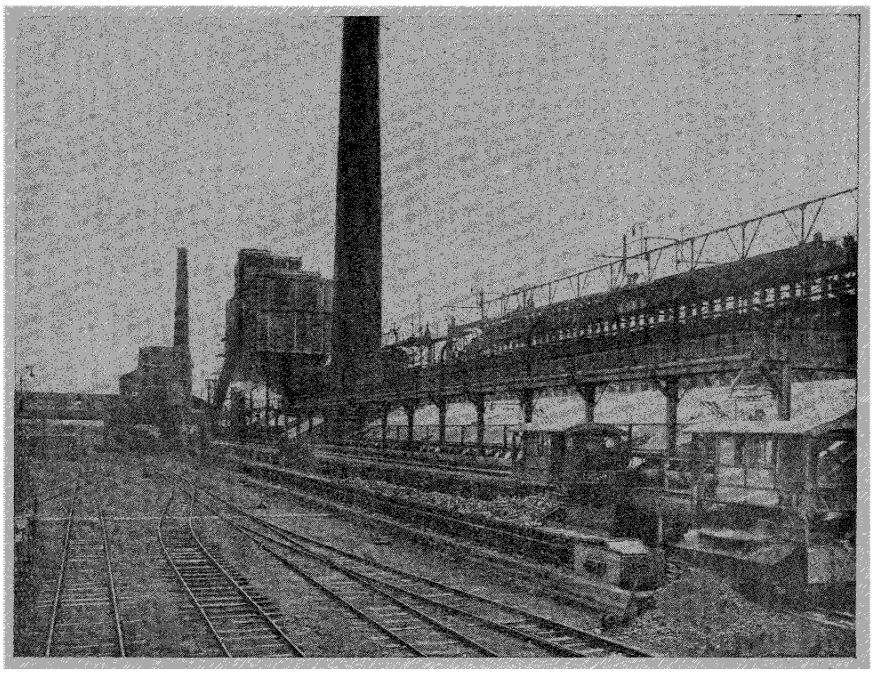


Fig. 10. — Transporteur à coke, dit « à écailles », employé à la cokerie de Gayant de la Compagnie des Mines d'Aniche, (établi par M. Venot). (On remarque, au premier plan, une sole tournante qui sert à amener le coke du quai incliné sur le transporteur à écailles. Ce dernier est ainsi accessible de tous côtés, donc facile à entretenir.)

le coke au bas de l'aire de défournement et le déversant sur les écailles du transporteur.

La largeur des écailles du tablier métallique du transporteur est de 1,20 m.

La vitesse du transporteur est de 0,15 m : s.

La puissance consommée en pleine charge est de 12 ch.

L'installation comprend pour chacune des deux batteries : une sole mobile de chargement sur le transporteur; un transporteur de coke; une grille à barreaux; une toile de chargement.

Le personnel nécessaire pour le transport du coke, criblage et chargement,

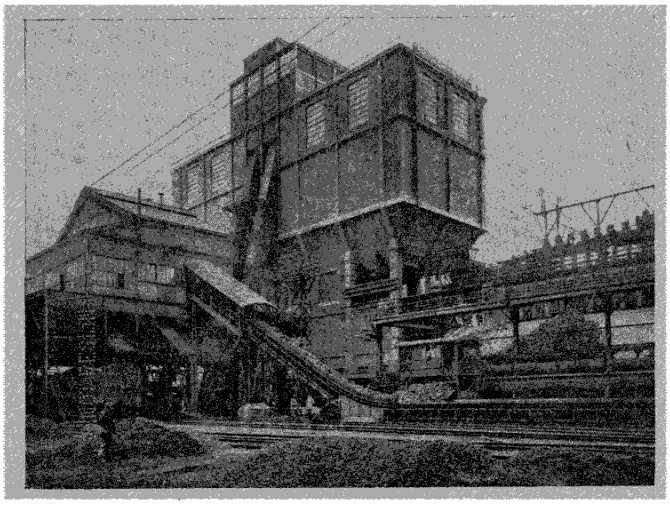
Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

se compose de : deux hommes pour les soles de reprise du coke sur les aires de défournement; un homme au criblage; un wagonnier,

soit 4 hommes en tout.

Dans ces conditions, nous considérons qu'il convient de chercher à combiner, le plus possible, le wagon à coke utilisé dans les cokeries modernes et le transporteur métallique Venot (13).

Nous devons également mentionner le procédé Sulzer, qui permet de récupérer la chaleur sensible du coke incandescent pour la faire servir à la



Fig, 11. — Transporteur à coke des Mines d'Aniche, système Venot. (Cette vue est prise à proximité du poste de criblage. On remarque que, malgré la forte inclinaison du transporteur (29°), le coke ne retombe pas du tout en arrière.)

production de la vapeur utile au service de l'usine. Ce gain de chaleur est considérable et correspond à une énergie calorifique entièrement perdue jusqu'ici. Les 600.000 cal utiles à la carbonisation d'une tonne de charbon sec se ventilent, en effet, comme suit :

	Calories par tonne de houille.
Chaleur rayonnée par le massif des fours, environ 9 p. 100, soit .	54.000
Chaleur emportée à la cheminée par les gaz brûlés, 17 p. 100, soit.	102.000
Chaleur emportée par les produits distillés, gaz, eau et vapeurs de goudron, 30 p. 100, soit.	180.000
Chaleur emportée par le coke incandescent, 40 p. 100, soit. . . .	264.000
Total	600.000

(13) Rappelons, à ce propos, que déjà les Mines d'Aniche ont été les premières à appliquer le lavage du charbon par flottage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La perte principale est donc celle due au coke incandescent.

Cependant, la quantité énorme de chaleur emportée par le coke n'avait fait jusqu'ici l'objet d'aucune récupération si l'on excepte quelques usines à gaz qui l'emploient pour produire du gaz à l'eau dans les cornues elles-mêmes en fin de distillation ou pour alimenter les gazogènes qui servent au chauffage des fours.

Le procédé général d'extinction à l'eau, utilisé jusqu'ici dans les cokeries, emporte donc, en pure perte, une énorme quantité d'énergie.

Fort intéressant, par conséquent, est le procédé Sulzer, qui récupère cette chaleur au moyen d'un courant de gaz inertes qui circulent, en circuit fermé, d'un étouffoir où ils sont mis en contact direct avec le coke incandescent jusqu'à des chaudières à vapeur. Ils y transportent et y abandonnent ainsi 60 p. 100 environ de la chaleur qu'ils ont prise au coke (14).

Pour la réalisation du procédé, dans une cokerie produisant 1.000 t de coke par jour, l'installation comporte :

4 trémies de 100 m³ de capacité, dont 3 se trouvent en service et une en réserve;

4 chaudières du type multitubulaire ayant chacune 990 m² de surface de chauffe.

Le coke incandescent reçu (fig. 6 et 7) dans un car à coke est élevé à la partie supérieure de l'étouffoir dans lequel il est déversé périodiquement après qu'une charge correspondante de coke refroidi a été prélevée à la partie inférieure, de sorte que la trémie fonctionne à niveau plein. Le ventilateur à vitesse variable fait circuler les gaz de réfrigération de la trémie à la chaudière.

(14) Le tableau ci-dessous donne la chaleur spécifique des différentes espèces de coke (Debrunner) suivant leur teneur en cendres.

INTERVALLE DE TEMPÉRATURE	CHALEUR SPÉCIFIQUE MOYENNE c_m DE 20° A DIFFÉRENTES TEMPÉRATURES ET CHALEUR CONTENUE (EN CALORIES) DANS 1 KG DE COKE DONT LES TENEURS EN CENDRES SONT DE :									
	5 p. 100.		10 p. 100.		15 p. 100.		20 p. 100.		25 p. 100.	
	c_m	Cal	c_m	Cal	c_m	Cal	c_m	Cal	c_m	Cal
20°- 100°	0,1928	15,42	0,1926	15,41	0,1925	15,40	0,1923	15,38	0,1922	15,37
20°- 200°	0,2249	40,48	0,2238	40,28	0,2226	40,07	0,2215	39,87	0,2204	39,67
20°- 300°	0,2521	70,50	0,2503	70,08	0,2484	69,55	0,2465	69,02	0,2446	68,49
20°- 400°	0,2773	105,37	0,2747	104,39	0,2720	103,36	0,2693	102,33	0,2666	101,31
20°- 500°	0,2968	142,46	0,2935	140,88	0,2903	139,34	0,2870	137,76	0,2838	136,22
20°- 600°	0,3133	181,71	0,3094	179,45	0,3057	177,31	0,3018	175,04	0,2981	172,90
20°- 700°	0,3268	222,22	0,3225	219,30	0,3183	216,44	0,3140	213,52	0,3098	210,66
20°- 800°	0,3374	263,17	0,3328	259,58	0,3282	256,00	0,3236	252,41	0,3190	248,82
20°- 900°	0,3471	305,45	0,3421	301,05	0,3372	296,74	0,3322	292,34	0,3273	288,02
20°-1.000°	0,3558	348,68	0,3505	343,49	0,3452	338,30	0,3399	333,10	0,3347	328,01
20°-1.100°	0,3634	392,47	0,3588	387,50	0,3531	381,35	0,3475	375,30	0,3419	369,25
20°-1.200°	0,3692	435,66	0,3634	428,81	0,3576	421,97	0,3517	415,01	0,3460	408,28

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

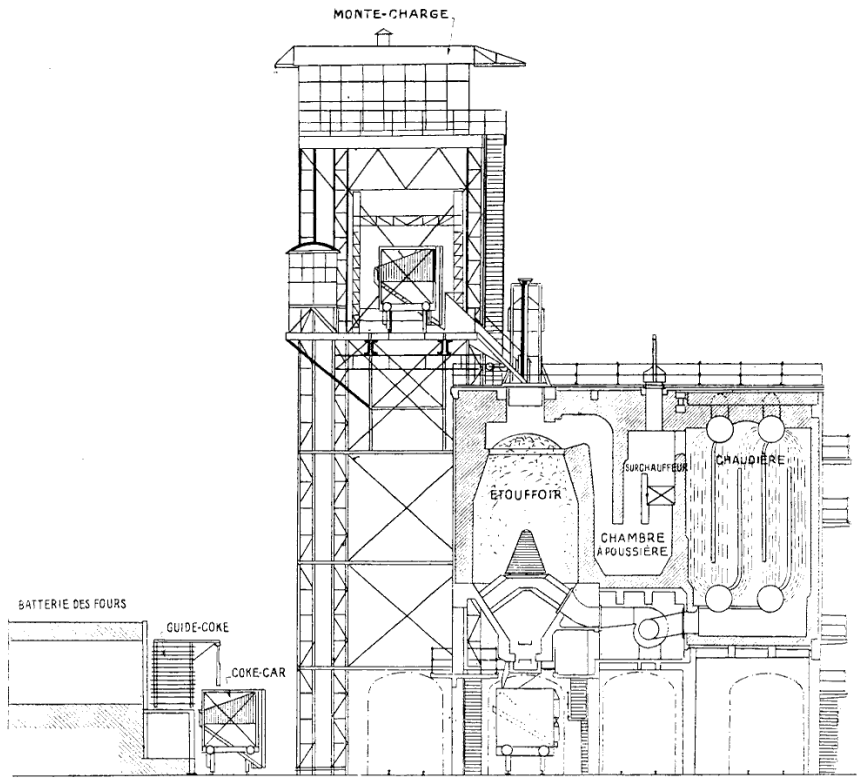


Fig. 12. — Coupe transversale par un élément de l'Installation Sulzer pour l'extinction à sec du coke ardent.

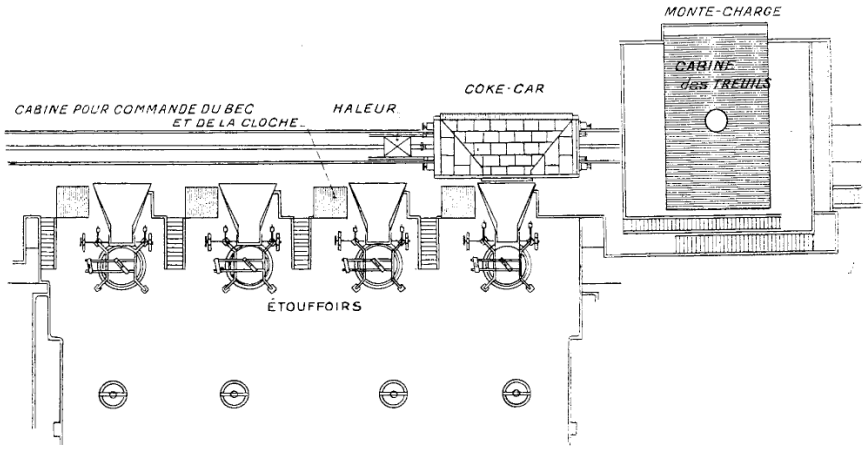


Fig. 13. — Vue en plan de l'Installation Sulzer pour l'extinction à sec du coke ardent.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le procédé Sulzer, que nous avons vu fonctionner, permet :

de produire 450 kg de vapeur surchauffée et à la pression de 15 kg : cm² par tonne de coke obtenue dans l'usine, et au prix de revient moyen de 8 fr la tonne de vapeur, soit deux fois moins qu'en utilisant des combustibles inférieurs. A une fabrication de 500 t de coke par 24 heures, en correspond donc une autre de 225 t de vapeur ;

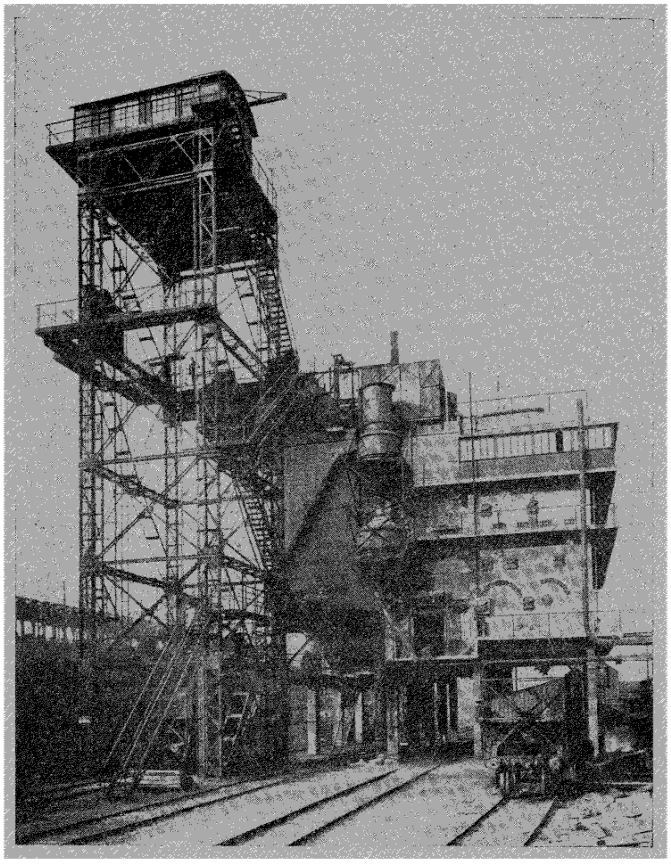


Fig. 14. — Installation pour l'extinction du coke à sec par le procédé Sulzer, employé à la cokerie d'Homécourt de la Compagnie des Aciéries de la Marine. (Le wagon à coke est élevé à mi-hauteur du monte-charge (à gauche de la figure) et son contenu est déversé dans une trémie à niveau plein où il est éteint par un courant de gaz inertes, qui abandonnent ensuite leur chaleur sensible dans une chaudière (à droite de la figure). A la partie supérieure du monte-charge, se trouve la cabine des treuils.)

d'obtenir du coke absolument sec. Sur une rame de 250 t de coke, on gagne ainsi 4 p. 100 en moyenne sur le poids utile transporté, soit au total 10 t. Les Mines du Nord et du Pas-de-Calais trouveraient donc avantage à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

employer ce procédé, puisque leur coke n'est utilisé que dans l'Est, c'est-à-dire à 300 km du centre de fabrication. Et on sait que les tarifs de transport vont bientôt se trouver majorés de 30 p. 100 (15).

2° *Machines à enlever les portes de fours à coke.* — Dans les cokeries de modèle ancien, le délutage des portes de fours se fait à coups de pinces, ce qui est pénible et cause la détérioration rapide de la maçonnerie de la devanture. Ensuite, on déplace la porte au moyen d'un treuil à bras. Tout cela est aujourd'hui périmé. On ne procède plus au délutage et à l'enlèvement des portes, dans les cokeries modernes, qu'au moyen de treuils qui procèdent par décollement.

Par exemple, voici l'appareil très moderne de la Maison Coppée (fig. 15).

L'enlèvement des portes du côté du défournement se fait au moyen d'un mécanisme solidaire du guide-saumon roulant sur le quai au niveau de la sole des fours. Ce mécanisme fonctionne de la façon suivante :

La barre de fixation de la porte ayant été enlevée à la main, le tampon *a* dont l'avancement est commandé par le volant *b* est appliqué contre la porte afin de maintenir sa verticalité pendant la durée de la manœuvre.

Le décollement et le soulèvement de la porte sont opérés au moyen de la pièce *d* commandée par le volant *c* et s'engageant, par pivotement autour du point *e*, sous l'attache *g*, fixée à la porte.

(15) Nomenclature des installations d'extinction du coke à sec, en marche ou en construction.

	PUISSANCE	VAPEUR UTILISÉE	ÉTAT DE L'INSTALLATION
Cokeries.			
Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt	960 t en 24 h	Par l'usine de récupération et pour la production d'énergie électrique.	En service depuis février 1925.
Puits Caroline des Usines de Vitkovice	750 t en 24 h	—	En construction.
Stinnes Essen, Mine Victoria-Mathias	500 t en 24 h	—	—
Usines à gaz.			
Rotterdam-Keilehaven I	100 t en 16 h	Par l'usine.	En service depuis novembre 1922.
Rotterdam-Keilehaven II	280 t en 16 h	Pour énergie électrique et par l'usine.	En construction.
Utrecht	216 t en 16 h	—	En service depuis août 1925.
Groningue	70 t en 24 h	Par l'usine.	En construction.
Rochester (E.-U.)	385 t en 24 h	—	—
Mannheim-Luzenberg	100 t en 24 h	—	En service depuis mars 1924.
Loerrach	30 t en 24 h	—	En service depuis avril 1924.
Berlin-Spandau	100 t en 24 h	—	En construction.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La porte, suspendue à la pièce *d* et rendue solidaire par les pièces *d* et *a* des déplacements de la pièce *k*, est ensuite écartée de la façade du four par la traction sur *k* du câble *h* s'enroulant sur le tambour *i* actionné par la chaine-galle *h*.

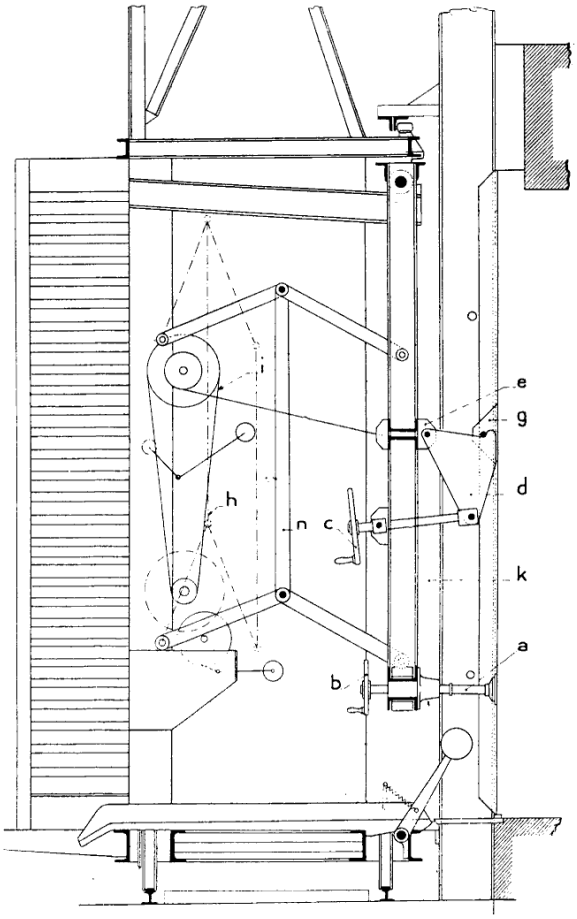


Fig. 15. — Machine Coppée à enlever les portes de fours à coke avec guide-saumon.

Dans son déplacement, la pièce *k*, suspendue aux galets *l* roulant sur *m*, est maintenue verticale par le parallélogramme articulé *n*.

Un dispositif analogue est prévu à l'arrière des fours avec la seule différence que le mécanisme d'enlèvement des portes fait corps avec la machine défourneuse répaleuse.

3° Perfectionnements apportés aux appareils de renversement du sens des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

courants gazeux dans les piédroits des fours à coke. — Dans la plupart des fours à coke à régénérateurs de chaleur, on opère, en un temps, le renversement du sens des courants gazeux dans les piédroits. Autrement dit, c'est simultanément qu'on ferme les robinets de distribution de gaz qui étaient ouverts et qu'on ouvre ceux qui étaient fermés.

Au moment du renversement, on a donc deux courants en sens inverse : le courant des gaz brûlés de la première période qui rencontre le courant de gaz frais, et, dilué dans des gaz inertes, ne pourra pas brûler et sera entraîné à la cheminée, sans avoir été utilisé. Ce gaz combustible sera donc perdu et il en sera ainsi tant que les régénérateurs n'auront pas été purgés des fumées.

Le renversement *en un temps* ou *simultané* des courants gazeux entraîne donc une diminution de rendement calorifique, diminution d'autant plus marquée que les renversements sont plus fréquents et que les régénérateurs sont de plus grande capacité.

Si l'on compte un renversement toutes les demi-heures et si la durée nécessaire à l'expulsion des gaz brûlés est d'une demi-minute, on arrive à une perte de 1/60 des gaz. S'il s'agit d'une batterie de 500 t et s'il faut 150 m³ de gaz pour la carbonisation d'une tonne de charbon, on arrive à une perte par jour, de 1.250 m³, valant au minimum 250 fr. Ce n'est point négligeable.

Dès lors, il était intéressant d'assurer le renversement des courants gazeux dans un ordre tel que toute perte de combustible et tout accident dû à des mélanges détonants soient rendus impossibles.

Dans des dispostifs nouveaux dus à M. Lecocq et à la maison Coppée, on a réalisé ces perfectionnements.

Dans celui de M. Lecocq, on distingue *quatre temps* ou périodes :

1° Fermeture des robinets admettant le gaz combustible aux chambres de combustion ;

2° La circulation des gaz brûlés et de l'air à travers les organes de la batterie n'est pas modifiée. Pendant cette période, le gaz combustible se trouvant dans les chambres de combustion achève de brûler et les gaz brûlés sont évacués à la cheminée ;

3° Lorsque les différents carneaux et galeries de la batterie de fours sont purgés de gaz brûlés, l'appareil déterminant le changement de sens de marche des courants d'air et de gaz brûlés est mis en mouvement ;

4° Ouverture des robinets de gaz qui étaient fermés avant le commencement des opérations de renversement.

Ce mécanisme de renversement des courants gazeux résout complètement le problème : il assure une augmentation de rendement thermique en même temps qu'une diminution de main-d'œuvre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La manœuvre est assurée par un moteur électrique mis en marche à intervalles réguliers par un dispositif d'horlogerie. La force prévue pour le moteur est de 2 ch; la dépense d'énergie électrique est donc négligeable. En cas de panne ou d'accident au moteur, l'appareil de renversement est mû par un volant à main.

Le dispositif de la maison Coppée, installé à Velsen (Hollande) comportait deux moteurs ce qui présente l'avantage de la non réversibilité du sens

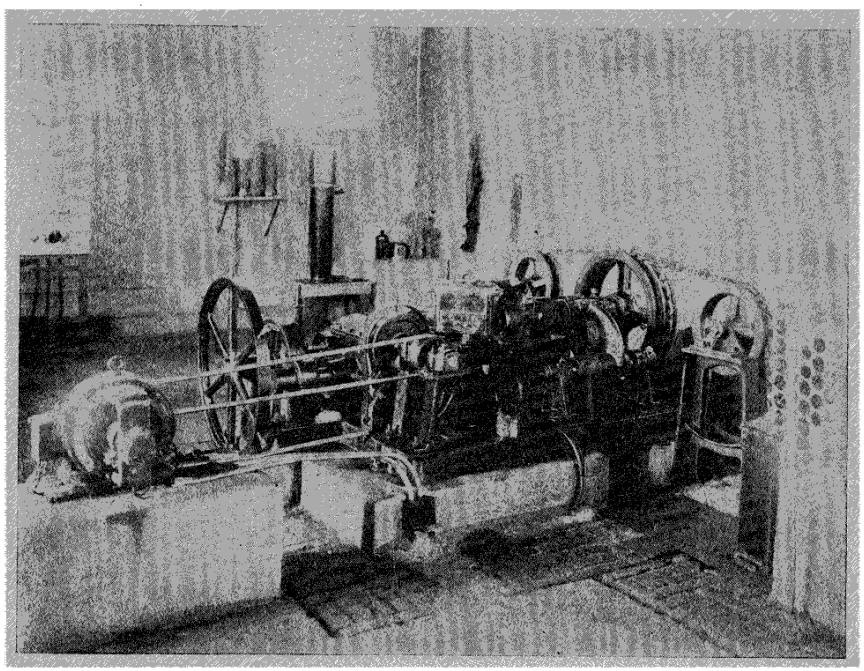


Fig. 16. — Appareil de renversement du sens des courants gazeux dans les piédroits des fours à coke Lecocq, en service à l'usine à gaz de Forest-Bruxelles.

de marche. Il a été remplacé, dans les installations actuelles, par un mécanisme plus simple à un seul moteur tournant également dans un sens unique. C'est ce dernier mécanisme, exclusivement adopté maintenant, que nous allons décrire.

Mécanisme de renversement employé actuellement par la maison Coppée (fig. 17, 18 à 19). — Ce mécanisme condense dans une machine les différents appareils de commande. Le moteur n'est pas réversible et tourne par conséquent dans un sens unique. De plus, il n'y a pas, pendant la manœuvre, de temps d'arrêt du moteur. Celui-ci attaque, par l'intermédiaire de la réduction *1*, l'arbre *2* sur lequel sont calées les manivelles *3* et *4*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'une de ces manivelles *3*, commande l'inversion des robinets à gaz, l'autre *4* celle des registres et clapets à air.

La continuité de la rotation du moteur, est rendue possible par la forme

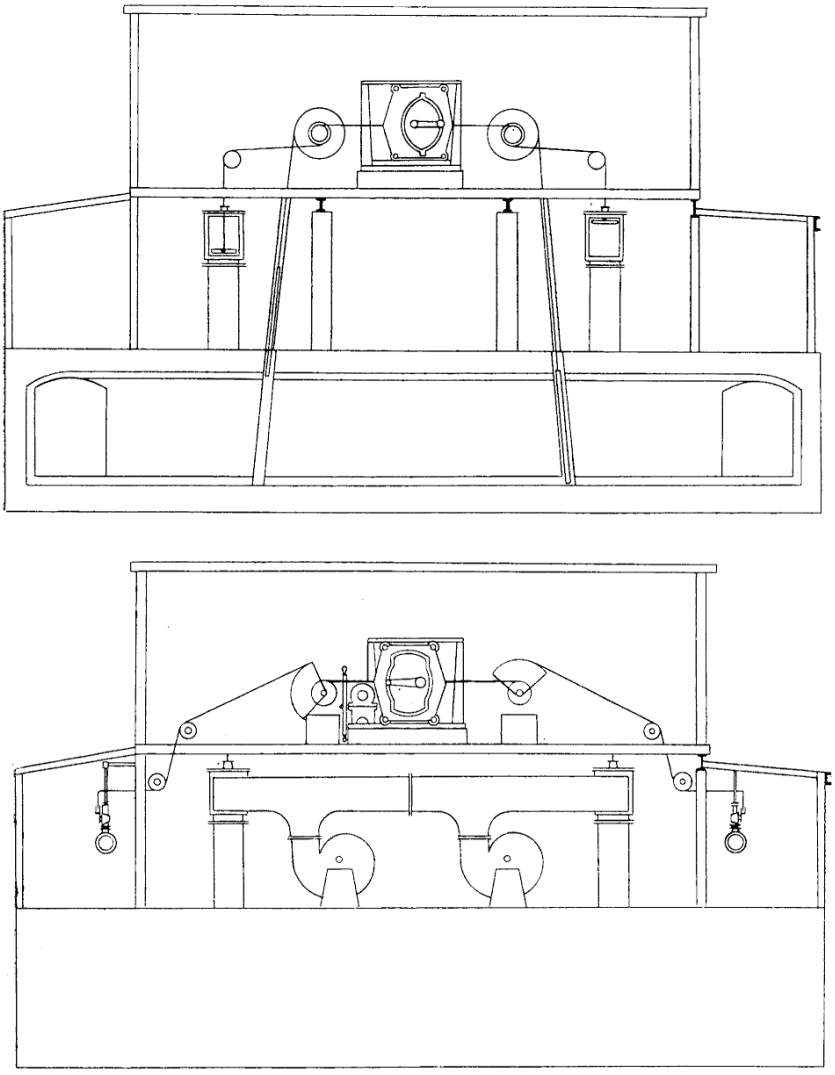


Fig. 17 et 18. — Schéma des robinets à gaz, registres et soupapes à air du four Coppée.

spéciale des coulisses constituant les cadres de commande auxquels sont attachés les câbles de manœuvre. Ces coulisses présentent en effet, pour les temps d'arrêt qui doivent être prévus, des chemins circulaires, concentriques

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à l'axe des manivelles, dans lesquels les coulisseaux se déplacent sans entraînement des coulisses.

Le nombre des moteurs est donc réduit. De plus, les pertes de temps nécessitées par les démarrages successifs sont supprimées.

Les différentes périodes de renversement se répartissent comme suit :

Démarrage	1,5	seconde
Mise des robinets au point mort	5	secondes
Arrêt pour combustion.	8	—
Renversement des registres et des clapets à air	10	—
Arrêt	8	—
Achèvement de l'inversion des robinets. . .	5	—
Arrêt du moteur. . . .	1,5	seconde
Total.	39	secondes.

C. — Influence du mode de construction des fours a coke modernes sur la qualité du coke et du gaz obtenus. — De très nombreuses expériences, dues surtout à Koppers, ont établi que le coke produit dans les fours à coke modernes, bien construits et ne donnant pas lieu, par conséquent, au phénomène de surcuisson — qui provoque, d'ailleurs, la formation d'une quantité anormale de déchets de coke — fournit du coke plus combustible, ou, autrement dit, plus réactif. On sait qu'on désigne, sous ce vocable, le pouvoir de réaction d'un échantillon donné de coke avec un courant d'anhydride carbonique, dans des conditions déterminées de température

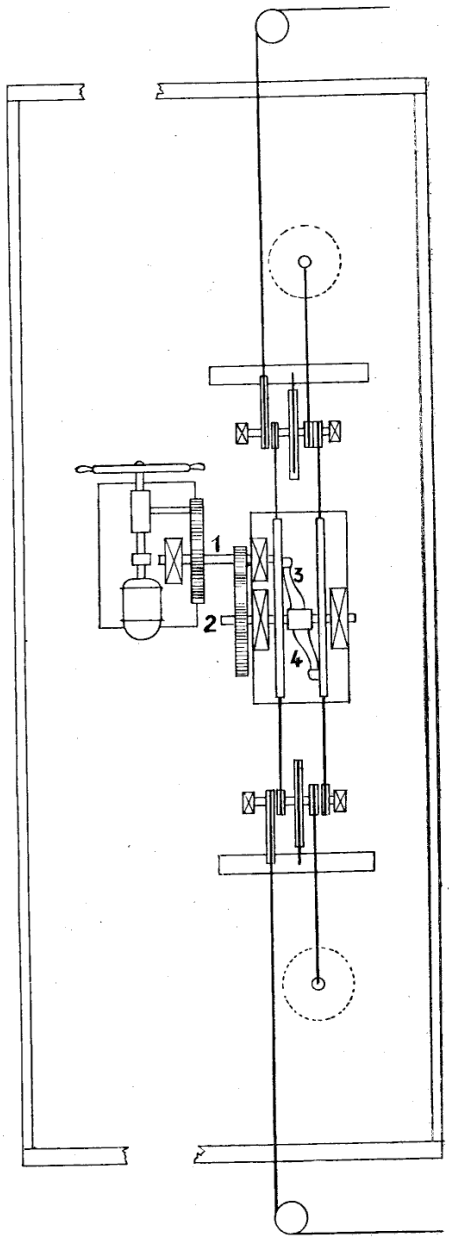


Fig. 19. — Plan du dispositif de renversement de marche de gaz du four Coppée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

(950° en général) et de temps. Or, plus le coke est réactif, moins élevée est la mise au mille dans le haut fourneau. Voilà donc un avantage nouveau et considérable des fours à coke modernes.

De même, ces derniers permetttent, grâce au mode perfectionné de fermeture de leurs orifices : portes et bouches d'enfournement du charbon, de produire du gaz *débenzolé*, à 4.800 cal par mètre cube, soit 500 cal en plus que dans de nombreuses cokeries anciennes. Ce gaz convient donc admirablement aux besoins urbains dont le pouvoir calorifique n'a nullement besoin de dépasser 4.250 cal en général. Ce qui pêche, en effet, dans les distributions gazières actuelles, ce n'est pas l'insuffisance du nombre de calories contenues dans le gaz, c'est l'utilisation médiocre de ces calories par les appareils de chauffage domestiques. Leur rendement ne dépasse pas 50 p. 100 en général.

III. — AVENIR DE LA CARBONISATION DE LA HOUILLE DANS LES FOURS A COKE.

Nous avons essayé de montrer l'énorme importance des progrès accomplis dans la construction et l'exploitation des fours à coke. Grâce à eux :

il ne faut plus, aujourd'hui, pour produire 100.000 m³ de gaz par 24 heures, que 24 hommes dans des cokeries modernes, alors qu'il en faut près de 200 dans les usines à gaz munies de fours à cornues;

le gaz de fours à coke est le moins cher de tous les gaz, c'est ainsi que les 1.000 calories-gaz reviennent, pour du gaz pris au gazomètre, aux valeurs suivantes :

Gaz de cokeries modernes.	4,15 centimes.
Gaz de grandes usines à gaz	6,66 —
Gaz à l'eau.	5,00 —
Gaz mixte	4,85 —

Dès lors, il est tout naturel de penser que l'industrie des fours à coke est appelée à un grand avenir et d'autant plus que son gaz constitue une matière première éminemment économique pour la production par synthèse, d'ammoniaque, d'alcools méthylique et éthylique. Tout cela a été parfaitement compris des grandes nations industrielles. Aux États-Unis, en 1923, 48 p. 100 du gaz employé à des besoins urbains provenaient de fours à coke; en Belgique, de très nombreuses villes, dont Bruxelles, Liége, Mons, Gand, etc., utilisent en majeure partie du gaz de fours à coke et de nombreux projets viennent d'aboutir sur la base de 22-25 centimes pour prix de vente du gaz de fours à coke aux usines à gaz. En Allemagne (16), des cen-

(16) Pour l'année 1924, on évalue à 250 millions le nombre de mètres cubes de gaz de fours à coke

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

taines de villes n'emploient que du gaz de fours à coke. A elles seules, les villes rhénanes en ont consommé 250 millions de mètres cubes l'an dernier; aussi envisage-t-on l'arrêt complet de toutes les usines à gaz. Dans ces conditions, on n'emploierait plus en Allemagne que du gaz de fours à coke à 4.250 cal produit dans les cokeries de la Ruhr, de la Sarre et de la Haute-Silésie. Dès lors, à Berlin, le mètre cube de gaz, rendu au gazomètre, reviendrait à peine à 25 centimes le mètre cube, soit une économie de 7 centimes sur le prix de revient actuel ou 32 centimes tout comme, d'ailleurs, dans la région parisienne en 1924.

Et en France, pays où il faut importer 8 millions de tonnes de coke métallurgique par an, où en est-on? Toulouse, Strasbourg, Saint-Étienne, Douai (bientôt la banlieue parisienne) distribuent du gaz de fours à coke à des conditions avantageuses pour tous. A Douai, par exemple, cette combinaison a permis de réduire de 75 à 54 centimes le prix de vente aux abonnés du mètre cube de gaz. Malheureusement, ailleurs, des projets de construction ou de développement de cokeries se trouvent arrêtés parce que certaines compagnies gazières n'entendent acheter le mètre cube de gaz qu'à des prix véritablement infimes.

Faute de pouvoir accepter ces conditions, des cokeries sont obligées de déverser chaque jour, dans l'atmosphère, des dizaines de milliers de mètres cubes de gaz. A l'époque actuelle où il nous faut éviter tout gaspillage et réduire les prix de revient, il y a là une anomalie regrettable.

qui a été utilisé dans la Ruhr pour des besoins urbains et à 150 millions le nombre de mètres cubes de gaz de fours à coke qui a été consommé par les usines sidérurgiques de la Ruhr.

Depuis 22 ans, la consommation de gaz de fours à coke a varié comme suit en Rhénanie :

Années.	Emploi du gaz de fours à coke en Rhénanie. Millions de mètres cubes.
1903	0,4
1911	84,4
1913	145,0
1921	313,0
1924	400,0

En général, le gaz est payé 4,9 pfennigs le mètre cube, pris à la cokerie, soit aujourd'hui (600 francs-papier = 100 marks) 29,4 centimes le mètre cube. Toutefois, *Essen* n'achète son gaz qu'au prix de 3,9 pfennigs et le revend 17 pfennigs, ce qui correspond à 0,234 fr et à 1,02 fr le mètre cube, mais d'importantes réductions (30 à 50 p. 100) sont accordées pour le gaz destiné à des besoins industriels.

Les exigences relatives au pouvoir calorifique sont très variables comme le montre le tableau suivant :

	Pouvoir calorifique supérieur 0°-760 mm
Rheinisch-Westfalische-Elektrizitäts Werke	5.000 calories.
Essen	4.800 —
Thyssen	4.500 à 4.600 —

Mais actuellement, on tend à ne plus distribuer que du gaz à 4.250 cal (pouvoir calorifique supérieur à 0°).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous savons que toute nouveauté suscite des résistances parce que, troublant les situations acquises, elle lèse certains intérêts. Dans le domaine purement économique, la résistance est même d'autant plus vive que l'amélioration de qualité corrélative de la nouveauté, ou, à qualité égale, l'abaissement du prix de revient, est plus marquée, parce que les pertes à redouter, du fait d'installations existantes peuvent être à la fois plus immédiates et plus profondes.

Mais dans l'état actuel des choses, nous, Français, nous ne pouvons vivre qu'à condition d'innover, d'améliorer, de produire, de créer, et cela dans tous les domaines. Or, il n'est pas douteux que les métallurgistes sont intéressés à la vente du gaz de fours à coke car elle provoquera un abaissement du prix du coke, donc de la fonte. Et ainsi, le chiffre de nos exportations en produits métallurgiques pourra s'accroître, ce qui contribuera à une meilleure tenue du franc.

Nous considérons, dès lors, que pour aboutir avec celles des compagnies gazières qui paraissent ignorer les intérêts du pays et ne secondent pas les efforts de nos sociétés minières et métallurgiques qui, elles, dans la mesure du possible, s'efforcent de faire bénéficier le public des progrès de la science, il convient d'étudier de près le prix de revient du mètre cube de gaz dans les usines à gaz et dans les cokeries et de ne pas oublier que le marché du coke de gaz est faible. Voici à ce sujet deux observations typiques faites par M. Grebel dans le *Génie Civil* du 19 septembre 1925 :

« Certes, on a développé, en France, les usages industriels du coke de « gaz, mais, en 1921, il y a eu et, actuellement, il y a surproduction dans « l'ensemble de nos usines (17). Il ne faut pas ignorer la gravité de ces « crises répétées et de plus en plus rapprochées, qui sévissent aussi dans « toute l'Europe centrale, et qu'on ne peut expliquer entièrement par ses « sous-consommations » pendant des hivers peu rigoureux et par le ralen- « tissement des affaires. Quelques usines en ont déjà atténué l'importance « grâce à la fabrication de gaz à l'eau qui réduit la quantité de coke ven- « dable. Mais il faut aller plus loin et plus rapidement dans cette voie ; il « faut adopter la gazéification intégrale, et mieux les procédés Strache plus « économiques, car la France doit produire son gaz à bon marché et, impor- « tatrice de charbon, elle ne peut être grande exportatrice de coke. Les « gaziers d'Europe Centrale et d'Angleterre nous fermeraient, en effet, « quand ils voudraient, le marché des pays importateurs de coke Italie, « Suisse, Scandinavie. »

(17) En 1913-1914, les stocks de coke en usines étaient en moyenne égaux aux livraisons moyennes mensuelles, soit 200.000 t. En 1921, il y avait « surencombrement » et les stocks atteignaient 700.000 t environ.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« La production du coke de gaz ne doit pas suivre l'accélération de la « consommation de gaz, elle doit progresser moins rapidement.

« Si l'on veut échapper à la surproduction du coke de gaz qui entraînerait « un renchérissement du gaz et par suite un ralentissement de son déve- « loppement, on doit adopter de nouveaux procédés de fabrication directe, « en gazogène, de gaz mixte d'appoint ou mieux de gaz mixte répondant « aux caractéristiques du gaz de ville-type, procédés qui ont des rendements « thermiques remarquables et réduisent la quantité de coke à écouler. C'est « un dilemme inéluctable pour l'industrie gazière. »

Voici donc des données fort utiles à connaître et d'autant mieux que les formules gazières en cours depuis la guerre entre les villes et les compagnies du gaz concessionnaires contiennent en général, comme facteur affecté du signe — le prix de vente du coke.

Par suite, toutes autres choses étant égales, plus le prix de vente de coke de gaz est bas, plus le prix de vente du gaz est élevé.

Ce sont donc les consommateurs de gaz qui supportent les conséquences de la mévente du coke de gaz. En cas de mévente de ce coke, le prix du gaz monte, et les compagnies gagnent sur celui-ci ce qu'elles perdent sur le coke. On peut même dire qu'elles n'ont pas un intérêt majeur à tirer le maximum de la vente du coke, puisque la recette gazière compense automatiquement toute moins-value sur la recette cokière.

A cet égard, il y a une différence profonde entre le marché national du coke de gaz et celui du coke métallurgique.

Voici, par exemple, les prix moyens de 1922 (année de crise industrielle) et de 1924 (année voisine de la normale).

	Année 1922.	Année 1924.	Majorations.
Prix moyen de la tonne de coke métallurgique au départ des mines du Nord. .	115 à 120 fr	140 fr	20 p. 100.
Prix moyen de l'hectolitre de coke de gaz.	3,75 fr	6,75 fr	90 p. 100.

La consommation domestique du coke de gaz, décroît constamment, en raison, notamment, de la concurrence que lui fait le gaz lui-même pour le chauffage. Pour écouler ce coke, les usines à gaz sont donc de plus en plus obligées de faire appel à l'industrie, qui absorbe, en moyenne générale, plus de 80 p. 100 de leur production. Et, comme le marché du coke de gaz est au plein, ces usines sont obligées d'abord de stocker dès qu'une crise générale industrielle se produit, puis d'écouler à prix plus ou moins bas si elle se prolonge. Et ceci explique la très grande sensibilité du prix du coke de gaz. A une époque où trop de facteurs font varier le coût de la vie et, en particulier du gaz, il n'est pas très heureux de faire dépendre en sus le prix de ce

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dernier d'un facteur d'allure assez désordonnée, susceptible de varier de 50 à 100 p. 100 d'une année à l'autre. Il y aurait beaucoup moins d'inconvénient à introduire le prix de vente du coke métallurgique que celui du coke de gaz dans une formule de prix de vente du gaz.

D'autre part, le rapport $\frac{Kg}{C}$ (Kg est le prix de *la tonne de coke de gaz*, C le prix de *la tonne de charbon à gaz*) en raison du caractère chargé du marché du coke de gaz, dépasse péniblement l'unité et tombe nettement au-dessous, au voisinage de 0,8 à 0,9, dès qu'une crise industrielle se produit : par contre le rapport $\frac{Km}{C}$ (Km étant le prix de la tonne de coke métallurgique, C le prix de la tonne de charbon à coke) précisément en raison du caractère très déficitaire du marché national en coke métallurgique, n'est jamais tombé au-dessous de 1,2, ni au cours des 20 années qui ont précédé la guerre, ni depuis la guerre, malgré l'énorme variabilité des causes pendant cette dernière période, notamment, malgré l'exceptionnelle crise métallurgique de 1921-1922. Et ceci est l'une des raisons essentielles pour lesquelles il est plus économique de tirer le gaz de ville, *chaque fois que cela est possible*, de la distillation du charbon à coke plutôt que de la distillation du charbon à gaz.

En définitive, l'argumentation édifiée par certains gaziers contre le gaz de cokerie, basée sur le placement du coke métallurgique, se retourne contre eux.

Quoi qu'il en soit, on doit convenir qu'il est inadmissible que plusieurs compagnies minières et métallurgiques soient *obligées* actuellement de déverser dans l'atmosphère *quelque cent cinquante mille mètres cubes de gaz chaque jour*.

CONCLUSION.

Au moment de clore notre exposé, nous croyons devoir rappeler le fait suivant, méconnu et tout à l'honneur de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, car il montre comment elle a rendu d'éminents services à l'industrie française.

Le 4 septembre 1811, en accord avec son Conseil d'administration, le baron de Gerando lut la motion suivante à une assemblée de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, au sujet des travaux de Philippe le Bon, l'inventeur du gaz d'éclairage :

« La carbonisation du bois par le moyen de la distillation à vaisseau clos « et l'idée ingénieuse d'appliquer à l'éclairage le gaz hydrogène qui se dégage « avec abondance dans cette opération, ont eu l'une et l'autre, leur origine

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« en France et c'est un fait qu'il importe de rappeler, de consacrer même en « quelque sorte, aujourd'hui que cette découverte a reçu chez les nations « étrangères un développement assez remarquable....

« En honorant la mémoire d'un artiste qui n'est plus, vous rétablirez le « génie de l'industrie française en possession d'une découverte qu'on semblait « vouloir lui disputer. »

L'histoire se renouvelle comme on a pu en juger par notre exposé; les paroles précédentes sont encore d'actualité et doivent nous inciter à ne pas nous laisser dépasser par l'étranger dans le domaine de l'industrie gazière dont les origines sont des titres de gloire pour la France.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CONDITIONS D'APPLICATION DE LA TRACTION ÉLECTRIQUE AUX VÉHICULES INDUSTRIELS [1]

par

M. René Retel,
Ingénieur civil des Mines,
administrateur de la Société d'Applications électro-mécaniques.

Quand on examine le mode de traction actuellement employé en France pour les véhicules industriels, on constate que dans notre pays, riche en électricité et pauvre en essence, la traction par moteur à essence est la seule qui soit couramment employée, alors que la traction électrique par accumulateurs est à peu près inconnue. Il y a là une anomalie certaine puisque, dans d'autres pays, les États-Unis par exemple, où l'essence est, comparativement à l'électricité, beaucoup moins chère que chez nous, le véhicule électrique est utilisé sur une large échelle et souvent même très apprécié. Les 1.800 véhicules électriques actuellement en service à l'American Express C° en sont la preuve.

Il y a donc une place à prendre en France pour les véhicules électriques, et la diffusion de leur emploi est souhaitable à un double point de vue :

au point de vue national, parce qu'elle diminuera nos importations de pétrole qui se chiffrent actuellement par 9 millions d'hectolitres, Pechelbronn ne nous fournissant encore qu'un million d'hectolitres ;

au point de vue économique, parce qu'elle permettra l'utilisation du courant de nuit que les grandes centrales thermiques et hydro-électriques peuvent produire à bon compte et qui est à l'heure actuelle, pratiquement inemployé.

Il est donc intéressant de rechercher les conditions d'exploitation pour lesquelles le véhicule électrique est particulièrement indiqué, d'examiner dans chaque cas l'économie réalisée sur la traction à essence ainsi que les batteries qu'il convient d'employer pour obtenir les meilleurs résultats.

Ce sera l'objet principal de cette communication que nous terminerons par

(1) Communication faite par l'auteur en séance publique le 23 janvier 1926.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une présentation rapide de la voiture A. E. M. modèle 1926, voiture qui a été conçue pour la mise en pratique des résultats de cette étude.

Conditions de fonctionnement des véhicules électriques. — Le problème de la traction électrique par accumulateurs est actuellement dominé par ce fait que la batterie, réservoir d'énergie auquel le moteur emprunte sa puissance, est relativement lourde, encombrante, d'un débit et d'une capacité limités, conditions qui impliquent pour les véhicules des parcours réguliers et d'importance connue leur permettant de regagner sans encombre leur poste de charge.

Les facteurs de consommation d'énergie étant avant tout le poids transporté et la vitesse de transport, la solution électrique ne convient donc *a priori*, que pour des voitures transportant un poids important à une vitesse faible (cas des poids lourds) ou un poids faible à une vitesse modérée (cas des voitures légères de livraison, des taxis, etc.).

Dans chacun des cas ci-dessus, les applications les plus intéressantes vont être déterminées par les qualités mêmes du matériel électrique.

L'aptitude au démarrage est particulièrement intéressante pour les voitures circulant dans les endroits encombrés : véhicules de livraison de toute nature, services de messageries, camions pour l'enlèvement des ordures ménagères, etc.

Pour ces derniers, il n'est pas inutile de rappeler en effet que l'augmentation de consommation d'essence par suite des arrêts et des démarrages fréquents est de 340 p. 100 de la consommation normale alors que l'augmentation de consommation d'énergie n'est que de 20 p. 100 pour les camions électriques.

La robustesse et la facilité de conduite conviennent pour les appareils de manutention d'usines : trucks porteurs, tracteurs de gares, chariots élévateurs, etc.

L'absence d'odeur désigne tout spécialement les voitures électriques pour le transport des denrées alimentaires, de la glace, des produits coloniaux, ainsi que pour le service des boulangeries, épiceries, pâtisseries, etc.

L'absence de dangers d'incendie les fait employer avec succès au transport des marchandises précieuses ou des matières inflammables : bois, charbon, pétrole, produits chimiques ou pharmaceutiques, transport des dépêches, service de banques, etc.

L'absence de trépidations est particulièrement appréciable pour les voitures d'ambulances et pour celles servant au transport des objets fragiles : verreries, porcelaines, pianos, etc.

Le silence et la propreté les font recommander comme voitures de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

livraisons de luxe, en particulier pour les services rapides de grands magasins qui peuvent faire dans ce cas l'économie d'un livreur.

Enfin, leur prix de revient peu élevé, point important sur lequel nous revenons plus loin, les rend particulièrement intéressantes pour le transport des voyageurs (autobus, taxis, etc.)

Économie d'emploi du matériel électrique. — L'économie à laquelle conduit l'emploi du matériel électrique n'est plus discutée, des statistiques précises portant sur des années d'exploitation ayant depuis longtemps montré qu'elle variait suivant les véhicules et le prix de l'énergie, entre 15 et 25 p. 100 du prix de revient de la traction à essence.

Cette différence ne peut d'ailleurs que s'accentuer au fur et à mesure de la montée du prix de l'essence, conséquence de l'appauvrissement des gisements pétrolifères, et de la diminution du prix de l'électricité, conséquence de la diffusion de plus en plus grande de l'emploi de celle-ci.

Si l'on examine les pourcentages des différents frais dans les prix de revient d'exploitation, on voit que l'économie ne porte pas sur un seul poste, mais vient au contraire de ce que tous les facteurs du prix de revient sont moins élevés :

l'amortissement, du fait que le matériel, plus robuste, s'use moins vite et dure plus longtemps;

les impôts, parce que la puissance déclarée du moteur est moindre;

les assurances, en raison de l'absence de dangers d'incendie;

les réparations, par suite de la simplicité et de la robustesse des véhicules;

les pertes résultant d'immobilisations, par suite d'une moins grande fragilité des organes;

les pneumatiques en raison de la progressivité et de la souplesse du moteur électrique.

Le Tableau I donne pour trois types différents de véhicules, les dépenses comparées de véhicules électriques et à essence effectuant le même service et ayant les mêmes capacités de transport.

Les pourcentages comparés des deux modes de traction sont le résultat du dépouillement de statistiques américaines portant sur des exploitations comprenant plusieurs centaines de voitures électriques et à essence. Les prix de revient indiqués ont été établis d'après les résultats d'exploitation de compagnies françaises, communiqués en juillet 1925, l'essence étant à 1,75 fr le litre et l'électricité à 0,50 fr le kilowattheure.

L'examen de ce tableau montre que, dans le pourcentage des frais, les dépenses des voitures électriques comprenant l'achat, l'amortissement, l'entretien des accumulateurs et leur recharge, représentent pour les gros

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

camions, 40 p. 100 des dépenses totales et près de 30 p. 100 pour les véhicules légers.

Il est par suite très intéressant d'examiner à fond cette question afin de voir si, grâce à une organisation judicieuse de l'utilisation des batteries, on peut espérer réduire la dépense ci-dessus et dans quelles proportions?

TABLEAU I. — POURCENTAGE COMPARÉ DES FRAIS D'EXPLOITATION DE VÉHICULES ÉLECTRIQUES ET A ESSENCE.

Cours des matières premières de juillet 1925. { Essence 1,75 fr le litre. Électricité 0,50 fr le kilowatt-heure basse tension. Consommation d'électricité 72,5 Wh à la tonne kilométrique totale.

	CAMIONNETTE 500 kg		CAMION DE 2 t		CAMION DE 3 t	
	Élect.	Ess.	Élec.	Ess.	Élec.	Ess.
Amortissement : 8 ans pour les voitures électriques, 5 ans pour les voitures à essence . .	10	15,80	11,20	17,50	11,60	18,00
Intérêt du capital	3,10	3,10	3,10	3,20	3,20	3,20
Garage, lavage, impôts et assurances.	11,00	12,90	9,00	12,80	8,70	12,50
Frais de réparation et d'entretien . .	4,70	7,75	5,00	8,80	5,20	9,20
Conducteur	23,25	25,50	18,00	21,00	13,00	16,00
Perte pour immobilisation par suite de réparations	1,70	4,20	1,70	3,70	1,50	3,30
Pneumatiques et bandages	17,25	29,50	17,00	23,00	16,80	21,00
Essence et huile		28,00		35,50		38,00
Électricité, entretien et amortissement des accumulateurs.	29,00		35,00		40,00	
Total	100,00	126,75	100,00	125,50	100,00	121,20
Prix moyen du kilomètre voiture (francs).	1,07	1,35	1,88	2,36	3,45	4,18

CHOIX DES BATTERIES D'ACCUMULATEURS. — Nous rappelons que nous disposons actuellement de trois genres d'éléments au plomb avec électrolyte acide et d'un élément au fer-nickel avec électrolyte alcalin. Ce sont :

1° L'élément Planté, à plaques positives en plomb spongieux donnant 1.200 à 1.500 décharges et à plaques négatives épaisses supportant 2.000 à 3.000 décharges;

2° L'élément à oxydes rapportés du type couramment construit par les différents fabricants d'accumulateurs, élément dont les dimensions ont été standardisées (2) et que nous continuerons à appeler pour cette raison élément

(2) Sur l'initiative de M. Gasquet, administrateur de la Société pour le Développement des Véhicules électriques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Standard », dans lequel les plaques positives peuvent donner 250 à 300 décharges et les négatives 500 à 600.

3° L'élément Ironclad Exide dont les plaques positives sont constituées par la juxtaposition de tubes d'ébonite finement perforés contenant la matière active. Les plaques négatives sont du type couramment employé. L'élément, dans ces conditions, peut donner 600 à 700 décharges sans revision.

4° L'accumulateur fer-nickel, actuellement construit en France, dans lequel les matières actives sont enfermées entre des plaques en tôle d'acier nickelé finement perforées. La durée de ces plaques atteint 8 à 10 ans.

Caractéristiques pratiques d'utilisation. — Ces caractéristiques sont données dans le Tableau n° II dans lequel toutes les indications au point de vue de l'énergie et du prix de revient ont été rapportées à 1 kWh restitué par les éléments.

TABLEAU II. — PRIX COMPARÉS DU KILOWATTHEURE RESTITUÉ PAR LES DIFFÉRENTES BATTERIES
pour 1 kWh restituable par les différentes batteries.

ACCUMULATEURS	POIDS DU KILOWATT-HEURE EN 5 HEURES	CONSOMMATION DE CHARGE (kilowatt-heures).	PRIX D'ACHAT (francs).	AMORTISSEMENT EN 8 ANS 8 P. 100	INTÉRÊTS DU CAPITAL A 8 P. 100	PRIME FORFAITAIRE D'ENTRETIEN PAR KILOWATT-HEURE RESTITUÉ	PRIX DU KILOWATT-HEURE RESTITUÉ A 0,50 FR LE KILOWATT-HEURE BASSE TENSION	PRIX DU KILOWATT-HEURE RESTITUÉ Y COMPRIS L'AMORTISSEMENT ET L'ENTRETIEN DE LA BATTERIE	DÉPENSE PAR TONNE KILOMÉTRIQUE POUR UNE CONSOMMATION DE 72,5 kWh
Planté . .	105	1,43	784	0,327	0,105	0,40	0,715	1,547	0,112
Standard .	44,25	1,43	485	0,200	0,064	1	0,715	1,979	0,144
Ironclad. .	50	1,43	800	0,334	0,107	0,65	0,715	1,806	0,131
Fer-nickel.	50,5	2,05	810	0,337	0,108	0,28	1,02	1,745	0,127

Ce tableau montre que les divers types d'accumulateurs ont des poids nettement différents variant de 44, 25 à 105 kg au kilowattheure restitué au régime de décharge en 5 heures.

Le rendement des accumulateurs étant de 70 p. 100 pour les éléments au plomb et 49 p. 100 pour les éléments au fer-nickel, il faut donner 1,43 kWh aux batteries au plomb et 2,05 kWh à la batterie fer-nickel pour obtenir 1 kWh à la décharge.

Les prix indiqués sont ceux de juillet 1925, à la fin d'une longue période de stabilité des cours. L'amortissement a été calculé sur 8 années, l'intérêt du capital a été pris à 8 p. 100.

Les primes forfaitaires d'entretien par kilowatt-heure restitué sont celles

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui étaient consenties par les constructeurs d'accumulateurs en juillet 1925 pour l'entretien en état de bonne marche des batteries fournies par eux et ce, pendant un temps indéfini, le prix des matières premières étant supposé stabilisé aux cours de juillet 1925.

Le prix de revient du kilowattheure restitué a été calculé d'après le rendement de chacune des batteries en partant du prix de 0,50 fr le kilowattheure basse tension.

Ce dernier chiffre n'a pas été pris au hasard : il correspond en effet au prix auquel le courant basse tension peut être vendu par un garage recevant du courant haute tension à 0,25 fr ou disposant d'un groupe électrogène à moteur Diesel d'au moins 300 ch fonctionnant 12 heures sur 24.

L'avant-dernière colonne donne le prix de revient global du kilowattheure restitué en totalisant la dépense de courant, l'entretien et l'amortissement des accumulateurs. La dernière colonne donne le prix de revient de l'énergie par tonne kilométrique totale transportée en tablant sur une consommation de 72,5 W, consommation moyenne de l'ensemble des véhicules ayant pris part aux deux séries d'essais contrôlés de Bellevue.

Graphique du kilométrage parcouru. — Ceci posé, nous allons établir un graphique donnant le poids relatif des batteries suivant la distance parcourue, en rapportant toutes nos observations à une tonne d'un véhicule quelconque.

Si nous examinons les différents modèles de véhicules et, si nous calculons pour chacun d'eux le rapport du poids transporté : charge utile et batterie, au poids total, nous constatons que ce rapport est constant pour tous les véhicules effectuant le même parcours journalier. Ce rapport est représenté par la courbe I de la figure 1.

Le point important sur lequel nous insistons, est que ce rapport est le même (à quelques pour cent près) quel que soit le véhicule pourvu qu'il effectue le même nombre de kilomètres. Ainsi, une camionnette pesant 3.000 kg et un autobus pesant 12 t effectuant tous les deux un parcours de 70 km ont le même rapport de 55 p. 100 entre le poids transporté (batterie et charge utile) et le poids du châssis, carrosserie comprise.

Pour faire figurer sur ce graphique le poids des batteries, calculons quelles seraient les distances parcourues par des véhicules constitués fictivement et uniquement par une batterie d'éléments de chaque type, le châssis, les roues et même le conducteur étant supposés d'un poids nul.

Sachant que le transport d'une tonne sur un kilomètre nécessite dans les conditions moyennes de parcours, une dépense de 72,5 Wh et laissant à chaque batterie une marge disponible de 20 p. 100 de sa capacité en fin de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

parcours (chiffre que l'expérience a montré comme étant indispensable), on obtient comme nombre de kilomètres que chacune des batteries peut parcourir par ses propres moyens, les distances suivantes :

105 km pour la batterie Planté.
218 — — — — au fer-nickel,
220 — — — — Ironclad,
250 — — — — Standard.

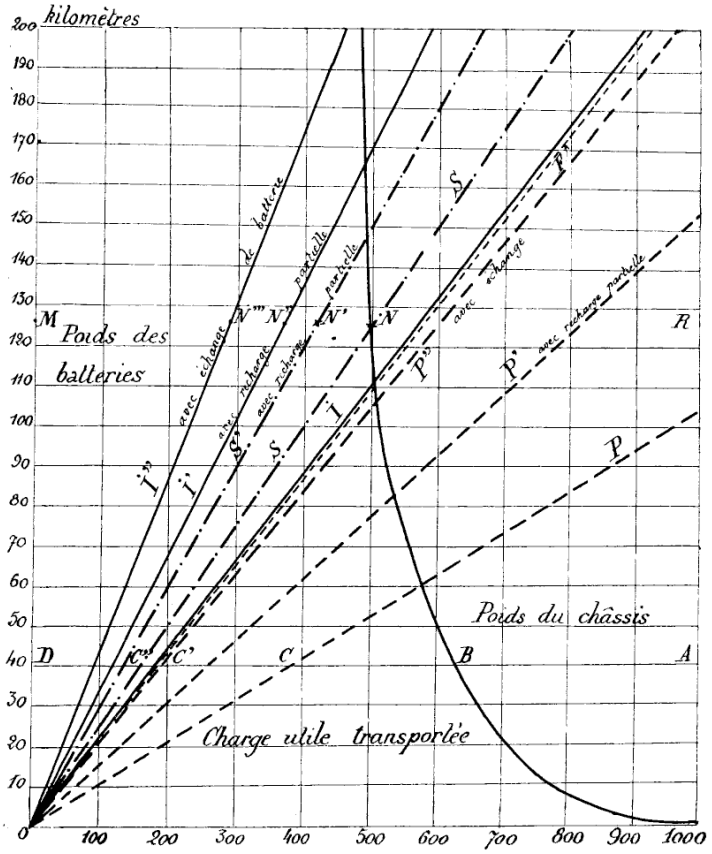


Fig. 1. — Poids relatifs de la batterie, de la charge transportée et du châssis suivant les batteries et le parcours journalier total.

Joignons les points ainsi obtenus à l'origine, nous obtenons sur notre graphique les droites OP, OF, OS, OI qui représentent le pourcentage de poids que chaque batterie doit avoir par rapport au poids total du véhicule pour permettre à ce véhicule d'effectuer le parcours indiqué sur l'axe des ordonnées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi, supposons un véhicule effectuant un parcours journalier de 40 km. Pour ce véhicule, le poids du châssis est représenté en AB, le poids de la batterie en CD, et la charge utile par la différence, c'est-à-dire CB.

On constate tout de suite que suivant la batterie avec laquelle le véhicule est équipé, il pourra transporter des charges différentes C'B, C''B.

En particulier, le simple examen du graphique montre que, pour deux véhicules de même poids, celui qui est équipé avec la batterie Standard pourra transporter le double du poids que permet l'équipement avec batterie Planté.

Inversement, si les deux véhicules doivent transporter la même charge utile, le poids total du véhicule équipé avec batterie Planté sera sensiblement le double du véhicule équipé avec batterie Standard.

Prix de revient de la tonne kilométrique utile transportée. — Ceci posé, portons à la suite du graphique le prix de revient de l'énergie électrique fournie par chacune des batteries pour transporter une tonne pendant 1 km. A 72,5 Wh la tonne, la dépense totale d'énergie électrique y compris l'achat, l'amortissement et l'entretien des accumulateurs, est de :

0,112 fr pour l'accumulateur Planté,
0,144 — — — Standard,
0,131 — — — Ironclad,
0,127 — — — fer-nickel.

Si maintenant nous divisons chacun des nombres précédents par la charge utile que peut transporter un véhicule muni de chacune de ces batteries, nous obtenons pour chaque kilométrage le prix de revient de l'énergie électrique par tonne kilométrique transportée.

Si nous traçons les courbes correspondantes, nous obtenons 4 courbes différentes ayant respectivement pour asymptotes des parallèles à l'axe des abscisses menées par les points d'intersection des droites figuratives des batteries avec la courbe du poids des châssis.

Pour ces points, en effet, la charge transportée est nulle et le prix de revient de la tonne devient théoriquement infini.

Si maintenant, nous examinons le réseau des courbes ainsi tracées, nous constatons qu'elles chevauchent les unes sur les autres, le prix de revient le plus économique étant donné par la partie de chaque courbe la plus voisine de l'axe des ordonnées.

On voit que pour des véhicules ne dépassant pas 15 km de parcours journalier, la batterie Planté est la plus économique.

Pour les véhicules parcourant journellement de 15 à 50 km, ce sont les batteries Ironclad et les batteries fer-nickel qui donneront les meilleurs résultats.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, pour des parcours supérieurs à 70 km sans recharge, c'est la batterie Standard qui est la plus indiquée.

En définitive, l'examen du tableau montre que, en raison de la différence des accumulateurs comme poids, prix, rendement et coût d'entretien, le prix de revient de la tonne kilométrique transportée varie suivant les batteries employées et, que pour un parcours sans recharge donné, il y a intérêt à employer telle batterie plutôt que telle autre.

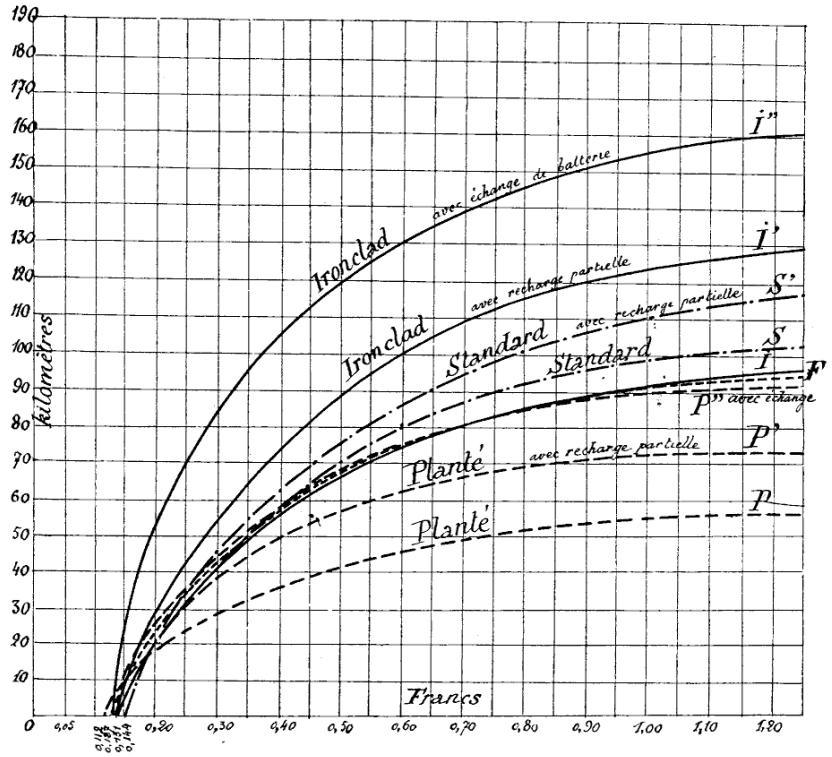


Fig. 2. — Coût de l'énergie électrique par tonne kilométrique utile transportée suivant les batteries et leur mode d'utilisation.

Cas de la recharge partielle. — Pour les véhicules devant effectuer des parcours journaliers supérieurs à ceux qu'il est possible d'effectuer avantageusement, nous devons, soit munir ces véhicules de batteries plus légères, alors nous donnons la parole aux inventeurs, soit effectuer au milieu de la journée une recharge partielle de la batterie.

Mais cette opération n'est pas possible avec toutes les batteries. En effet, si nous examinons le tableau III, nous constatons qu'une batterie doit pouvoir donner un courant de décharge égal à 0,32 C, en appelant C la capacité

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en 5 heures, pour permettre à un véhicule de monter à une vitesse commerciale raisonnable, les pentes de 8 à 10 p. 100 que l'on rencontre dans la pratique.

TABLEAU III. — DIFFÉRENCES DE CAPACITÉ DES BATTERIES AVEC LEURS MODES D'UTILISATION.

C = *Capacité des batteries en 5 heures.*

ACCUMULATEURS	COURANT LIMITE DE DÉCHARGE EN 15 MINUTES	COURANT NÉCESSAIRE POUR MONTER LES RAMPES	COURANT MAXIMUM DE CHARGE	CAPACITÉ RÉCUPÉRABLE EN 90 MINUTES APRÈS 1/2 PARCOURS JOURNALIER	BATTERIE NÉCESSAIRE POUR CONSOMMATION JOURNALIÈRE A (kWh)		
					Sans recharge.	Avec recharge partielle.	Avec échange.
Planté	1,2 C	0,32 C	0,32 C	0,50 C	1,20 A	0,82 C	0,66 A
Standard	0,4 C	0,32 C	0,20 C	0,20 C	1,20 A	1,00 A	—
Ironclad	1,2 C	0,32 C	C	0,60 C	1,20 A	0,77 A	0,66 A
Fer-Nickel . . .	0,33 C	0,32 C	0,50 C	0,40 C	1,20 A	—	—

On constate immédiatement que si les batteries Planté et Ironclad sont très larges à ce point de vue, par contre la batterie Standard ne présente qu'une marge réduite et la batterie au fer-nickel permet juste le débit demandé.

Dans ces conditions, nous pouvons effectuer une recharge partielle d'une heure et demie avec les trois premières batteries qui reprendront respectivement la fraction de leur capacité indiquée au tableau.

En tenant compte des rendements et si on appelle A la consommation totale d'énergie pour le parcours journalier complet à effectuer, on voit qu'avec une recharge partielle d'une heure et demie :

la capacité de la batterie Planté pourra être ramenée à 0,82 A;

celle de la batterie Standard deviendra A;

celle de la batterie Ironclad 0,77 A,

tout ceci en conservant aux batteries la marge de 20 p. 100 prévue précédemment en fin de parcours.

Dans ces conditions les droites représentatives des batteries changent et les nouveaux pourcentages sont indiqués sur le graphique en OP′, OS′, OI′.

Si nous traçons à nouveau les courbes de prix de revient, nous constatons que nous avons gagné très notablement sur les prix de revient précédents.

Cas du changement des batteries. — Nous pouvons même aller plus loin et, au lieu d'effectuer partiellement une recharge, nous envisagerons le cas où l'on change de batterie au milieu de la journée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Quelles sont les batteries qui vont pouvoir supporter le régime de décharge auquel on va les soumettre?

Dans ce cas, on voit que deux batteries seulement, la Planté et l'Ironclad, peuvent supporter les débits demandés; la capacité de chacune des batteries équipant le véhicule ne sera plus que de 0,66 A, compte tenu des rendements à la charge et à la décharge des éléments.

Traçons les courbes figuratives des batteries, OP″, OI″, et traçons les courbes des prix de revient : nous constatons que nous avons encore gagné, et très notablement, simplement en économisant ce que nous dépensions inutilement à transporter une batterie trop lourde (3).

Cas du taxi. — Si maintenant nous sortons du domaine du véhicule industriel pour examiner le cas de la voiture de transport de voyageurs et en particulier du taxi, les courbes précédentes vont nous donner de précieux renseignements.

Remarquons tout d'abord que le parcours journalier moyen d'un taxi est actuellement de 125 km et qu'il est nécessaire d'avoir une réserve d'environ 20 p. 100 pour permettre à la voiture de rentrer en cas de parcours exceptionnels.

Dans ces conditions, nous constatons qu'aucune batterie ne permet d'effectuer ce service sans recharge partielle.

En effet, le seul véhicule pouvant effectuer 125 km dans les conditions prévues devrait être équipé d'une batterie Standard, mais nous nous trouvons dans des conditions limites telles qu'il ne serait pas prudent de mettre un tel véhicule à l'épreuve de la pratique. Nous sommes donc tenus à une recharge partielle ou à un échange de batteries.

Si, dans ces conditions, nous admettons que le poids du châssis d'un taxi, y compris la carrosserie, le conducteur et le poids transporté, en l'espèce les voyageurs, est de 1.250 kg, nous voyons qu'un tel véhicule équipé avec batterie Standard pèsera 2.500 kg (4). A 72,5 Wh la tonne kilométrique transportée, le parcours journalier entraînera une dépense de 45 fr.

Avec batterie Standard et recharge partielle, en conservant le même poids de 1.250 kg figuré en RN′ pour le châssis et la carrosserie, le taxi pèsera 2.150 kg et la dépense d'énergie sera de 38,50 fr.

Avec batterie Ironclad et recharge partielle, le taxi pèsera, toujours dans

(3) On voit par exemple que, dans le cas de véhicules effectuant un parcours journalier total de 70 km, le prix de revient électrique proprement dit de la tonne-kilomètre transportée sera de 0,25 fr pour un véhicule exploité avec batterie Ironclad et échange de batterie, alors que la dépense d'énergie électrique est supérieure à 0,50 fr par tonne-kilomètre utile transportée pour des véhicules munis de batteries fer-nickel, Ironclad ou Standard assurant le parcours total.

(4) On constate en effet, d'après le graphique de la figure 1, que, dans ce cas particulier, le poids de la batterie MN est justement égal au poids transporté NR.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les mêmes conditions, 2.000 kg seulement et la dépense d'énergie ne sera plus que de 33,00 fr.

Avec batterie Ironclad et échange de la batterie au milieu de la journée, le poids total de la voiture ne sera que de 1.800 kg et la dépense d'énergie sera de 29,50 fr, soit une économie de 15,50 fr par jour et par voiture et cela seulement sur la dépense d'énergie consommée par le véhicule.

L'économie ainsi réalisée ne sera pas la seule. En effet : de cette conception nouvelle de l'exploitation découleront d'autres avantages appréciables :

diminution des dépenses en pneumatiques par suite de la réduction du poids des voitures ;

diminution du prix du courant par suite de la meilleure utilisation de la centrale. Dans le cas d'une centrale équipée avec moteur Diesel, fonctionnant d'une manière continue, le prix du courant fourni baisserait, en effet, de 0,50 à 0,36 fr ;

meilleure utilisation du capital engagé, les batteries ayant servi le matin pouvant être remises en service pour le poste de nuit ;

meilleure utilisation du matériel et du personnel grâce à une meilleure répartition de leur service.

Au total, on voit que, grâce à l'équipement judicieux de ces véhicules, une exploitation de taxis faisant l'échange de ses batteries, pourrait escompter un bénéfice moyen de 30 à 40 fr par jour et par voiture, alors que le bénéfice de la même compagnie exploitant sans changer ses batteries ne dépasserait pas 20,00 fr.

Examen de la voiture A. E. M. 1926. — Nous allons dire maintenant quelques mots de la voiture électrique que la Société d'Applications électromécaniques vient de mettre au point et qui a été conçue suivant les directives que je viens d'exposer sommairement.

Batterie en un bloc unique. — La particularité principale de cette voiture est d'avoir sa batterie enfermée dans une caisse formant un bloc unique qu'il est très facile de séparer de la voiture.

Cette caisse est en effet disposée entre les longerons de la voiture, sous la carrosserie (fig. 3). Elle est mise en place à l'aide d'un petit treuil placé sur la voiture et immobilisée à sa position de route à l'aide de 4 verrous fixés au châssis.

Pour descendre la batterie, on dégage les verrous et, à l'aide du treuil, on descend la caisse jusqu'à l'amener sur le sol. A ce moment, en poussant la voiture en avant, la batterie reste sur place et passe sous l'essieu arrière.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Bloc moteur, transmission et direction. — Pour permettre d'obtenir le résultat précédent, il a fallu dégager l'arrière du châssis de tous les organes de transmission qui l'encombrent dans les voitures à essence et les rassembler à l'avant du véhicule.

Cette disposition nouvelle présente d'ailleurs l'avantage de faciliter le montage et la mise en place des organes moteurs, le moteur proprement dit et la transmission ayant été réunis en un bloc unique (fig. 4) formant un tout indépendant qu'il suffit de présenter devant le châssis et de fixer à celui-ci à l'aide de 8 boulons pour constituer le véhicule.

On remarque également que, en cas de panne, l'immobilisation d'un

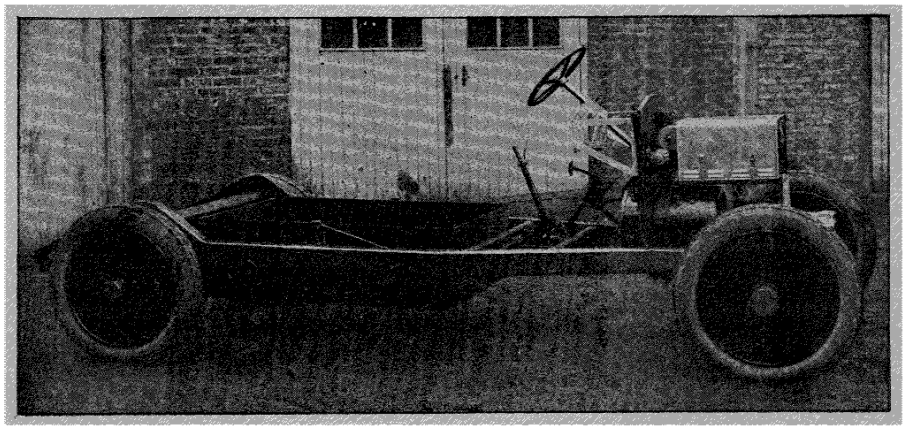


Fig. 3. — Châssis de la voiture A. E. M. 1926.

véhicule est réduite au minimum, car il suffit d'avoir un bloc moteur de rechange pour pouvoir en moins de deux heures, remettre le véhicule en état de marche.

Le moteur est relié à la transmission par un entraînement élastique situé à l'intérieur d'un tambour qui sert de poulie au frein sur le mécanisme (fig. 5). La commande de ce frein étant jumelée avec la commande des freins sur roues arrière, il en résulte que la voiture est munie du freinage sur les quatre roues, ce qui représente un avantage très important.

En effet, un freinage puissant est indispensable pour les véhicules électriques qui sont relativement lourds; si le conducteur ne dispose pas de bons freins, il hésite à se lancer et la vitesse commerciale s'en ressent notablement.

Au point de vue de la construction, le détail en est donné sur les figures 5 et 6. On voit que le mouvement du moteur est transmis aux roues par l'intermédiaire de cardans longitudinaux enfermés sous boîtes étanches.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le cardan placé sur la roue est un cardan spécial permettant une inclinaison de 50°, et donnant une transmission uniforme du mouvement.

Ce dispositif est naturellement la clé de la voiture puisque sans lui, il aurait été impossible d'avoir un pont avant donnant toute garantie au point de vue du fonctionnement et du braquage.

On voit également que l'essieu avant a été supprimé et remplacé par des ressorts transversaux articulés à leur extrémité sur des pivots portés par les fusées.

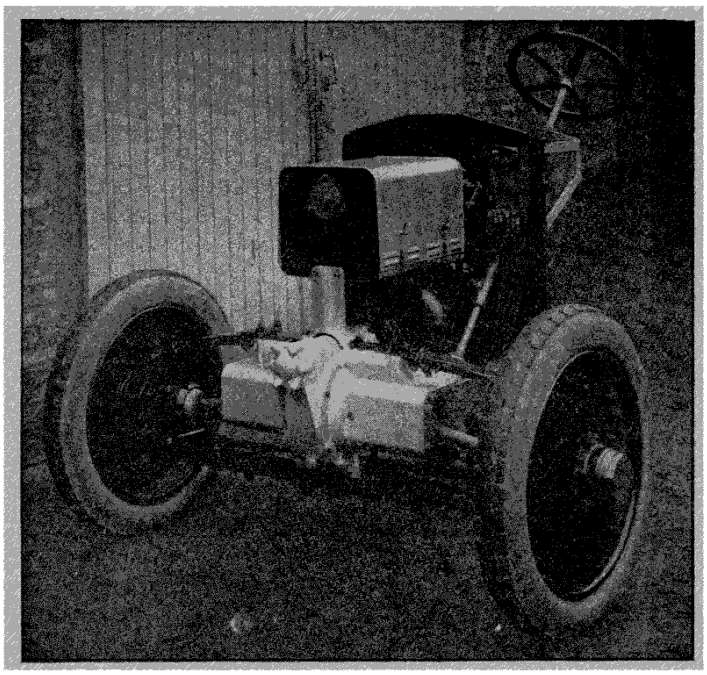


Fig. 4. — Vue du bloc moteur, transmission et direction du châssis A. E. M. 1926.

Il en résulte que la voiture A. E. M. a ses roues avant complètement indépendantes, ce qui constitue au point de vue de la suspension un avantage incontestable.

L'entraînement de la voiture se fait par les lames des ressorts travaillant sur leurs tranches et par conséquent dans les meilleures conditions.

Un autre avantage du dispositif qui vient d'être décrit est de munir la voiture de roues motrices et directrices, ce qui donne une très grande facilité de direction et assure un bon rendement de l'effort moteur dans les tournants.

Il est intéressant de remarquer en passant que les avantages donnés par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la transmission avant qui vient d'être décrite, sont indépendants du mode de propulsion du véhicule. La solution proposée présente donc un intérêt d'un ordre général. En particulier, l'adoption de cette disposition sur les véhicules à essence permettrait, tout en diminuant le poids mort non suspendu, d'obvier aux inconvénients dus, avec les moteurs actuels, à la grande vitesse de rotation de l'arbre de commande du pont arrière, incon-

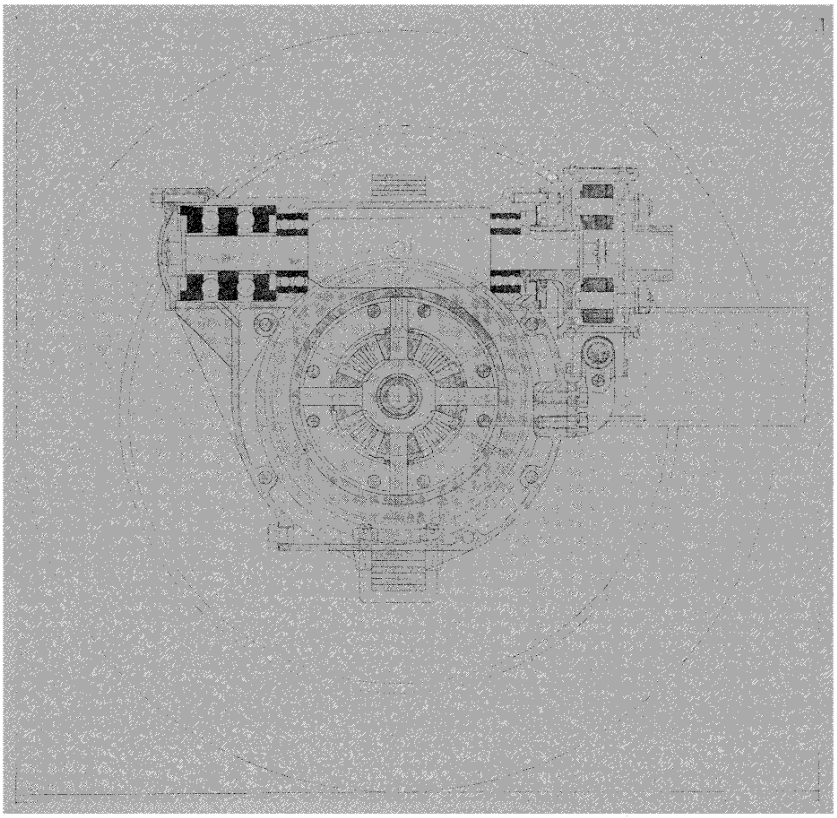


Fig. 5. — Coupe longitudinale de l'avant-train moteur.

vénients qui ont incité l'ingénieur allemand Rumpler à préconiser dernièrement une solution exactement inverse de la nôtre réalisée par le groupement du moteur et de la transmission à l'arrière du véhicule.

Équipement électrique. — La voiture est équipée d'un moteur série à simple collecteur. Les différentes vitesses sont obtenues en deux gammes :

la première gamme, par couplage en parallèle de deux moitiés de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

batterie, ceci pour les vitesses comprises entre le démarrage et 18 km : h;

la deuxième gamme par couplage des deux moitiés de la batterie en série pour les vitesses de 18 km : h à 36 km : h.

Dans chacune des gammes précédentes, les vitesses intermédiaires s'obtiennent par couplage des inducteurs en série et en parallèle.

Pour obtenir un shuntage suffisant, les deux inducteurs sont inégaux

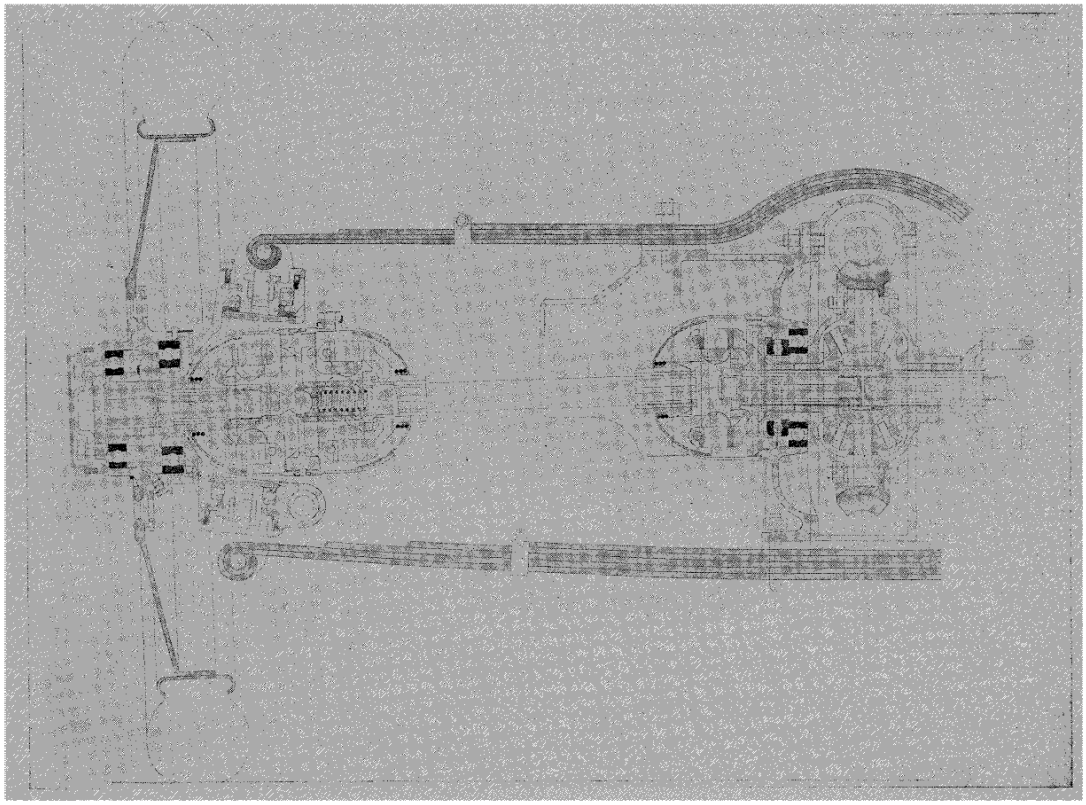


Fig. 6. — Coupe transversale de l'avant-train moteur.

et représentent 70 p. 100 et 30 p. 100 du nombre total des ampère-tours.

Le controller est placé sous le capot et fait corps avec l'ensemble bloc moteur. Il est facilement accessible et ses touches peuvent être aisément visitées. Sa particularité principale est d'être constitué par des contacteurs manœuvrés à l'aide d'un arbre à cames commandant mécaniquement l'ouverture et non la fermeture des circuits comme c'est le cas habituellement.

Comparaison avec le moteur équipant les modèles précédents. — Il est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

remarquable de constater que cette voiture, qui correspond pour nous à l'expérience de trois années d'essais, diffère notablement au point de vue du moteur de la voiture primitivement conçue. Celle-ci, en effet, comportait un moteur compound à caractéristique shunt et à double collecteur.

En premier lieu, le double collecteur a été supprimé. En effet, l'emploi du double collecteur est destiné principalement à éviter le couplage des batteries en parallèle et en série et à le remplacer par la combinaison équivalente au point de vue électrique, couplage des moteurs en série et en parallèle.

Mais alors que le couplage des batteries, qui présente un inconvénient dans le cas où les deux demi-batteries ont des tensions inégales, n'est réalisé que pendant la courte période du démarrage, le couplage des moteurs en parallèle est réalisé dans le régime à grande vitesse qui est le régime normal de marche.

Il en résulte que si les circuits des deux moteurs ont des forces contre-électromotrices inégales ou des résistances différentes, ce qui arrive inévitablement au bout d'un certain temps de service, les deux moteurs sont inégalement chargés, ce qui présente un inconvénient sérieux ou point de vue du rendement.

De plus, le moteur à double collecteur est d'une construction plus délicate, il est plus difficile à surveiller et son prix est de 20 à 25 p. 100 supérieur à celui du moteur unique.

En second lieu, malgré ses côtés séduisants nous avons abandonné le moteur shunt.

Le moteur shunt correspond en effet pour les constructeurs de voitures à la solution élégante; car il permet, plus facilement que le moteur série, le freinage électrique et la récupération de l'énergie dans les descentes.

Examinons ces deux points :

En premier lieu, la récupération ne donne que des résultats insignifiants et les essais contrôlés de Bellevue ont montré que 6 à 7 p. 100 à peine de l'énergie récupérée pouvaient être utilisés à nouveau et ceci pour des parcours comportant de longues descentes, parcours avantageant certainement les voitures équipées pour la récupération. Dans des parcours urbains, l'avantage est donc pratiquement négligeable.

En ce qui concerne le freinage électrique, l'avantage est également très discutable. En effet, l'expérience montre qu'il est plus avantageux de laisser le véhicule courir sur son aire jusqu'à l'obstacle après avoir coupé le courant (ce qui est le cas avec un moteur série) que de maintenir la vitesse de ce véhicule jusqu'à l'obstacle et de freiner électriquement pour l'arrêter, ce que le conducteur est inévitablement amené à faire avec un moteur shunt.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En effet, dans le premier cas, nous avons utilisé pour amener le véhicule sur l'obstacle la force vive même du véhicule. Dans le second cas, nous avons dépensé pour maintenir constante la vitesse du véhicule jusqu'à l'obstacle, une énergie égale précisément à la force vive de tout à l'heure.

Dans le freinage, nous sommes bien censés récupérer cette force vive, mais en réalité, par suite de l'influence superposée des rendements de la transmission, du moteur et de la batterie, nous ne récupérons qu'à peine 50 p. 100 de cette énergie.

Au total, la deuxième solution nous amène à dépenser plus que la première.

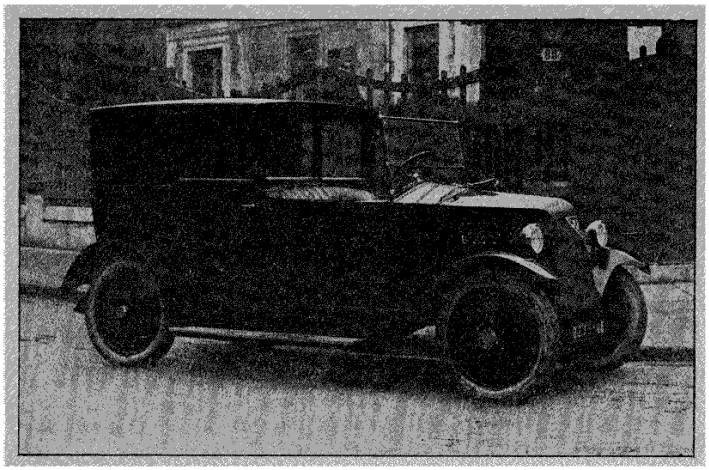


Fig. 7. — Vue de la voiture A. E. M. 1926.

En définitive, les deux avantages principaux du moteur shunt : récupération et freinage électrique étant pratiquement insignifiants, il ne semble pas qu'il y ait intérêt à conserver un moteur dont la construction est plus délicate, le poids et le prix plus élevés.

Par contre, le moteur série présente des avantages très notables, en effet :

à poids identique, le couple est plus élevé dans les pointes et ceci dans la proportion de 30 à 40 p. 100 pour le même courant débité par la batterie. Cette particularité est précieuse pour la montée des côtes. Elle permet en effet de supprimer purement et simplement le changement de vitesse dont il serait très difficile de se passer avec un moteur shunt;

l'enroulement inducteur est plus robuste par suite de la grosseur des fils;

la commutation est meilleure, ce qui permet, avec un moteur bien

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

calculé, de supprimer les pôles de commutation, soit une économie de 20 p. 100 sur le prix du moteur;

le courant d'excitation reste indépendant de l'état de la batterie. Avec le moteur shunt au contraire, le courant d'excitation est fonction du voltage, de sorte qu'en fin de parcours, quand la batterie est déchargée, l'excitation du moteur se trouve réduite au minimum, précisément au moment où il serait avantageux qu'elle soit aussi élevée que possible.

Le seul reproche qu'on pourrait adresser au moteur série est que sa stabilité de marche est moins grande que celle du moteur shunt. Mais ceci est encore un avantage, car pratiquement la chute de vitesse qui se produit en cas de surchage importante ménage la batterie en limitant automatiquement à une valeur raisonnable les appels de courant aux démarrages et à la montée des côtes.

Enfin le moteur série permet une conduite plus facile de la voiture : une seule pédale commandant le controller suffit. Avec le moteur shunt, il est nécessaire d'avoir en plus du controller, un contacteur à commande indépendante, afin de pouvoir éventuellement couper le courant, sans freiner le véhicule.

En définitive à notre avis, le moteur série doit être préféré comme plus simple, plus robuste, plus énergique et moins coûteux.

Aspect de la voiture A. E. M. — Ainsi que la figure 7 permet de s'en rendre compte, la voiture A. E. M. conçue d'après les idées que je viens d'exposer, présente une ligne en tous points comparable à celle des véhicules à essence auxquels notre œil est maintenant habitué.

Il semble donc que l'objection que l'on faisait autrefois aux véhicules électriques d'être inesthétiques, tombe à son tour.

Nous espérons qu'à force de faire tomber les objections, nous finirons par voir les véhicules électriques réoccuper la place qu'ils ont tenue autrefois et qu'ils ont perdue.

Maintenant que la voiture automobile est devenue un moyen de transport et non plus seulement un instrument de plaisir, il est permis d'espérer que le bon sens aidant, on reviendra au véhicule électrique qui est resté le bon et fidèle serviteur de jadis, celui sur lequel on peut compter et qui ne vous laisse pas en panne.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE DU 13 FÉVRIER 1926

Présidence de M. E. SAUVAGE, *vice-président.*

La séance est ouverte à 17 h.

M. SAUVAGE, *vice-président*, présente les excuses de M. MESNAGER, *président*, empêché d'assister aujourd'hui à la séance.

Le procès-verbal de la séance du 23 janvier 1926 est adopté.

Est nommé membre de la Société :

M. MICHEL-SCHMIDT (Maurice), Ingénieur des Arts et Manufactures, présenté dans la dernière séance.

Est présenté pour devenir membre de la Société :

M. BOREAU (Gabriel), ingénieur, directeur d'usine à la Compagnie française Thomson-Houston, 5, rue Baillet-Reviron, à Versailles (Seine-et-Oise), présenté par MM. Lyon, Féry et Lemaire.

M. SAUVAGE, *vice-président.* — J'ai le très vif regret de vous annoncer la mort de M. **Maurice Alfassa**, membre de notre Conseil depuis 1910, au titre du Comité de Commerce. M. Alfassa, qui était Ingénieur civil des Mines, s'est signalé surtout par de nombreuses études financières, économiques et sociales, dont les premières ont été publiées dans notre *Bulletin*, bien avant qu'il fît partie du Conseil d'Administration de notre Société. Quelques années avant la guerre, en collaboration avec son frère, Georges, Ingénieur des Arts et Manufactures, il s'était consacré à la réorganisation de la Société de Protection des Apprentis, filiale de notre Société, fondée autre-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fois par Jean-Baptiste Dumas. Tous deux avaient engagé la Société de Protection des Apprentis dans une voie nouvelle, où, depuis, d'autres ont progressé mais n'ont fait que les suivre, celle de l'orientation professionnelle. Ils avaient rédigé eux-mêmes ou fait rédiger des monographies pour quelques-unes des professions les plus répandues dans la région parisienne, de façon que chaque futur apprenti pût choisir son métier en connaissance de cause. Tous deux s'occupaient aussi du placement des apprentis et de l'organisation, dans les ateliers industriels, d'un apprentissage manuel vraiment efficace et complété par des cours généraux ou spéciaux de nature à assurer une meilleure formation intellectuelle des ouvriers.

La guerre est venue interrompre ces travaux. Depuis, plusieurs deuils de parents très proches, son frère Georges, son père, et aussi son mauvais état de santé ont empêché M. Alfassa de les reprendre et de continuer à nous donner son concours.

M. Maurice Alfassa était chevalier de la Légion d'honneur.

Nous adressons à sa famille l'expression de notre sympathie émue.

M. Sauvage, *vice-président*. — M. Édouard Bourdon, Ingénieur des Arts et Manufactures, qui fut pendant longtemps membre de notre Conseil au titre du Comité des Arts mécaniques, a légué à la Société d'Encouragement le capital de 1.200 f de rente, net de tous frais; selon la volonté du testateur, les revenus devront servir à secourir des inventeurs malheureux.

M. Sauvage, *vice-président*. — J'ai le plaisir de vous annoncer que M. Camille Matignon, membre de notre Société, vient d'être élu membre de l'Académie des Sciences en remplacement de M. Haller, dans la Section de Chimie.

Ancien élève de l'École normale supérieure, dont il est sorti en 1889, M. C. Matignon fut professeur à l'Institut industriel du Nord, puis à l'Université de Lille en 1897. Élève et collaborateur de Berthelot, il devint, en 1903, son suppléant au Collège de France, où il fut nommé professeur titulaire en 1908.

Pendant la guerre, il fut membre de la Commission supérieure des Inventions, et en 1917, membre de la Commission de l'Azote; il fut chargé de missions en Angleterre et en Italie.

M. Matignon est l'auteur d'importants travaux de chimie pure et appliquée. Il a étudié notamment les relations qui existent entre l'évolution des systèmes chimiques et la chaleur dégagée dans cette évolution. Il a énoncé la loi dite de Le Chatelier-Matignon.

Ses plus récents travaux ont porté sur la fixation de l'azote atmosphérique et l'emploi des catalyseurs en vue de cette fixation. M. Matignon a

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

exposé cette importante question de la fixation industrielle de l'azote dans une communication qu'il fit en séance publique de notre Société le 23 mai 1913. On en trouvera le texte dans notre *Bulletin* de juin 1913, page 805.

Nous adressons nos très vives félicitations à M. Camille Matignon.

MM. H. HITIER et Ch. de FRÉMINVILLE, *secrétaires généraux*, présentent et analysent des ouvrages récemment entrés dans la Bibliothèque.

M. HITIER présente les ouvrages suivants :

La construction économique. Matériaux et compositions divers (suite et complément de l'industrie des agglomérés et pierres artificielles), par M. VUGNON. Paris, Revue des matériaux de construction et de travaux publics, 148, boulevard Magenta, 1925;

Aristide Bergès. — Documents historiques sur l'origine du nom de la houille blanche, par Marcel MIRANDE (Extrait du Bulletin de la Société scientifique de l'Isère, tome XLVI, 1925). Grenoble, Imp. Joseph Baratier, 1925;

La molécule d'hydrogène. Conférence faite à l'Institut des Hautes Études de Belgique, par le Dr Pierre ACHALME. Paris, Payot, 106, boulevard Saint-Germain (6e), 1925;

Le poivrier et sa culture en Indochine, par Aug. CHEVALIER (Publications de l'Agence économique de l'Indochine, n° XII). Paris, Agence économique de l'Indochine, 20, rue La Boëtie, 1925;

Aristide Bergès, 1833-1904, par Marcel DELÉON. Paris, Imp. Draeger;

Office agricole de la Région de l'Est. — Notice pratique sur le remembrement, par R. PRÉAUD, 1925;

Céréales, par C.-V. GAROLA et P. LAVALLÉE. I : Principes généraux de culture; II : Culture spéciale du blé et des autres céréales, 5e édition entièrement refondue (Encyclopédie agricole publiée sous la direction de G. Wery). Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1925;

Météorologie et physique agricoles, par Paul KLEIN et JACOB SANSON (Encyclopédie agricole publiée sous la direction de G. Wery). Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1925;

Ministère des Travaux publics. — Nivellement général de la France. *Répertoire des emplacements et altitudes des repères. Réseau de 3e ordre et 1re partie du réseau de 4e ordre.* Lignes comprises dans le Polygone L' de premier ordre; Lignes comprises dans le Polygone P' de premier ordre. Nantes, Imp. du Commerce, 12, rue Santeuil, 1924;

Catalogue de la Bibliothèque de la Chambre de Commerce de Paris. 2e Supplément. Paris, 2, place de la Bourse, 1925;

L'état colloïdal et l'industrie. Tome I : Industrie des colloïdes. Historique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

État colloïdal. Colloïdes naturels et artificiels, par W. KOPACZEWSKI. Paris, Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères (6e), 1925 (Don de l'auteur);

Les soies artificielles, par A. CHAPLET, 2e édition. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1926;

La représentation commerciale. Notions de psychologie professionnelle et appliquée à l'usage de tous les agents commerciaux et plus spécialement des voyageurs et représentants de commerce, par J. SABATIÉ, 3e édition. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1926;

Comment rétablir la sécurité et la prospérité en France et en Europe par la coopération internationale. Mémoire non primé présenté par Paul GIRAULT, au Concours français de la Paix, 1924. Paris, Société générale d'imprimerie et d'édition, 17, rue Cassette, 1925;

Revue des récentes applications du charbon pulvérisé aux chaudières à vapeur, par Henry KREISINGER. Paris, édité par la Société anonyme des Foyers automatiques (Roubaix), 11 bis, rue d'Aguesseau (8e).

M. DE FRÉMINVILLE présente les ouvrages suivants :

Électro-pompes automatiques de petite et moyenne puissances pour distributions domestiques et industrielles, par René VAN MUYDEN et Léon VADOT. Belfort, Eug. Devillers et fils, 1925. (Don des auteurs);

Théorie générale sur les courants alternatifs. par E. PIERNET. Fascicule II : Les alternateurs. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1926;

Éclairage électrique, par P. MAURER. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1925;

Compagnie des lampes. — 9 fascicules. Nos 1 : *Notions générales sur l'éclairage*. — 2 : *L'éclairage du home*, par René BROCARD. — 3 : *La campagne pour un meilleur éclairage*, par M. SAUREL. — 4 : *L'établissement d'un projet d'éclairage électrique*, par J. WETZEL. — 5 : *Pourquoi et comment?* — 6 : *Influence du dévoltage sur la durée des lampes et sur le prix de la lumière électrique*. — 7 : *L'éclairage moderne des voies publiques et des grands espaces*, par J. WETZEL. — 8 : *L'éclairage des vitrines de magasins*, par H. MAISONNEUVE. — 9 : *Le luxmètre Mazda*, par H. MAISONNEUVE. Paris, 41, rue La Boëtie (8e) (Don de M. Jean Rey, membre du Conseil);

Le grain de l'acier. Secret de la réussite des traitements thermiques, par E. PITOIS. Paris, Librairie Delagrave, 15, rue Soufflot (5e), 1926 (Don de l'auteur);

Description de la première locomotive avec chaudière tubulaire construite par M. SEGUIN AINÉ *pour le chemin de fer de Lyon à Saint-Étienne en 1828*. Lyon, Imp. Pitrat aîné, 4, rue Gentil, 1889 (Don de MM. Augustin et Laurent Seguin, membres de la Société);

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

De l'influence des chemins de fer et de l'art de les tracer et de les construire, par M. SEGUIN AINÉ (Réimpression de l'édition de 1839). Lyon, Imp. Pitrat aîné, 4, rue Gentil, 1887 (Don de MM. Augustin et Laurent Seguin, membres de la Société);

Physique industrielle. — *Régime variable de fonctionnement dans les installations de chauffage central*, par André NESSI et Léon NISOLLE. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1925;

Éléments d'astrophysique. Introduction à l'étude de l'énergétique solaire et stellaire, par Albert NODON. Paris, Albert Blanchard, 3, place de la Sorbonne (5e), 1926;

Pression de la lumière, par Pierre LEBEDEF. Traduit du russe par T. KOUSMINE (Collection de Monographies scientifiques étrangères publiée sous la direction de M. G. Juvet). Paris, Albert Blanchard, 3, place de la Sorbonne (5e), 1926;

Les véhicules automobiles, par A. BOYER-GUILLON (Encyclopédie de mécanique appliquée). Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1926;

Cours de finance et de comptabilité dans l'industrie professé à l'École spéciale des Travaux publics, du Bâtiment et de l'Industrie, par Édouard JULHIET, 5e édition. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, Léon Eyrolles, 3, rue Thénard (5e), 1925 (Don de l'auteur, membre du Conseil). (Voir le compte rendu bibliographique de la 3e édition, par M. P. de Rousiers, dans le *Bulletin* de janvier 1923, p. 68);

Les grandes étapes de la radio. Fascicule I : Les premières découvertes, par Joseph GUINCHANT, Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1926;

Actualités métallurgiques. Aciers spéciaux de construction. Aciers autotrempants. Les points critiques des métaux et alliages. Solidification du cuivre oxydé. Soudabilité et rouverain de l'acier doux. La trempe. Le ferromagnétisme, par Pierre DEJEAN. Paris, Dunod, 1925;

La statistique appliquée aux affaires. A l'usage des chefs d'entreprises, administrateurs des sociétés, comptables, etc. par G. ISABEL. Paris, Dunod, 1925;

L'évolution visible dans la technique des centrales à vapeur, par E. RAUBER. Paris, Édité par la Revue industrielle, 57, rue Pierre-Charron (8e), 1925;

Sur les conditions de coexistence des lignes d'énergie électrique et des lignes de télécommunication. Rapport de M. E. BRYLINSKI au Congrès de Grenoble du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'énergie électrique (juillet 1925). Paris, Revue générale de l'électricité, 12, place de Laborde (8e).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Joseph Auclair, président du Comité de Mécanique de l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions, fait une communication sur *les progrès des gazogènes transportables et leur évolution probable.*

Le concours de camions à gazogène qui a eu lieu, en 1925, sur le parcours Paris-Bruxelles-Strasbourg-Paris (plus de 2.200 km) a fait faire un grand progrès à la question des gazogènes transportables. Les épreuves, tant sur route qu'au banc, étaient beaucoup plus dures qu'en 1923; les concurrents étaient aussi plus nombreux : 15 (9 en 1923; 6 seulement au premier concours, en 1922); enfin les dispositifs adoptés, quoique presque tous assez nouveaux et variés, tendent cependant vers une certaine uniformité, de sorte qu'on peut prévoir une fixation prochaine des formes du camion à gazogène.

Les camions proprement dits n'offrent rien de remarquable : ils sont du type normal; les gazogènes, au contraire, avec leurs nombreux accessoires, sont presque tous de types nouveaux ou présentent des dispositifs nouveaux dont l'adoption est due évidemment à la nécessité d'assurer : 1° un fonctionnement économique en utilisant un moteur à essence; 2° une bonne épuration; 3° un démarrage 10 minutes au plus après l'allumage. L'un d'eux a assuré le départ 100 secondes après l'allumage.

On a tendance à placer le gazogène proprement dit et l'épurateur, disposés verticalement, à droite et à gauche du siège du chauffeur. Cette disposition ne change guère l'aspect de la voiture.

Ce concours a fourni la certitude qu'on peut marcher sans difficulté à une vitesse moyenne de 30 km : h et à la vitesse maximum de 50 km : h. Le moteur à gaz pauvre et le gazogène ne demandent pas plus d'entretien que le moteur à essence, à condition toutefois que le gaz soit bien épuré, ce qui est parfaitement réalisé aujourd'hui (filtres de coton, à huile, en plâtre, copeaux métalliques, etc.). La teneur du gaz en poussières est descendue à 47 mg par mètre cube. On peut disposer des épurateurs qui retiennent les poussières de telle sorte qu'il suffit de vider en une seule fois les poussières accumulées pendant une semaine, et cela par une manœuvre très simple.

Le camion peut emporter sa provision de combustible pour la journée, soit ce qu'il faut pour parcourir 150 km. La plupart ne consomment qu'une quantité d'eau insignifiante.

Un des concurrents avait employé un foyer métallique en acier au nickel-chrome, ce qui, en cas de remplacement, offre l'avantage d'un délai de livraison plus court sur le foyer en briques réfractaires.

Le poids des gazogènes transportables a grandement diminué : 291 kg pour l'E. T. I. A., 341 kg pour le Panhard, 373 kg pour le Renault, 394 kg pour le Schultz et Loriot.

L'économie réalisée sur la consommation n'est pas encore suffisante pour faire donner la préférence au gaz pauvre sur l'essence. En effet, même avec un taux de compression plus élevé au moteur que pour l'essence, on n'arrive pas à une puissance aussi grande, de sorte qu'il faut quatre camions à gazogène pour transporter la même charge utile que trois camions à essence. Si on tient compte des frais de premier établissement et d'entretien, à partir de 350-600 fr la tonne de combustible, le camion à gaz pauvre est aussi cher que le camion à essence, celle-ci comptée

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à 2 fr. Le problème se ramène donc à trouver un combustible économique et commode. D'où la nécessité d'un taux de compression plus élevé et d'une augmentation du pouvoir calorifique du gaz pauvre. On peut arriver à ce dernier résultat en l'enrichissant en hydrogène c'est-à-dire en décomposant de l'eau dans le gazogène. Cette décomposition peut être gratuite car le gaz à la sortie du gazogène est toujours à une température beaucoup trop élevée.

E. L.

Aux questions posées, M. AUCLAIR répond :

Des compresseurs ont été employés sur certains moteurs présentés au concours en vue d'augmenter le taux de compression. Cette solution est logique puisqu'elle procure une augmentation de rendement pouvant atteindre 20 p. 100 sur les moteurs fixes. Toutefois, sur les camions, le compresseur absorbe une puissance assez grande; pour l'instant, les essais faits ne sont pas suffisants pour qu'on puisse dire s'il y a avantage à les employer.

La *carbonite* est obtenue en agglomérant avec du goudron de bois du charbon de bois pulvérisé; on forme des boulets qui sont ensuite soumis à la calcination. Ce combustible est dense; il n'est pas hygroscopique; on peut en loger facilement sur le camion l'approvisionnement nécessaire pour accomplir l'étape quotidienne de 150 km.

La perte de puissance provoquée par la substitution d'un gaz pauvre à 550 cal par mètre cube à l'essence à 850-900 cal dans un moteur conçu pour brûler de l'essence n'a pas été exagérée. C'est la puissance du moteur qui règle la vitesse du camion. Au concours, on a vérifié que les camions à moteur non modifiés en vue d'un taux de compression plus élevé, marchaient moins vite que les autres. De plus, l'emploi du gaz pauvre oblige à des frais supplémentaires qui dépassent encore l'économie réalisée sur le combustible, bien entendu à égalité de charge utile transportée.

On peut recourir à une marche mixte, c'est-à-dire au gaz pauvre quand l'effort de traction est réduit, cas le plus fréquent, à l'essence lorsque, par exception, cet effort est grand; dans ce cas cependant, si le réglage a été fait pour un taux de compression élevé (il a été voisin de 7 au concours sur les moteurs modifiés) l'essence sera mal utilisée ; il serait préférable de remplacer l'essence par le benzol, les essences synthétiques ou l'essence ordinaire avec antidétonant.

Le coke paraît devoir fournir un meilleur combustible que le charbon de bois car il a un pouvoir calorifique notablement plus grand; d'ailleurs, éteint à sec, il n'est pas hygroscopique. Toutefois, il est moins poreux et moins inflammable que le charbon de bois. Mais le coke ne se prêtant pas à un broyage

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

économique — il use trop les organes du broyeur — il est pratiquement impossible de l'enrichir mécaniquement par lavage pour le débarrasser de ses cendres, et par suite de l'agglomérer. Il semble cependant que les cendres pourraient être séparées du charbon broyé qui, ensuite, servira à fabriquer le coke. Mais toutes ces opérations paraissent devoir être exécutées à la mine.

M. SAUVAGE, *vice-président*, remercie M. Auclair de sa très intéressante communication et des explications complémentaires qu'il a données en réponse aux questions qui lui ont été posées.

La séance est levée à 18 h 30 m.

SÉANCE PUBLIQUE DU 27 FÉVRIER 1926

Présidence de M. ED. SAUVAGE, *vice-président*.

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 13 février 1926 est adopté.

Est nommé membre de la Société :
M. BOREAU (Gabriel), présenté dans la dernière séance.

Est présenté pour devenir membre de la Société :
M. ADAM (E.), secrétaire de la Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité, 3, rue Henri-Duchêne, Paris (15e), présenté par M. A. Mesnager et M. G. Risler,

M. Ed. SAUVAGE, *vice-président*. — J'ai le regret de vous annoncer la mort de M. **Paul Bodin**, membre du Conseil de la Société depuis 1915, au titre du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, décédé à Paris le 16 février à l'âge de 78 ans.

M. P. Bodin, Ingénieur des Arts et Manufactures, a accompli toute sa carrière à la Société de Construction des Batignolles, dont il devint ingénieur en chef et administrateur. C'est lui qui a conçu la plupart des grands ouvrages construits dans les trente-cinq dernières années par cette Société : le viaduc du Viaur dans le massif central, sur la ligne du chemin de fer de Carmaux à Rodez; le grand pont Troïtsky à Pétrograd; le viaduc de l'Assopos en Grèce; le pont du faux Nam-Ti en Chine.

Le viaduc du Viaur, inspiré de conceptions nouvelles fort hardies, se compose d'une travée centrale en forme d'arc à trois rotules, d'une ouverture

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de 220 m, et de deux travées de rive constituées chacune par un encorbellement solidaire des demi-arcs de la travée centrale. La longueur totale de l'ouvrage est de 460 m; la plus grande hauteur des rails au-dessus du fond de la vallée est de 116 m; la flèche de la travée centrale est de 54 m. Quoique construit une vingtaine d'années après sa conception, ce viaduc marqua encore une date dans la construction métallique : l'emploi de trois rotules présente le grand avantage de permettre aux dilatations de s'effectuer librement d'où une grande simplification et une plus grande sûreté dans les calculs qui, pour les pièces principales, peuvent être effectués par la statique; réduction de la poussée sur les culées grâce à l'emploi des encorbellements; grande légèreté et élégance de l'ouvrage tout entier.

L'originalité des conceptions de M. P. Bodin en matière de construction métallique, notamment en ce qui concerne le viaduc du Viaur, lui avait valu le prix Montyon de Mécanique de l'Académie des Sciences.

Engagé volontaire en 1870, M. Bodin sortit de l'École centrale en 1871. Il en devint répétiteur en 1883, fut chargé en 1891 du cours de résistance des matériaux, puis successivement du cours d'éléments de machines et de celui de construction de machines, qu'il professa jusqu'en 1919. Il était membre du Conseil de perfectionnement de l'École centrale; il fut, pendant plus de 25 ans, président du Conseil d'administration de la Caisse de Secours des élèves, œuvre qui fonctionne surtout, et depuis fort longtemps, sur le principe du prêt d'honneur aux élèves peu fortunés. Il donna à cette œuvre une impulsion nouvelle et c'est grâce à lui que de nombreux jeunes gens ont pu poursuivre leurs études et devenir ingénieurs.

M. P. Bodin a rendu de très grands services au lendemain de la guerre : il réussit, en effet, à faire adopter, pour le montage des tabliers de certains ponts, un système qu'il avait imaginé et employé autrefois avec succès au Yunnan. Grâce à la substitution judicieuse de boulons aux rivets, on put gagner plusieurs semaines et même quelquefois plusieurs mois pour la remise en service de nos voies ferrées dans les régions dévastées.

La compétence, le beau caractère et la haute conscience professionnelle de M. Bodin lui avaient valu de faire partie d'un grand nombre de commissions techniques, officielles ou non, dont il était un des membres les plus écoutés : le Conseil supérieur des Travaux publics, la Commission technique du Laboratoire d'Essais du Conservatoire national des Arts et Métiers, le Comité supérieur de rédaction du *Génie civil*; il avait été président de la Société des Ingénieurs civils de France en 1903; il était officier de la Légion d'honneur.

M. P. Bodin emporte les regrets de tous ses collègues, de ses nombreux amis et de plusieurs générations d'élèves qu'il a formés ou aidés. Nous

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

adressons à la famille de notre regretté collègue l'expression de notre sympathie émue.

M. Ed. SAUVAGE, *vice-président.* — J'ai malheureusement un autre deuil à vous annoncer : notre collègue du Conseil, M. **André Hillairet**, membre du Comité des Arts économiques depuis 1902, vient de mourir. Ses obsèques auront lieu le mercredi 3 mars.

M. Ed. SAUVAGE, *vice-président.* — En payant leur cotisation de l'année 1926, plusieurs membres de la Société ont versé les sommes suivantes qui ont été portées au compte de notre Bulletin : M. Vermorel : 40 francs; M. Popineau, 40 francs; 3e Anonyme, 30 francs. J'adresse mes très vifs remerciements au nom de notre Société à ces collègues.

MM. H. HITIER et Ch. DE FRÉMINVILLE, *secrétaires généraux*, présentent et analysent quelques-uns des ouvrages entrés récemment dans la Bibliothèque.

M. HITIER présente les ouvrages suivants :

La protection sociale de la santé. L'action médico-sociale, par le Dr G. ICHOK. Paris, Marcel Rivière, 31, rue Jacob (6e), 1925;

Le problème de chimie. Lois générales. Métalloïdes. Chimie organique, par Jean DUVAL. Paris, Albert Blanchard, 3, place de la Sorbonne (5e), 1926;

Les eaux usées, par E. ROLANTS (Encyclopédie de chimie industrielle). Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1925;

Manuel de broderies et de dentelles, par Mlle V. PAULIN (Bibliothèque professionnelle). Paris, J.-B. Baillière et fils, 1926;

Manuel du faïencier, par Maurice DAGOT (Bibliothèque professionnelle). Paris, J.-B. Baillière et fils, 1926;

L'annuaire industriel. Répertoire analytique général de l'industrie suivant la classification de MM. Pernet, Gensel et Thirion. 2e édition, 1925, 3 vol. Paris, Société d'éditions documentaires industrielles, 35, avenue des Champs-Élysées (8e);

Les conditions du salut financier. L'avis des producteurs. Paris, Confédération générale de la Production française, 6 rue de Messine; Association nationale d'Expansion économique, 23, avenue de Messine, 1925;

M. DE FRÉMINVILLE présente les ouvrages suivants :

Installations électriques de force et lumière. Schémas de connexions, par Adr. CURCHOD. 5e édition. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1925;

Alternateurs et moteurs synchrones, par Edouard ROTH. Tome II (Collec-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion Armand Colin (Section de mécanique et électricité industrielles), n° 48). Paris, Librairie Armand Colin, 103, boulevard Saint-Michel (5e), 1926;

Les moteurs à explosion, par Edmond MARCOTTE (Collection Armand Colin (Section de mécanique et électricité industrielles, n° 70). Paris, Librairie Armand Colin, 1926 (Don de l'auteur);

Les nouveaux axiomes de l'électronique (Mécanique des électrons) par R. FERRIER. Paris, A. Blanchard, 3, place de la Sorbonne (5e), 1925;

Ventilateurs et compresseurs, par L. CRUSSARD (Encyclopédie de mécanique appliquée). Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1926;

Manuel d'organisation commerciale moderne, par Albert NAVARRE (Bibliothèque professionnelle). Paris, J.-B. Baillière et fils, 1926;

La brique de pavage type U. S. A. employée pour le revêtement des chaussées des routes, par F. WATTEBLED et Fred. CARINI. Paris, Société « La brique extra-dure », 61, avenue Victor-Emmanuel III (8e), 1925;

Utilisation des écrans d'eau dans les chambres de combustion, par H.-D. SAVAGE. Rapport présenté le 22 mai 1925 à l'American Iron Institute à New York. Paris, Société anonyme des Foyers automatiques (Roubaix), 11 bis, rue d'Aguesseau (8e), 1925.

MM. L. CLÉMENT et C. RIVIÈRE, ingénieurs-chimistes, font une communication sur *la fabrication et les récentes applications des vernis cellulosiques, en particulier à la carrosserie automobile* (1).

La séance est levée à 18 h. 30 m.

COMITÉ DE COMMERCE

SÉANCE DU 4 FÉVRIER 1926

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

1° La brochure de propagande de M. Jules Richard : « La vérité sur la vie chère. La solution : 12 milliards en une année offerts à la Caisse d'Amortissement par les ouvriers et les patrons. »

par

M. GEORGES RISLER,
vice-président de la Société d'Encouragement.

Notre éminent collègue du Conseil d'Administration (Comité des Arts mécaniques), M. Jules Richard, a publié une fort intéressante brochure faisant partie

(1) Voir le texte *in extenso* de cette communication et le compte rendu de la discussion qui l'a suivie dans le *Bulletin* de février 1926, p. 101.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'une collection dont le titre est *La vérité sur la vie chère.* La plaquette porte, en sous-titre : *La solution : 12 milliards en une année offerts à la Caisse d'amortissement par les ouvriers et les patrons.*

M. Jules Richard met en exergue à cette brochure : « 40 millions de Français se plaignent de la vie chère et personne n'ose dire la vérité. »

Il a lui-même donné un démenti à ces paroles, car quelques bons citoyens, à la tête desquels nous sommes en droit de le placer, n'ont pas craint, depuis longtemps, de proclamer que la cause principale de la cherté de la vie dont nous souffrons est qu'au moment où il fallait redoubler d'activité, le législateur a cru devoir, dans notre pays, limiter l'effort que l'immense majorité des Français étaient prêts à accomplir. Quelle absurdité!

Depuis que le monde existe, a-t-on jamais connu une source de richesses certaine autre que le travail qui arrache aux entrailles de la terre et aux grands réservoirs de la nature tout ce qu'ils peuvent nous donner.

Après une guerre où l'on a si prodigieusement consommé et gaspillé, où, au lieu d'augmenter la somme des biens produits chaque année, on l'a beauconp diminuée; où l'on a vu la jachère se développer, et au cours de laquelle une consommation colossale de produits, infiniment supérieure aux récoltes, a presque ruiné une partie considérable de l'humanité, un travail acharné s'imposait. C'est le moment qu'ont choisi nos législateurs pour décider que la quantité des heures de travail fournies chaque jour par nos concitoyens serait diminuée de 20 p. 100 et que ceux qui contreviendraient à cette loi seraient poursuivis et punis.

Nous avons connu, pour notre part, le temps où l'on travaillait 14 heures par jour, puis 12 heures, et nous avons été associé aux travaux de celui qui, le premier, en Normandie, a réduit à 11 heures la journée de travail qui était encore de 12 à cette époque, tout en laissant aux travailleurs de ses usines le même salaire.

Quarante ans plus tard, vers 1904, le législateur fixa à 10 heures le maximum de la journée de travail, et il prescrivit que cette réforme se réaliserait par paliers. On pouvait admettre, et ce fut le cas dans beaucoup d'industries, qu'on arriverait par des progrès mécaniques, et en faisant appel à l'amour du travail dont étaient animés les ouvriers, à obtenir en 10 heures la même production qu'en 11. Cela s'est produit dans bien des cas.

Mais comment penser qu'ensuite, après de semblables progrès réalisés depuis si peu de temps, on arriverait à intensifier partout la production dans la proportion de 20 p. 100. Comment croire qu'il serait possible de trouver un nombre suffisant d'ouvriers qualifiés à adjoindre, dans la proportion de un cinquième, à ceux qui ont pu échapper à l'horrible tourmente?

Comment l'espérer, en particulier au moment où, au lieu de mettre le travail en honneur, on proclamait que l'idéal devait être de moins travailler. Était-ce ainsi qu'on avait chance d'obtenir de ceux dont on réduisait les heures d'atelier qu'ils intensifient la production?

Ce fut tout naturellement le contraire qui se produisit, et dans des professions comme le bâtiment, on vit l'ouvrier maçon poser moins de briques à l'heure, pendant une durée de 8 heures, qu'il ne le faisait lorsque la journée en comptait 10.

Ce sont tous ces arguments de bon sens qui, à côté de beaucoup d'autres, ont frappé notre éminent collègue, M. Jules Richard; et c'est dans l'espoir de remédier

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à la triste situation présente, due à nos politiciens, qu'il s'est adressé à l'élite des ouvriers et leur a dit :

« Demandez vous-mêmes aux pouvoirs publics qu'on vous laisse, comme un « très grand nombre d'entre vous le désirent, travailler 10 heures, et apportez sur « l'autel de la Patrie le produit supplémentaire de votre activité. Ainsi, nos « finances se relèveront rapidement, le budget sera en équilibre; notre dette dimi- « nuera dans d'énormes proportions; tout baissera et la vie deviendra pour vous « infiniment plus facile et plus agréable. »

Au surplus, pouvait-il ajouter : « Le bonheur n'est point dans l'oisiveté, ni dans ce qu'on est convenu d'appeler le plaisir, mais avant tout dans le travail. »

Citons encore M. Richard : « Il nous semble qu'un séjour à l'atelier de 7 h. « du matin à midi, et de 1 h. à 6 h. du soir, avec un arrêt d'une heure pour « déjeuner, n'est pas exténuant pour la majeure partie des ouvriers. L'interruption « de travail d'une heure de temps, nécessaire au déjeuner, est amplement suffi- « sante, et a le grand avantage d'amener moins de perturbation, moins de perte à « la production qu'un repos plus prolongé. »

Et il ajoute : « Pendant la belle saison, l'ouvrier pourrait conserver la semaine « anglaise à laquelle il paraît tenir, bien que cette habitude soit préjudiciable à « l'intérêt du patron, puisque ce dernier a les mêmes frais généraux pour 5 heures « de travail que pour 10.... »

Il montre l'inanité des augmentations de salaires payés avec une monnaie dont la valeur réelle baisse de jour en jour.

Notre collègue fait remarquer combien cette infériorité de production est nuisible au bien-être des travailleurs et le prouve, en particulier en ce qui concerne le logement. Comment donner aux travailleurs des habitations convenables et en nombre suffisant, alors que, dans le bâtiment, la production est prodigieusement réduite?

Mais nous ne pouvons analyser page par page cette brochure remplie d'idées justes et d'un très bel idéalisme.

Nous ne sommes pas certain que les conseils donnés par M. Jules Richard seront exactement suivis, mais nous sommes persuadés qu'il était bon qu'ils fussent donnés. Et il était infiniment précieux que ce fût par lui car, si quelques-unes de ses opinions et conclusions peuvent prêter à la discussion, il donne un autre enseignement dans lequel rien n'est discutable, c'est l'exemple de sa propre vie.

Le temps n'est plus où l'on préconisait, sans les mettre en pratique, certaines doctrines et où l'on s'en tirait en disant : « Faites ce que je dis, mais ne faites pas ce que je fais. »

La seule prédication efficace aujourd'hui, c'est l'exemple; or, celui que nous a offert M. Jules Richard est certainement l'un des plus beaux.

Il débuta encore enfant comme apprenti, et ses premiers gains s'élevèrent à 20 centimes par heure. Repoussant des exemples fâcheux qu'il avait devant les yeux, il employait tout son temps de liberté à acquérir une instruction dont il avait senti l'absolue nécessité pour son ascension intellectuelle et sociale.

Il passa ensuite dans l'atelier de son père, petit artisan, chez lequel était construit le baromètre Bourdon-Richard, non enregistreur. Il y perfectionna sa formation manuelle et la compléta ensuite dans diverses maisons d'horlogerie ou d'appareils de précision; et c'est ainsi qu'il devint un habile mécanicien.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Lorsqu'il eut le malheur de perdre son père, M. Jules Richard avait 28 ans; il avait un jeune frère. Il le prit avec lui, et, en l'associant, fonda la maison Richard frères.

Non seulement doué des qualités techniques de réalisation pratique, il possédait à un haut degré l'esprit d'invention. Maintenir l'industrie constamment au niveau des besoins progressifs de la science était son plus vif désir. Toujours intéressé par les problèmes nouveaux, il ne cessait d'en rechercher la solution pratique, soit dans l'ordre du fonctionnement des appareils et des machines, soit dans celui de l'enregistrement continu des phénomènes.

En 1878, la Maison Richard construisit un baromètre enregistreur sur papier au noir de fumée; puis, en 1882, elle créa le baromètre enregistreur par ordonnées curvilignes, sur un cylindre tournant, employant en outre une encre qui, dans la plume, ne séchait pas. C'était, enfin réalisé, le type si commode et si précieux qui est devenu classique et maintenant vulgarisé dans le monde entier.

A partir de 1921, M. Jules Richard, resté seul depuis 1891, se décida à transformer son établissement en Société des Établissements Richard. Elle fut formée, comme administrateurs et actionnaires, par les plus anciens employés ou ouvriers de sa maison. Il est resté président du conseil d'administration de cette fondation.

300 travailleurs environ étaient et sont encore occupés dans cette entreprise industrielle prospère.

Depuis sa création, la maison Richard a fabriqué des quantités énormes d'appareils enregistreurs et s'est aussi adonnée à la production d'appareils utilisés pour la stéréoscopie.

Enfin, en 1892, a été réalisée l'invention du « vérascope », aujourd'hui répandu aussi dans le monde entier.

Le grand savant Marey, auquel nous avons dû tant d'admirables travaux, qui n'eussent pu être accomplis sans les ingénieux appareils enregistreurs inventés au fur et à mesure des exigences de l'expérimentation, a confié ses idées à M. Richard qui, en les réalisant, y a puisé le principe des enregistreurs.

Il est aisé de se rendre compte des précieux services rendus à la science par la mise à la disposition de nos ingénieurs et de nos savants d'un contrôle continu et certain, accompli mécaniquement.

Mais ce n'est pas seulement l'admirable inventeur, le grand industriel, l'infatigable travailleur, que nous avons voulu louer ici, mais par dessus tout, l'homme social, au cœur bon et généreux, qui a doté son personnel des plus belles institutions en faveur des familles nombreuses, des malades, des retraités, et qui a mis le comble à ses libéralités en constituant une dotation de 300 000 f de rente annuelle, pour créer et entretenir une école destinée à l'apprentissage des ouvriers se vouant à la mécanique de précision. Cette institution est aujourd'hui installée dans un fort bel immeuble : 21, rue Carducci (19e) mis à la disposition de la Fondation J. Richard par la ville de Paris.

Les Pouvoirs publics ont reconnu le beau geste de M. Richard en l'élevant à la dignité de commandeur de la Légion d'honneur à l'occasion de l'inauguration de son école. N'avions-nous pas raison de dire qu'une telle vie est encore supérieure à toute autre chose?

Nous avons l'habitude de couvrir d'éloges, au moment où ils nous sont enlevés, les hommes supérieurs auprès desquels nous avons vécu et qui doivent nous servir

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de modèles; ne vaudrait-il pas mieux leur rendre hommage lorsque nous avons le bonheur de les posséder encore et nous donner à nous-même la joie de leur témoigner notre admiration et notre reconnaissance?

C'est ce que nous avons cherché bien imparfaitement à réaliser dans ces quelques lignes si inférieures au modèle dont nous aurions voulu mieux faire ressortir toute la beauté morale.

2° L'amélioration de l'hygiène dans la marine marchande.

par

M. Georges Risler,

vice-président de la Société d'Encouragement.

L'insalubrité dans laquelle sont encore contraints de vivre un trop grand nombre d'équipages de la marine marchande est connue, et ces conditions d'existence, tout autant que celles que trop de marins adoptent dans les ports d'escale, sont bien alarmantes au point de vue de leur santé par ailleurs si intéressante.

A la Ligue des Sociétés de la Croix Rouge revient le mérite de s'être emparée de cette question après que certains groupements insuffisamment importants avaient élevé la voix pour faire appliquer dans ces milieux les mesures d'hygiène qui apparaissent comme indispensables.

Au cours d'une session tenue en 1924, le Conseil général de la Ligue des Sociétés de la Croix Rouge a en effet recommandé les mesures suivantes :

entreprendre une action de propagande éducative à bord des navires par affiches, tracts, et autres moyens;

améliorer ou créer des manuels populaires destinés à l'usage des marins;

installer des stations de la Croix Rouge avec dispensaires en vue de donner aux marins les soins médicaux nécessaires;

enfin élaborer des plans pour la fourniture de caisses de matériel médical modernisé.

Une œuvre intéressante avait d'ailleurs été tentée dans ce but par la Croix Rouge norvégienne, et le docteur Harald Engelsen a donné à cet égard des précisions du plus haut intérêt dans le numéro de janvier 1926 de l'excellente revue de la Ligue des Sociétés de la Croix Rouge, *Vers la Santé*.

21 dispensaires ont été inaugurés par les soins de la Croix Rouge dans les ports norvégiens. Ils ne sont pas spécialisés, mais, font de la médecine générale et soignent toutes les affections. Les organisateurs de ces dispensaires estiment, en effet, que la protection de la santé ne doit pas être limitée à quelques maladies, mais s'étendre à toutes.

La création de dispensaires uniquement destinés à soigner les maladies vénériennes tend, en effet, trop souvent à jeter dans le public le discrédit sur les marins en laissant croire que leurs maladies sont toujours d'origine vénérienne, ce qui est une pure légende. Cela peut en outre empêcher un certain nombre de malades de se rendre, au vu et au su de tout le monde, dans ces maisons où chacun entre indifféremment lorsqu'elles sont dénommées dispensaires d'hygiène sociale.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le système inauguré en Norvège tend, avant tout, à protéger la communauté par l'individu, contre une maladie déterminée, conformément aux règles de l'hygiène préventive : admission à l'hôpital des malades contagieux, internement dans les sanatoria, etc., etc.

Sans doute, on veut aider celui qui souffre et n'a pas le moyen de se faire soigner; on s'efforcera de le guérir mais on veut, par dessus tout, empêcher la maladie de se transmettre, de se développer et l'on a essentiellement en vue le bien public, l'intérêt général.

Souvent, les autorités sanitaires, dans les grands ports, se préoccupent seulement des conditions hygiéniques de vie à bord des navires, laissant au second plan tout ce qui concerne le bien-être du marin lorsqu'il est à terre, comme si ces deux points n'étaient pas entièrement liés l'un à l'autre et comme s'il pouvait être possible de les séparer!

Le but fondamental du dispensaire de la Croix Rouge est, dans l'intérêt de tous, d'aider moralement et matériellement l'individu; et l'idéal serait que des dispensaires puissent être ouverts dans tous les ports fréquentés par les marins, afin que dès qu'ils se sentent souffrants, il ne dépende que d'eux de se présenter pour n'importe quelle maladie, de se faire examiner, vacciner contre la variole, le typhus, etc. etc., à quelque nationalité qu'ils appartiennent.

Une telle organisation, si elle était généralisée, présenterait, cela va sans dire, de nombreux avantages, dont l'un des plus importants serait de faire bénéficier les marins de soins adéquats. Le diagnostic pourrait être porté immédiatement; la surveillance médicale serait facilitée, le traitement intelligemment, consciencieusement et régulièrement appliqué pendant toute la durée du séjour dans le port. Le matelot saurait toujours où il lui est aisé de s'adresser s'il a besoin d'un nouveau conseil; au prochain port, il trouverait une organisation similaire prête à le suivre et profiterait, à chaque escale des conseils des médecins attachés aux dispensaires des localités où le navire s'arrêterait.

Il pourrait être interdit aux porteurs de germes de descendre à terre. Aux tuberculeux, on donnerait des crachoirs et l'on expliquerait les précautions à prendre pour ne point semer la contagion.

Déjà, certains pays se sont engagés dans la voie suivie par la Norvège; la Croix Rouge hellénique, notamment, a nommé une commission en vue de l'établissement de dispensaires dans tous les grands ports de Grèce.

Notre alliée, la noble Belgique, s'est préoccupée de fonder une Ligue internationale contre la Syphilis, afin d'éviter que l'affreuse maladie, lorsqu'elle n'existera plus en Belgique, à une date que, dès maintenant, on peut entrevoir, ne puisse plus y être introduite de nouveau par la population nomade des ports.

Il ne faudrait pas croire, d'autre part, qu'en France on soit resté inactif, mais c'est tout particulièrement la fréquence des maladies vénériennes chez les marins qui a retenu l'attention des autorités compétentes.

D'accord avec le Sous-Secrétaire d'État de la Marine marchande, et conformément au vœu émis par la Commission consultative créée près de son ministère, il a été prescrit qu'à l'embarquement il y aurait lieu de profiter des visites actuellement pratiquées pour les mousses ou novices embarqués pour la première fois et pour les marins en partance sur les navires de grandes sociétés de pêche ou d'importantes compagnies de navigation, afin de rechercher sérieusement les maladies

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vénériennes. Des mesures spéciales et même des sanctions ont été prévues pour le cas de dissimulations quelconques aux visites médicales ordonnées à cet effet.

La décision de mars 1923 du Ministre de l'Hygiène relative à la distribution gratuite de médicaments spécifiques aux navires dotés de médecins, à charge pour ceux-ci d'en faire bénéficier l'équipage et les passagers nécessiteux, est déjà en application.

Enfin, la Convention internationale des Marins du Commerce, en date du 1er décembre 1924, est également entrée en vigueur. Aux termes de cet arrangement, les capitaines des navires et patrons de bateaux, sont tenus de faire connaître à leur personnel les organisations existantes et le nom des officiers sanitaires auxquels ils peuvent s'adresser au moment de l'arraisonnement du navire ou de la première visite qui est faite à bord. Des notices indiquant les lieux et heures des consultations sont remises au personnel.

Des services anti-vénériens ont été créés à peu près dans tous les principaux ports maritimes ou fluviaux de notre pays.

Tout cela ne constitue évidemment encore qu'un embryon d'organisation, mais c'est cependant l'indication que l'importance si grande des questions d'hygiène en ce qui concerne le personnel de la marine marchande commence enfin à être comprise.

Nous enregistrons avec joie cette orientation nouvelle et nous espérons que, maintenant, des réalisations nombreuses ne cesseront de se multiplier. Il est indispensable qu'il en soit ainsi si l'on veut assurer à une catégorie de travailleurs particulièrement intéressante, la santé physique et morale qui lui est indispensable pour accomplir les durs travaux qui lui incombent.

Toutefois, pour que nos marins puissent conserver cette santé morale et physique, il faut à tout prix que, dans tous les ports, ils trouvent la maison propre, moralement autant que matériellement, digne, accueillante, aux portes largement ouvertes, où pourront s'écouler agréablement leurs heures de loisir.

Les « foyers du marin » doivent être multipliés concurremment avec les dispensaires et nous tenons à rappeler ici et à louer le bel effort accompli par l'œuvre particulièrement importante des Foyers du Marin présidée avec tant de distinction et de dévouement par le général Robert Schlumberger. Elle fonctionne dans de nombreux ports de nos côtes et contribue à éloigner, dans une certaine mesure, les marins débarquant aux escales, des tentations si dangereuses qui, en trop grand nombre, les guettent dès qu'ils descendent à terre.

Nous ne saurions louer trop vivement l'initiative prise par la Ligue des Sociétés de la Croix Rouge pour développer internationalement cette initiative si importante de salubrité qui constitue également un élément fort intéressant du progrès moral de l'humanité.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

Le guide du dessinateur-mécanicien, par RENÉ BARDIN. Un vol. (24 × 16 cm) de 109 p., avec 55 fig. Paris, Desforges, 29, quai des Grands-Augustins (6e), 1925 (Prix : 15 fr).

L'ouvrage de M. René Bardin, sous une forme élémentaire, pratique, constitue un guide où le débutant dessinateur trouvera, après un premier chapitre de rappel sur les notions générales d'exécution du dessin industriel et de traçage des pièces, une deuxième partie consacrée uniquement à la résistance des matériaux avec une série d'applications courantes.

Un troisième chapitre traite des systèmes mécaniques usuels, filetages, engrenages et arbres de transmission; un aide-mémoire, complète cet ouvrage qui moins schématique qu'un formulaire, rendra, dans sa spécialité, des services au dessinateur-mécanicien. On pourrait demander à l'auteur que, lors d'une autre édition, l'exemple donné pages 84 et 85 soit mieux choisi, car c'est celui d'un palier dont le montage est impossible et qui ne peut pas conserver son graissage.

GUILLERY.

Les mécanismes, par M. G.-H.-C. HARTMANN, chef des travaux pratiques de mécanique à l'École polytechnique. Un vol. (23 × 15 cm) de l'*Encyclopédie de mécanique appliquée*, de 452 p., avec 388 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1925 (Prix : 60 fr).

L'encyclopédie de mécanique appliquée, publiée, sous la direction de M. L. Lecornu, avec le patronage de la Société des Ingénieurs civils de France et de notre société, vient de s'enrichir d'un nouvel ouvrage : *les Mécanismes*, par G.-H.-C. HARTMANN, chef des travaux pratiques de mécanique à l'École polytechnique.

L'étude des mécanismes est des plus intéressantes en soi, et des plus utiles pour la réalisation des machines : aussi ne doit-on pas craindre de voir se multiplier les ouvrages qui la facilitent.

M. Hartmann commence par le rappel de quelques notions géométriques nécessaires, puis il expose la théorie des vecteurs; viennent ensuite une théorie des mouvements et une géométrie cinématique.

Ces chapitres préliminaires forment une introduction à la théorie des mécanismes, dont les dispositions très variées sont l'objet principal de l'ouvrage.

L'auteur a suivi, dans cette étude, la classification de Willis, simple et facile à appliquer.

Un dernier chapitre est consacré aux appareils de mesure grapho-mécaniques, tels que planimètres, intégrateurs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le traité de M. Hartmann est bien présenté et d'une lecture facile; c'est une bonne addition à la littérature technique.

ED. SAUVAGE.

L'évolution visible dans la technique des centrales à vapeur, par M. E. RAUBER, ancien élève de l'École polytechnique, directeur de la Centrale de Gennevilliers de l'Union d'Électricité. Une brochure (22 × 14 cm) de 56 p., avec 11 fig. Paris, édité par la *Revue industrielle*, 37, rue Pierre-Charron (8e), 1925.

Cette brochure est du plus haut intérêt; elle expose, de la manière la plus claire, les perfectionnements possibles, d'après les données théoriques, dans l'installation des turbines à vapeur, perfectionnements dont quelques-uns ont déjà été appliqués.

En premier lieu, M. Rauber préconise le réchauffage de l'eau d'alimentation des chaudières par soutirages de vapeur en divers points de son parcours à travers la turbine. Ce procédé, appliqué il y a longtemps, notamment par Weir et par Normand (voir *Annales des mines*, 8e série, t. XVII, p. 432), rapproche l'évolution de la vapeur du cycle de Carnot; il devient d'un emploi général.

A première vue, on pourrait penser que le réchauffage de l'eau dans les économiseurs, à l'aide de la chaleur perdue des fumées, est plus avantageux; mais les économiseurs sont des appareils lourds et encombrants, dont l'efficacité n'est pas grande. M. Rauber pense qu'ils sont appelés à disparaître, et que les réchauffeurs d'air les remplaceront avec avantage.

Une autre cause importante d'économie se trouve dans l'emploi de vapeur à très haute pression, très fortement surchauffée. La réduction notable de la quantité de vapeur dépensée qui en résulte a une conséquence intéressante : la diminution de la surface des chaudières et des condenseurs, ceux-ci déjà réduits par suite des soutirages de vapeur.

M. Rauber estime d'ailleurs que cette réduction pourrait être poussée fort loin, en augmentant le taux de transmission de chaleur admis par mètre carré et par heure, ce qui serait possible avec une grande vitesse de circulation des fluides contre les parois, tenues parfaitement propres.

Pour la chauffe, il pense qu'il pourrait être avantageux d'effectuer un triage du charbon au moment de l'emploi, les morceaux étant brûlés sur des grilles mécaniques, et les menus à l'état pulvérulent.

Un dernier point s'écarte davantage des dispositions déjà appliquées ou proposées, ce que l'auteur appelle le *cycle à resurchauffe continue*. Il serait intéressant d'éviter toute condensation dans la turbine : mais pour que la vapeur fût encore surchauffée à la fin de son évolution, il faudrait une température initiale absolument irréalisable. Une solution consiste à surchauffer de nouveau la vapeur après qu'elle a traversé les premiers étages de la turbine. M. Rauber pense qu'on pourrait surchauffer la vapeur d'une manière continue pendant son trajet, de manière à en maintenir la température constante, jusqu'au moment où sa détente adiabatique la ramènerait à saturation lors de son entrée dans le condenseur.

Ce procédé, qui consisterait à céder sous une température très élevée une partie importante de la chaleur que reçoit la vapeur, améliorerait beaucoup le rendement, tandis qu'avec la surchauffe ordinaire, ce n'est qu'une petite fraction de la chaleur qui est reçue à haute température par la vapeur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Bien d'autres points importants sont traités dans le travail de M. Rauber, dont on ne saurait trop recommander la lecture à tous ceux qui s'intéressent à la machine à vapeur.

ED. SAUVAGE.

Horlogerie et chronométrie, par M. JULES ANDRADE, membre correspondant de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences de Besançon. Un vol. (23 × 15 cm) de l'*Encyclopédie de mécanique appliquée*, de 382 p. avec 190 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1924 (Prix : 60 fr).

Le problème de la détermination précise des intervalles de temps et de la mesure de ceux-ci, présente une importance capitale. C'est en même temps le plus difficile peut-être à résoudre par suite de l'impossibilité de le concrétiser autrement que par des phénomènes dynamiques.

L'étude de ceux-ci est donc à la base de l'ouvrage et M. Andrade a su les exposer en les mettant à la portée des personnes de force moyenne en mathématiques.

De plus, cet ouvrage, tout en constituant un travail scientifique de premier ordre, comporte également un historique des progrès réalisés dans l'art de l'horlogerie et de l'évolution des idées en chronométrie. Cet historique paraît indispensable pour comprendre l'état actuel de la question et l'importance relative des difficultés résolues ou restant à résoudre.

L'auteur commence par rappeler les notions fondamentales de la mécanique et les lois du mouvement pendulaire, ce qui conduit à l'étude mathématique de l'organe réglant les horloges et de l'organe réglant les chronomètres.

Au chapitre relatif à la création du balancier compensateur, l'auteur relate notamment, comment l'ingénieur français Philipps, après avoir fait la connaissance de l'horloger Jacob, est amené à trouver les lois du spiral réglant en précisant les propriétés géométriques des courbes terminales du spiral cylindrique qui avaient été devinées par l'artiste chronométrier anglais Arnold.

De même, Résal et Caspari expliquent le pressentiment du Français Pierre Le Roy qui disait que dans tout ressort cylindrique il y a une certaine longueur où toutes les vibrations grandes ou petites sont isochrones.

Il est consacré un long et intéressant chapitre à la théorie d'Yvon Villarceau sur le réglage des chronomètres à la compensation thermique grâce à la bague bimétallique. Malheureusement, ce balancier déformable introduit la plus grande perturbation d'isochronisme des chronomètres et en limite leur précision de marche.

Mais la belle découverte de M. Ch. Ed. Guillaume relative aux alliages « elinvars » permettra la réalisation d'un isochronisme parfait. A ce sujet, l'auteur donne des extraits d'une conférence de M. Guillaume et d'articles très intéressants de MM. Paul Ditishem et Ch. Volet.

Le lecteur lira également avec un vif intérêt les pages, très documentées, sur l'électro-horlogerie, de même que l'étude très approfondie sur les propriétés des spiraux associés.

A signaler encore le chapitre relatif aux méthodes d'observations photographiques et l'étude du pendule libre d'après M. Paul de Rolland, qui préconise son emploi non seulement pour la mesure de la pesanteur, mais aussi pour celle du temps.

L'auteur termine son ouvrage par des considérations intéressantes sur les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

problèmes mécaniques et chronométriques actuels, et notamment une étude sur une balance pour la pesée des frottements de glissement à l'approximation du millième et réalisée par l'auteur.

En résumé, par son érudition très étendue et par son intéressante documentation scientifique, l'ouvrage de M. Andrade constitue un auxiliaire précieux, aussi bien aux artistes chronométriers qu'aux théoriciens, qui, les uns par leurs efforts intuitifs, et les autres par leur science, s'attaquent aux mêmes problèmes.

PAUL DUMANOIS.

La pratique du graissage. Traité technique sur l'origine, la nature et l'essai des lubrifiants, leur sélection, leur mode d'emploi et leurs usages, par M. T.-C. THOMSEN. Traduit de l'anglais par P. CHAILLOUS. Un vol. (25 × 16 cm) de XVI + 743 p., avec 228 fig. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1925 (Prix : 77 fr.).

« Une goutte d'huile au bon endroit, vaut mieux qu'un bidon par terre », tel est le principe dont s'inspire l'auteur, qui, par sa longue expérience et ses nombreux travaux, est à même de donner dans cet ouvrage d'excellents conseils pratiques.

L'auteur commence par exposer succinctement et clairement l'origine, l'extraction et la distillation des pétroles et des huiles minérales, leur composition, leur classification et leurs emplois respectifs.

Viennent ensuite des considérations sur les huiles fixes, c'est-à-dire les huiles végétales et animales, leurs propriétés et emplois et les proportions dans lesquelles ces huiles peuvent être mélangées aux huiles minérales sans inconvénients pour une bonne lubrification.

Un chapitre particulièrement intéressant est consacré à l'usage des lubrifiants solides dont le plus répandu est le graphite sous forme écailleuse ou amorphe, ou encore, diffusé sous forme colloïdale.

L'action de ces lubrifiants solides est de lustrer les surfaces en contact en s'introduisant dans les pores et dépressions du métal et de remplacer le frottement entre deux surfaces rugueuses par un frottement entre deux surfaces parfaitement polies. L'auteur signale leur intérêt pour remédier au chauffage et grippage des paliers; ils agissent alors non seulement comme lubrifiants, mais aussi comme abrasifs en rectifiant les zones rugueuses, et leur utilité dans les machines à dentelle, pour éviter les taches, ou à chocolat, pour éviter l'introduction d'huile dans la pâte.

L'étude des différents essais auxquels doit être soumise une huile est très complète : essais physiques, essais de viscosité, essais chimiques; elle est particulièrement intéressante au point de vue pratique pour l'utilisation des huiles convenant à chaque emploi.

Après avoir appris à distinguer les qualités d'une bonne huile répondant à certaines conditions de lubrification, l'auteur traite des réalisations mécaniques.

Il examine les divers dispositifs de graissage et indique quelles sont les qualités que doit posséder un bon graisseur.

La lubrification des paliers fait l'objet d'une étude approfondie. L'auteur étudie successivement les qualités d'un bon métal à palier, le jeu à laisser entre les surfaces, le soin que l'on doit apporter à l'alignement des paliers, la qualité d'huile à employer suivant la vitesse, la pression maximum pour chaque métal et la température à ne pas dépasser.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A noter que l'auteur s'élève contre l'abus des pattes d'araignée. De bons conseils sont donnés pour remédier aux incidents des paliers.

A l'occasion des paliers de butée, l'auteur s'étend longuement sur les avantages des butées Michell, à lignes ou à points de basculement, et qui sont d'assurer une pellicule d'huile en forme d'onglet tout en supportant des poussées très fortes de l'ordre de 30 à 40 kg : cm^2.

L'auteur passe ensuite en revue les différents types de machines nécessitant une lubrification. Il donne d'abord quelques explications générales sur le fonctionnement de chacune de ces machines, puis il indique les meilleurs dispositifs mécaniques de graissage et l'huile la mieux appropriée aux conditions de fonctionnement.

La lubrification des machines à vapeur par diffusion d'huile dans la vapeur; la lubrification des turbines, des moteurs à gaz, Diesel et semi-Diesel par graissage forcé, sont étudiées avec beaucoup de soin. D'ailleurs, à la fin de chaque chapitre, un schéma de graissage indique le choix de l'huile répondant aux qualités requises pour les conditions de travail.

Le cas particulier du graissage des pistons des moteurs à gaz ou Diesel, à grande puissance, fait l'objet de développements spéciaux.

A signaler encore des renseignements intéressants sur la construction et le graissage des presse-étoupes.

Le choix de l'huile dépend donc des conditions de fonctionnement et du système de graissage employé. L'auteur recommande fréquemment l'usage d'huiles mixtes qui présentent bien des avantages : avoir une bonne onctuosité, ne pas se mélanger aux impuretés, empêcher les sédiments de durcir, avoir un bas point de solidification.

L'auteur met en garde contre le gaspillage et prêche l'économie en évitant une lubrification trop abondante toujours nuisible et en récupérant soigneusement l'huile.

L'ouvrage se termine par des considérations pratiques sur les lubrifiants et réfrigérants d'arrosage.

En résumé, l'ouvrage répond bien à son titre. Par les nombreux conseils pratiques que l'on y trouve, donnés avec un souci constant d'impartialité, il constitue un document intéressant pour tous ceux qui s'occupent de graissage et un guide précieux pour les utilisateurs d'appareils mécaniques et de moteurs.

PAUL DUMANOIS.

Le problème de chimie, par M. JEAN DUVAL. Un vol. (14 × 23 cm) de 116 p. Albert Blanchard, 3 et 3 *bis*, rue de la Sorbonne. Paris, 1926. Prix 10 fr.

Cet ouvrage donne la solution raisonnée de 50 problèmes inédits fort bien imaginés; celui qui aura étudié tous ces problèmes et leur solution, possédera nécessairement des notions très nettes sur toute la chimie, minérale et organique, sur ses lois générales et ses grands principes et sur les corps les plus usuels. Il sera aussi très bien préparé à entreprendre des travaux d'analyse et des recherches de laboratoire. L'époque n'est pas très éloignée où les élèves des lycées et des collèges n'avaient à résoudre qu'une demi-douzaine de problèmes de chimie, toujours les mêmes, fastidieux et sans grand intérêt. Le recueil de M. J. Duval prouve qu'en s'en donnant la peine, on peut trouver — peut-être pas facilement car il y faut de l'imagination — des types de problèmes extrêmement variés. Leur résolution con-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

stitue une véritable revision de tout le cours de chimie; car elle oblige l'élève à se reporter aux points qu'il a pu oublier et ces points ici sont tous importants; aussi n'y a-t-il pas de meilleur exercice à proposer aux jeunes gens qui sont candidats à divers examens ou qui sont élèves des grandes écoles et des universités. Ceux qu'on n'a pas su intéresser à la chimie y verront que c'est autre chose qu'un jeu de mémoire, et que son étude peut être aussi attrayante que celle d'une autre science exacte : il suffit de la bien conduire. E. L.

Gaz et cokes, par MM. A. GREBEL et H. BOURON, un vol. (16 × 25 cm) de VI + 700 p. et 323 fig. 1924, Dunod, édit. Prix, broché : 67,50 fr.

Cet ouvrage est surtout un manuel de la fabrication du gaz provenant de la décomposition pyrogénée de la houille, des cokes qui en sont le résidu, et des sous-produits qui se forment dans cette opération.

La fabrication du gaz de ville et celle du coke métallurgique tendaient déjà à s'unifier et à se confondre quelques années avant la guerre. Celle du coke métallurgique a pris une telle importance et a fait de tels progrès pendant et depuis la guerre, que le gaz peut être considéré aujourd'hui comme un sous-produit de la fabrication du coke métallurgique. D'autre part, le débenzolage du gaz s'imposant, la valeur du gaz de ville n'est plus appréciée par son pouvoir éclairant mais par son pouvoir calorifique, seul utilisé dans les appareils d'éclairage par incandescence ou dans les appareils de chauffage; on peut d'ailleurs maintenant employer comme gaz de ville le gaz à l'eau, dont le pouvoir éclairant est insignifiant. Toutes ces transformations expliquent que la fabrication du gaz et celle du coke n'en font plus qu'une. Il était rationnel qu'elles fissent l'objet d'un ouvrage unique. C'est celui qu'ont écrit MM. Grebel et Bouron.

Cet ouvrage s'adresse donc aussi bien à ceux qui travaillent dans les usines à gaz de ville qu'à ceux qui travaillent dans les cokeries; jusqu'à présent ils recouraient à des ouvrages distincts.

On trouve dans cet ouvrage une documentation toute nouvelle sur : l'influence du réchauffage sur la température de la flamme; le rayonnement des flammes; les montres décimales françaises; les cornues en segments de silice; le problème du tirage « autogène » dans les gazogènes et les récupérateurs; la distillation à basse température; la gazéification intégrale; les gazomètres sans eau; les débitmètres basés sur le tube de Pitot ou l'ajutage de Venturi; la burette triple de Girard pour la vérification de la teneur du gaz en oxyde de carbone; les problèmes de transport du gaz à distance sous forte pression; l'éclairage au gaz surpressé; les derniers types d'appareils d'éclairage et de chauffage; les applications industrielles du gaz de ville et du gaz de cokeries; le débenzolage; les nouveaux traités de concession; les rapports de fabrication d'usines à gaz et de cokeries, etc.

On y trouve en outre un exposé détaillé des différents modes de distribution du gaz, de manutention des cokes, et de leurs emplois domestiques et industriels.

E. L.

Théorie du rayonnement et des quanta, par M. J.-H. JEANS. Traduit sur la 2e édition anglaise par M. G. JUVET. (*Collection de monographies scientifiques étrangères publiée sous la direction de M. G. Juvet.*) Un vol. (25 × 16 cm) de IV + 123 p. avec 3 fig. Paris, Albert Blanchard, 3, place de la Sorbonne, 1925 (Prix : 13 fr).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La théorie des quanta fut imaginée il y a une vingtaine d'années par le physicien allemand Planck pour rendre compte de la forme des courbes d'énergie spectrale du radiateur intégral (ou corps noir) telles que les révèle l'expérience.

En appliquant les lois de la mécanique statistique et la loi d'équipartition de l'énergie, lord Rayleigh et Jeans (l'auteur du présent livre) calculèrent des courbes qui s'accordent bien avec l'expérience dans la région des grandes longueurs d'onde (infrarouge) mais s'en écartent de plus en plus dans la région des courtes longueurs d'onde (ultraviolet). Les ordonnées des courbes théoriques croissent indéfiniment, tandis que les ordonnées des courbes expérimentales passent par un maximum et tendent vers zéro quand la longueur d'onde diminue.

Planck réussit à lever cette contradiction en renonçant à l'hypothèse de la continuité de l'éther admise par ses prédécesseurs. Si l'on admet en effet que l'éther est continu et possède un nombre infini de degrés de liberté, la loi d'équipartition de l'énergie conduit à la conséquence que lorsque l'énergie rayonnante est en équilibre de température avec la matière, l'énergie rayonnante totale par unité de volume est infinie. Planck suppose que les énergies des vibrations de l'éther varient par saccades; il représente le phénomène non plus par une courbe continue, mais par un escalier formé de marches d'égale hauteur. La hauteur de la marche mesure l'élément de discontinuité, ou *quantum d'action*, dont il donna de suite l'évaluation numérique avec une rigueur qui n'a guère été dépassée.

La fécondité de la conception des quanta se révéla ensuite dans divers autres chapitres de la physique : diminution de la chaleur spécifique des solides aux basses températures, effet photoélectrique et absorption du rayonnement et enfin théorie de l'émission des raies spectrales au moyen de l'image de l'atome proposée par Bohr.

Dans le présent ouvrage, qui est la seconde édition d'un « Rapport sur le rayonnement et la théorie des quanta » dont la première édition avait été publiée en 1914, l'auteur passe successivement en revue les diverses théories développées depuis dix ans, brièvement mais clairement.

Dans un dernier chapitre, il discute en quelques pages la base physique de la théorie des quanta, et l'opposition que présente l'hypothèse de la discontinuité sur laquelle elle est fondée avec les hypothèses de continuité de la mécanique classique. Cette dernière partie du livre est assez superficielle. L'auteur parle de la mécanique rationnelle fondée sur les idées de Newton comme aurait pu le faire un auteur du commencement du XIX^{e} siècle sans même faire allusion aux difficultés qui se sont présentées pour concilier cette mécanique qui implique la réversibilité avec l'irréversibilité caractéristique du principe de Carnot et de la thermodynamique, difficultés qui n'ont été levées que par le calcul des probabilités appliqué à la structure atomique de la matière. A aucun moment il ne rappelle les notions fondamentales de discontinuité chimique propres à fournir la clef du problème. La discontinuité rencontrée par Planck et qui s'exprime par la loi des équivalents photochimiques, n'est en effet pas d'une autre nature que celle déjà énoncée depuis longtemps par Gay-Lussac dans la loi des équivalents en volume des corps gazeux et par Faraday dans la loi des équivalents électrochimiques. Ces diverses lois présentent, comme j'ai eu occasion de le montrer, une étroite parenté les unes avec les autres. Ce sont des conséquences de la structure atomique de la matière. Et la matière impose cette discontinuité non pas à l'énergie elle-même, comme on le répète souvent à tort, mais simplement aux facteurs de capacité des diverses énergies : le volume de Gay-Lussac, la charge

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

électrique de Faraday, l'action de Planck offrent ce caractère commun d'être les facteurs de capacité des énergies gazeuse, électrique, ou radiante. La fécondité de la théorie des quanta provient donc du fait que, bien loin de contredire les théories solidement établies de la chimie physique et de la thermodynamique, elle y trouve au contraire sa place naturelle. DANIEL BERTHELOT.

La protection sociale de la santé. L'action médico-sociale. Organisation, documentation et bibliographie, par M. G. ICHOK, professeur à l'Ecole des Hautes Études sociales, avec une préface de M. A. CALMETTE, sous-directeur de l'Institut Pasteur. Un vol. (23 × 14 cm) de 420 p. Paris, Marcel Rivière, 31, rue Jacob, 1925 (Prix 20 fr.).

Les problèmes touchant l'action médico-sociale intéressent de plus en plus les industriels, qui sauront gré à M. Ichok d'avoir condensé, dans un volume clair et précis, le vaste domaine de la protection sociale de la santé. Son ouvrage documenté vise un but pratique; il s'adresse aux personnes qui veulent contribuer à la réalisation d'un plan complet d'assainissement.

La vie de la famille, de la femme et de l'enfant, le travail, l'habitation, l'alimentation, les maladies sociales et les épidémies, les intoxications volontaires, la criminalité, la situation des pauvres et des infirmes, la vie urbaine et rurale, l'éducation physique et les sports, la prévoyance médico-sociale nationale et la coopération internationale, tels sont les chapitres, d'où toute phraséologie prétentieuse est bannie.

Comme on le voit, le livre s'occupe des questions que les industriels sont souvent appelés à envisager. Afin de s'orienter rapidement et d'une façon approfondie, on consultera l'excellent volume, qui a sa place dans toutes les bibliothèques à côté des ouvrages d'une utilité immédiate incontestable.

F. BORDAS.

Piles primaires et accumulateurs par MM. CHARLES FÉRY, docteur ès sciences, professeur à l'École de Physique et de Chimie industrielles de Paris, CHARLES CHÉNEVEAU, docteur ès sciences, Ingénieur E. P. C. I., professeur à l'École d'Électricité industrielle de Paris, GASTON PAILLARD, licencié ès sciences, ingénieur-conseil. Un vol. (23 × 15 cm) de l'*Encyclopédie d'électricité industrielle*, de 684 p., avec 292 fig. **Bibliographie et Liste des brevets récents**, p. 653-662. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille, 1925 (Prix : 60 fr.).

La pile, découverte en l'an 1800, a joué durant trois quarts de siècle un rôle prépondérant dans le développement de nos connaissances sur l'électricité : c'est elle qui a permis d'établir par des études de laboratoire les lois fondamentales du courant continu.

Au point de vue théorique, la pile se présente comme un transformateur d'énergie chimique en énergie électrique si remarquable qu'aucun autre n'approche de son rendement.

Mais au point de vue pratique, cet avantage disparaît du fait que la pile est une machine qui *brûle du zinc* tandis que le moteur à vapeur *brûle du charbon*. Or le prix du zinc est tellement supérieur à celui du charbon que les grandes applications industrielles du courant électrique ne sont devenues possibles que dans le dernier

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quart du XIXe siècle, à dater du jour où l'invention de la machine Gramme a permis d'obtenir l'électricité par l'intermédiaire de la machine à vapeur alimentée au charbon.

Les industries de l'éclairage électrique, de la traction, de la force motrice, de l'électrochimie, du transport de l'énergie à distance, reposent aujourd'hui sur l'emploi des dynamos et des alternateurs.

Aussi conçoit-on que l'activité des chercheurs, si longtemps orientée vers l'invention de nouveaux modèles de couples voltaïques, s'en soit détournée peu à peu.

Cependant on se tromperait en croyant que les machines électriques puissent remplacer les piles dans tous les cas. Celles-ci conservent encore un domaine immense où elles gardent une primauté incontestée : c'est celui des applications intermittentes qui n'exigent qu'une faible dépense d'énergie : télégraphes, téléphones, sonneries électriques, signaux de chemins de fer, éclairage au moyen de lampes de poche, récepteurs de téléphonie sans fil, etc.

On aura une idée de l'extension prise par ces usages depuis une trentaine d'années en remarquant que la consommation annuelle des piles sèches aux États-Unis, qui en 1889 atteignait à peine 3 millions d'éléments, dépasse aujourd'hui 100 millions.

L'histoire de toutes les industries montre qu'à leurs débuts celles-ci font appel à des modèles très variés, qui, peu à peu s'uniformisent et se réduisent à un petit nombre de types, fabriqués en série. L'industrie des piles n'a pas fait exception à cette règle : des innombrables modèles successivement proposés, deux seulement, la pile Daniell et la pile Leclanché, ont conservé de nos jours une importance pratique. De même, dans le domaine des accumulateurs, si bien nommés *piles secondaires* par leur inventeur Gaston Planté, un seul type différent de la primitive combinaison au plomb s'est montré viable : c'est l'accumulateur fer-nickel Jungner et Edison qui a l'avantage d'être un peu plus léger et plus robuste, mais l'inconvénient d'être plus encombrant et plus cher.

En France, la fabrication des piles et accumulateurs connaît une ère de prospérité depuis une douzaine d'années. La valeur de la production qui n'atteignait que 21 millions de francs en 1914 arrivait à 100 millions en 1920; et tandis que nos importations, cette dernière année, n'étaient que de 5 600 000 fr, nos exportations atteignaient 32 millions de francs.

Ce véritable renouveau de l'industrie des piles primaires et secondaires dans notre pays est principalement dû à l'action méthodique et persévérante d'un des physiciens de notre époque, doué du plus remarquable esprit inventif, M. Charles Féry. Ses nombreux appareils, réfractomètre, pyromètre, spectrographe, sont aujourd'hui répandus dans les laboratoires et les usines du monde entier. Durant la guerre ils ont rendu d'inappréciables services à la défense nationale.

Inventeur d'un système de télégraphie optique secret, et versé dans le corps du génie, M. Féry eut son attention attirée sur la pénurie de notre ravitaillement en bioxyde de manganèse, qui rendait de plus en plus malaisée la construction des piles sèches, employées dans les lampes de tranchées comme dans les postes du front. Ce fut à cette occasion qu'il entama une double série de recherches d'où devaient résulter des perfectionnements importants dans deux chapitres de l'industrie tellement rebattus qu'on pouvait croire que tout y avait été dit; il aboutit à des modèles nouveaux, d'une part de piles primaires à dépolarisation par l'air et, d'autre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

part, d'accumulateurs insulfatables. Les avantages du nouveau type de pile sont tels qu'il n'est pas téméraire de prévoir le moment où la pile Daniell et la pile Leclanché, disparaîtront à leur tour, devant les éléments où l'oxygène dépolarisant, emprunté à l'air est obtenu gratuitement. Quant à l'accumulateur au plomb insulfatable, s'il ne saurait prétendre à remplacer les accumulateurs actuels, il offre cependant des avantages précieux pour certains usages spéciaux : il est aussi facilement transportable que les piles sèches, en raison de l'immobilisation du liquide, mais il est beaucoup plus économique, d'une part parce qu'il conserve mieux sa charge, et d'autre part parce qu'il peut rester longtemps déchargé sans se sulfater et sans se détériorer.

On conçoit donc quelle valeur doit avoir un ouvrage d'ensemble sur les piles et accumulateurs, dû à un savant qui possède une pareille maîtrise du sujet.

Pour rédiger ce traité qui comprend près de 700 pages in-8°, M. Charles Féry s'est adjoint deux collaborateurs de haute valeur, M. Charles Chéneveau, bien connu par de belles recherches de physique théorique et expérimentale, et M. Gaston Paillard, ancien ingénieur de deux de nos firmes les plus réputées dans la construction des piles.

L'ouvrage est divisé en quatre parties. Le première est consacrée aux généralités et théories. Après un chapitre historique, on y trouve une étude détaillée du phénomène de la polarisation qui amène à la conception des piles secondaires. Des courbes variées permettent de se rendre compte de la grandeur et de la durée des phénomènes. Le chapitre suivant passe en revue les diverses théories de la pile, les anciennes théories du contact et de l'action chimique, puis les théories ionique, osmotique et thermodynamique.

La deuxième partie renferme la description des principaux éléments de pile : piles à dépolarisant gazeux, à dépolarisant liquide, et à dépolarisant solide. Les deux chapitres suivants traitent des piles étalons et des piles sèches. Viennent ensuite les piles dont l'énergie est d'origine physique : piles de concentration, piles photoélectriques et thermoélectriques. Enfin, les auteurs terminent par une revue des divers modèles essayés pour les piles à charbon. Il est bien connu que si l'on réussissait à transformer directement en énergie électrique l'énergie de combustion du charbon, il en résulterait une production économique de la force motrice qui révolutionnerait toute notre industrie. Malheureusement les essais tentés dans cette voie séduisante n'ont abouti jusqu'ici qu'à des déceptions.

Une troisième partie est consacrée aux accumulateurs; on y trouve en 200 pages une description détaillée des accumulateurs Planté, Faure, Edison et Jungner, de leur construction et de leur fonctionnement.

La dernière partie du livre donne de nombreux renseignements techniques sur les piles et accumulateurs, la recharge par courant continu ou par courant alternatif, les soupapes électrolytiques, thermoioniques ou mécaniques, les règlements, cahiers des charges et conditions de réception des administrations française, anglaise, belge, etc.

L'ouvrage se termine par une bibliographie, une liste des plus récents brevets, un index alphabétique des noms d'auteurs et des matières, et une table des matières.

Rédigé avec la plus grande clarté, dans un style sobre et précis, illustré de nombreuses figures, photographies et diagrammes, ce livre représente un instrument désormais indispensable à tous les chercheurs ou exploitants, curieux d'une branche

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de la science électrique, qui, bien qu'un peu délaissée par la génération précédente, n'en a pas moins conservé un puissant intérêt et a même retrouvé depuis quelques années un regain d'actualité. DANIEL BERTHELOT.

Météorologie et physique agricoles, par PAUL KLEIN, Ingénieur-agronome, et JOSEPH SANSON, Ingénieur-agronome, secrétaire de la Commission météorologique d'Indre-et-Loire. Un vol. (19 × 12 cm) de l'*Encyclopédie agricole* publiée sous la direction de M. G. WERY, de 464 p., avec 107 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1925 (Prix : 15 fr).

M. Klein, agrégé de physique, Ingénieur-agronome, mort au champ d'honneur, avait publié, avant la guerre, un ouvrage fort intéressant de météorologie agricole.

M. Sanson, Ingénieur-agronome, a, avec succès, dans les deux livres qui viennent de paraître : « La prévision du temps en agriculture » et « Météorologie et physique agricoles », remis au point le traité de M. Klein, en le complétant en ce qui concerne les progrès considérables faits par la météorologie depuis ces dernières années.

Nous avons fait un compte rendu du premier ouvrage de M. Sanson (*Bulletin* de juillet-août-septembre 1925). Le second, que nous examinons aujourd'hui, est divisé en six parties.

Les quatre premières sont relatives à l'étude des phénomènes généraux de l'atmosphère. Sous une forme agréable à lire, l'ouvrage débute par l'exposé des causes astronomiques des phénomènes météorologiques, dont la source principale réside dans le soleil.

Les hypothèses actuellement émises pour expliquer le prodigieux rayonnement du soleil y sont envisagées et examinées.

La constitution de la terre, ses mouvements qui déterminent l'inégalité des jours et des nuits et les saisons font l'objet d'un aperçu général.

Ensuite, les auteurs exposent les connaissances actuelles de la physique de l'atmosphère, sa composition et ses propriétés générales, son épaisseur, les principaux phénomènes qui permettent de l'évaluer; ils étudient la permanence de l'atmosphère et sa division, d'après Teisserenc de Bort, en trois couches; ils passent en revue les phénomènes dont l'atmosphère est le siège : la température, sa variation diurne, annuelle, avec l'altitude, la répartition des températures à la surface de la terre.

Dans des chapitres spéciaux sont étudiées les questions suivantes :

la pression atmosphérique, ses variations;

la vapeur d'eau contenue dans l'air;

les propriétés optiques et électriques de l'atmosphère;

le vent, ses causes, direction, vitesse, les alizés et les contralizés, les moussons, les brises; la circulation générale de l'atmosphère.

Dans chacun des chapitres, le lecteur trouve la description détaillée des instruments propres à évaluer les variations de ces divers phénomènes (thermomètres, baromètres, hygromètres, pluviomètres et anémomètres).

La quatrième partie de l'ouvrage est réservée aux condensations aqueuses de l'atmosphère, aux causes de condensations d'eau de l'atmosphère; elle est relative aux nuages, à la pluie, à la neige, à la rosée, à la gelée blanche, au givre, au verglas, et à la grêle.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Un chapitre est réservé aux nuages, à leur classification, à la description et à la photographie des principales formes de nuages. Une étude détaillée est faite sur la pluie, sa composition, sa température, les variations des hauteurs de pluie, sa répartition d'une année à l'autre, les régimes pluviométriques.

La cinquième partie comprend les effets agricoles de certains phénomènes météorologiques.

Toutes les fonctions de la vie végétative dépendant de la température, les auteurs étudient les variations et les valeurs moyennes des températures de l'air et du sol, les relations entre les variations annuelles de température de l'air et les époques auxquelles se produisent les principales phases de la végétation. Ils examinent la possibilité d'améliorer les conditions thermiques dans lesquelles sont placés les végétaux dans les différents cas où la température de l'air est défavorable à la culture, en utilisant soit les cloches de verre, des murs, soit, pour la lutte contre les gelées, des abris, des nuages artificiels, et l'irrigation.

Les auteurs étudient successivement : les effets agricoles des vents, leur action sur la végétation, l'utilisation de la puissance motrice du vent, la préservation des végétaux contre les vents trop forts par des murs, des haies, etc... Le rôle agricole des précipitations aqueuses, leur influence sur le sol et sur la végétation, les moyens de pallier soit à l'excès de pluie par des auvents, par le choix des cultures, soit à leur insuffisance par l'irrigation ou en réduisant l'évaporation en émiettant la terre.

Enfin, les dégâts commis par la grêle et les moyens de protection actuellement employés font l'objet d'un chapitre important. Le seul moyen de lutter contre la grêle consiste à en empêcher sa formation. On a employé beaucoup de procédés pour atteindre ce résultat : sons de cloches, grands feux, paratonnerres, explosifs.

Le Service de la Météorologie agricole, alors qu'il relevait de ma Direction générale au Ministère de l'Agriculture, a suivi avec un grand soin la défense organisée contre la grêle à l'aide des « niagaras électriques », des canons et des fusées para-grêle; il s'est efforcé pendant de longues années d'aider les cultivateurs dans la lutte qu'ils avaient entreprise contre ce fléau.

Les fusées para-grêle semblent bénéficier auprès des agriculteurs d'une certaine faveur. A leur sujet, il convient de mentionner que le Ministère de l'Agriculture, en collaboration avec le Ministère de la Guerre, poursuit des études en vue d'établir un type de fusée dont la hauteur d'ascension et la quantité d'explosif permettront de se rendre compte de l'efficacité de ces engins dans la lutte contre la grêle.

Un chapitre est réservé au Service des Avertissements agricoles dont j'ai déjà parlé (*Bulletin* d'octobre 1921) et sur lequel il est donné des précisions.

Enfin, la dernière partie de l'ouvrage est consacrée à la climatologie.

Nous ne pouvons que recommander aux agriculteurs de lire les ouvrages de M. Sanson; ils développeront certainement en eux le goût de la météorologie. Un petit observatoire météorologique n'est pas une chose bien coûteuse et si l'observateur est perspicace et attentif, les résultats qu'il pourra retirer de ses observations lui donneront des satisfactions d'ordre pratique. L. DABAT.

Le problème cotonnier et l'Afrique occidentale française. Une solution nationale, par HENRY BLOUD, avocat à la Cour d'Appel de Paris, docteur en droit. Un vol. (25 × 16 cm), de 390 p., avec 1 carte. **Bibliographie**, p. 385-387. Paris, Librairie Émile Larose, 11, rue Victor Cousin (5e), 1925 (Prix : 25 fr).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Henry Bloud a consacré plusieurs années de travail pour réunir tous les renseignements et les documents permettant la publication d'un volume portant le titre : « Le problème cotonnier et l'Afrique occidentale française, une solution nationale. »

M. Bloud rappelle que, pour la France, c'est un problème de premier ordre de promouvoir la culture du coton dans nos colonies, en regard des États-Unis qui retiennent de plus en plus leur récolte pour l'alimentation du nombre croissant des broches de leurs filatures.

Puis l'auteur passe successivement en revue :

les procédés de culture sèche et de culture irriguée, avec l'indication des résultats obtenus ;

les régions où la culture est appelée à se développer ;

la grave question de la main-d'œuvre indigène, car sa pénurie est un des grands obstacles à l'extension des cultures ;

l'introduction de main-d'œuvre étrangère ;

les conditions climatériques ;

les moyens de transport fluviaux et ferroviaires ;

les assolements et les engrais ;

les efforts de l'Association cotonnière coloniale française comparés à ceux de la British Cotton Growing Association ;

l'égrenage et l'emballage.

M. Bloud n'a évidemment pas voyagé en A. O. F., mais il s'est entretenu avec un grand nombre de personnes qui y ont séjourné et travaillé. Il a lu toutes les publications, et il publie un livre qui est le plus complet qui ait paru jusqu'à ce jour sur la question.

Le fonctionnaire dirigé sur l'A. O. F., et le cultivateur qui serait disposé à faire une tentative culturale cotonnière trouveront tous deux dans ce volume une vue exacte de ce qu'il est possible de faire en A. O. F. au point de vue de cette culture.

M. Bloud doit être remercié d'avoir fait un travail véritablement utile.

F. ROY.

Rif et Jbâla, *Bulletin* (n° 71, de janvier 1926) *de l'Enseignement public du Maroc*. Librairie E. Larose, édit. 11, rue Victor-Cousin, Paris (5e). Une brochure (16 × 25 cm) de 113 p. avec une carte hors texte.

Le *Bulletin de l'Enseignement public du Maroc* est mensuel ; il paraît depuis 13 ans. Comme son nom l'indique, il est destiné aux professeurs et aux instituteurs et il traite surtout de questions professionnelles, mais tous ceux qui s'intéressent aux choses de l'enseignement y trouvent des idées précieuses et fort originales sur la façon habile dont est conçu notre enseignement au Maroc, qu'il s'agisse des indigènes ou des Européens.

Outre ses numéros ordinaires, ce bulletin compte des numéros exceptionnels formant monographies et, en quelque sorte, hors série vu l'importance qu'ils prennent quelquefois. Citons en particulier : *Les grandes étapes de l'histoire du Maroc*, par MM. G. HARDY et P. AURÈS ; *Yallah! ou l'arabe sans mystère*, par M. L. BRUNOT ; *L'enfant marocain*, par MM. G. HARDY et L. BRUNOT, qui sont des merveilles de méthode et de bon goût.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le dernier de ces bulletins spéciaux est consacré à une question d'actualité : le Rif et les Jbâla. Dans un avant-propos, M. G. Hardy, directeur de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Antiquités du Maroc, lauréat de la Société d'Encouragement pour son œuvre d'éducation en Afrique occidentale française, expose pour quelles raisons, l'Institut des Hautes Études marocaines, en publiant cette monographie, s'est écarté de ses attributions et de la méthode scientifique. On sait en effet très peu de choses sur le Rif et les Jbâla, pays depuis longtemps fermés; mais les idées les plus sottes règnent à leur sujet; et c'est cela qu'il faut éviter. Il importait donc qu'une question qui, en ce moment, attire l'attention publique, fût traitée, et, puisqu'elle est difficile, fût traitée avec toute la prudence d'hommes de science.

L'ouvrage est donc une simple tentative de mise au point « un récolement de faits connus et dûment établis, un bilan sincère de nos connaissances et de nos ignorances relatives au Rif ». Ceux qui ont collaboré à l'ouvrage n'ont pas eu d'autre ambition que d'éclairer le grand public. Ils y ont pleinement réussi. Le peu, au dire de M. Hardy, qu'on trouve dans l'ouvrage est beaucoup cependant pour ceux qui, sans se désintéresser des questions coloniales, n'ont pas étudié spécialement le Maroc et surtout le Rif qui s'en est toujours distingué très nettement.

L'énumération des questions traitées montrera l'intérêt de cet ouvrage et permettra de se faire une idée de la méthode adoptée pour le composer.

1° Le milieu physique, par MM. J. Celerier et Charton : Formation du Rif; Région orientale, Rif proprement dit; Pays des Ghomara; Péninsule du Nord marocain; Zone des nappes prérifaines; Climat, Végétation, Hydrographie;

2° L'histoire, par M. Ed. Michaux-Bellaire;

3° Les monuments, par M. H. Terrasse;

4° La vie économique et sociale : Aperçu sur l'épidémiologie du Nord marocain, par le Dr J. Renaud; — La vie sociale, par M. Basset; — Arts jbâliens et rifains, par M. P. Ricard; — La vie religieuse, par M. E. Levi-Provençal; — La langue, par M. André Basset; — Le dialecte berbère du Rif, par M. E. Laoust; — Note sur la littérature et la poésie chez les Rifains, par M. L. Justinard; — Le parler arabe des Jbâla, par M. L. Brunot;

5° Bibliographie. Elle comprend 25 pages. E. L.

Carte des charbonnages du Nord et du Pas-de-Calais, par A. Rifflet. 2e édit. 1925, format 66 × 113 cm, en vente chez l'auteur, 49, rue Coquerel, Amiens. Prix : 24 fr.

Cette carte, au $\frac{1}{100\,000}$, en 6 couleurs, est extrêmement précieuse. Elle donne les sièges d'extraction, la nature des charbons extraits et de nombreux renseignements statistiques sous forme de cartons, tableaux ou listes encadrant la carte proprement dite qui s'étend d'Arras à Lille et d'Aire-sur-la-Lys à Blanc-Misseron. Ces renseignements complémentaires qui figurent autour de la carte sont : les sièges d'extraction, avec la destination et le diamètre des différents puits pour chaque concession; la production en houille crue, agglomérés ou coke pour chacune d'elles; les progrès de la reconstitution et de l'exploitation; des indications sur les centrales électriques, les centrales gazières alimentées par l'excédent de gaz des cokeries, les usines de produits chimiques, la Station d'Essais de Liévin, le Musée houiller de Lille; une notice historique et géologique sur la structure et l'exploitation du Bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais; une autre sur sa destruction de 1914 à 1918 et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sa reconstitution; le cours des titres de charbonnages, etc. De très nombreux signes conventionnels confirment ou complètent sur la carte les renseignements donnés dans les tableaux précités. La nature des charbons extraits de chaque puits, désignés suivant la classification de Gruner, est particulièrement détaillée grâce à un système spécial de notations ou à des signes conventionnels.

Il convient de rappeler que la première édition de cette carte, parue en 1910, a été récompensée par la Société industrielle du Nord de la France.

E. L.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN FÉVRIER 1926

CHAPLET (A). — **Les soies artificielles.** 2e édition. In-12 (18 × 13) de VIII + 256 p., 62 fig., **Bibliographie**, p. 249-250. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1926. **17071**

JULHIET (ÉDOUARD). — **Cours de finance et de comptabilité dans l'industrie**, professé à l'École spéciale des Travaux publics, du Bâtiment et de l'industrie. Comptabilité. Banques. Sociétés. Assurances. Bourse. 5e édition. (*Encyclopédie industrielle et commerciale.*) In-8 (25 × 16) de VIII + 524 p. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, Léon Eyrolles, 1925. (*Don de l'auteur, membre du Conseil d'Administration*). (Voir le compte rendu bibliographique de la 3e édition, par M. P. DE ROUSIERS, dans le *Bulletin* de janvier 1923, p. 68). **17072**

GUINCHANT (JOSEPH). — **Les grandes étapes de la radio.** Fascicule I : **Les premières découvertes.** In-8 (22 × 14) de 90 p., 60 fig. **Références**, p. 22-23, 51-53, 85-88. Paris, Dunod, 1926. **17073**

SABATIÉ (J.). — **La représentation commerciale.** Notions de psychologie professionnelle et appliquée à l'usage de tous les agents commerciaux et plus spécialement des voyageurs et représentants de commerce. 3e édition. In-8 (21 × 14) de XII + 272 p., 24 pl. Paris, Dunod, 1926. **17074**

DEJEAN (PIERRE). — **Actualités métallurgiques.** Aciers spéciaux de construction. Aciers auto-trempants. Les points critiques des métaux et alliages. Solidification du cuivre oxydé. Soudabilité et rouverain de l'acier doux. La trempe. Le ferromagnétisme. In-8 (25 × 16) de XI + 283 p., 144 fig. **Bibliographie**, p. 263-277. Paris, Dunod, 1925. **17075**

ISABEL (G.). — **La statistique appliquée aux affaires.** A l'usage des chefs d'entreprises, administrateurs de sociétés, comptables, etc. In-8 (25 × 16) de VII + 115 p., 37 fig. Paris, Dunod, 1926. **17076**

CURCHOD (ADR.). — **Installations électriques de force et lumière.** Schémas de connexions. 5e édition. In-8 (25 × 16) de XII + 354 p., CXIV planches. Paris, Dunod, 1925. **17077**

ROTH (ÉDOUARD). — **Alternateurs et moteurs synchrones.** Tome II. (*Collection Armand Colin (Section de mécanique et électricité industrielles), n° 48*). In-16 (17 × 11) de 215 p., fig. 103 à 168. **Bibliographie**, p. 207-210. Paris, Librairie Armand Colin, 1926. **17078**

MARCOTTE (EDMOND). — **Les moteurs à explosions.** (*Collection Armand Colin (Section de mécanique et électricité industrielles), n° 70*). In-16 (17 × 11) de VII + 216 p., 61 fig. **Bibliographie**, p. 211. Paris, Librairie Armand Colin, 1926. (*Don de l'auteur.*) **17079**

CRUSSARD (L.). — **Ventilateurs et compresseurs.** (*Encyclopédie de mécanique appliquée.*) In-8 (23 × 15) de 414 p., 172 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1926. **17080**

PAULIN (Mlle V.). — **Manuel de broderies et dentelles.** (*Bibliothèque professionnelle.*) In-18 (16 × 10) de 339 p., 475 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1926. **17081**

ICHOK (G.). — **La protection sociale de la santé. L'action médico-sociale.** In-8 (23 × 14) de 420 p. **Index bibliographique**, p. 363-409. Paris, Marcel Rivière, 1925. **17082**

FERRIER (R.). — **Les nouveaux axiomes de l'électronique** (Mécanique des électrons). In-8 (22 × 13) de 63 p., 4 fig. Paris, A. Blanchard, 1925. **17083**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

DUVAL (JEAN). — **Le problème de chimie.** Lois générales. Métalloïdes. Chimie organique. Recueil de problèmes inédits avec leurs solutions à l'usage de la classe de mathématiques spéciales des candidats au S. P. C. N., au M. P. C., au Baccalauréat (M. E.), aux grandes écoles et à divers concours. In-8 (23 × 14) de 116 p. Paris, Albert Blanchard, 1926. **17084**

DAGOT (MAURICE). — **Manuel du faïencier.** (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de 372 p., 146 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1926. **17085**

NAVARRE (ALBERT). — **Manuel d'organisation commerciale moderne.** (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de 346 p., 29 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1926. **17086**

ROLANTS (E.). — **Les eaux usées.** (*Encyclopédie de chimie industrielle*). In-8 (23 × 15) de 744 p., 93 fig. **Bibliographie**, p. 725-739. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1925. **17087**

L'Annuaire industriel. Répertoire analytique général de l'industrie suivant la classification de MM. PERNET, GENSEL et THIRION. 2e édition, 1925. 3 vol. In-4° (28 × 22). Paris, Société d'éditions documentaires industrielles, 35, avenue des Champs-Élysées et 29, rue de Marignan (8e). (*Don des éditeurs.*) **16811-3**

POTTIER (A.). — **Les sociétés à responsabilité limitée.** Loi du 7 mars 1925. Commentaire, critique et formulaire. In-8 (25 × 16) de VIII + 334 p. Paris, Dunod, 1926. **17088**

CLÉMENT (C.). — **La construction des bobinages électriques.** Aide-mémoire du bobinier. 2e édition. In-8 (25 × 16) de XIV + 361 p., 348 fig. Paris, Dunod, 1926. **17089**

RAZOUS (PAUL) et RAZOUS (JEAN). — **Les scieries et les machines à bois.** Organisation des exploitations forestières. Machines-outils à travailler le bois. Industries utilisant le bois comme matière première. 4e édition. In-8 (25 × 16) de 414 p., 257 fig. Paris, Dunod, 1926. **17090**

***

BRYLINSKI (E.). — **Sur les conditions de coexistences des lignes d'énergie électrique et des lignes de télécommunication.** Rapport présenté au Congrès de Grenoble du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'énergie électrique, juillet 1925. (Supplément au n° 53, janvier 1926, du *Bulletin de la Société française des Électriciens*). In-4 (27 × 22) de 47 p. Paris, Revue générale de l'électricité, 12, place de Laborde (8e). **Pièce 13018**

SAVAGE (H.-D.). — **Utilisation des écrans d'eau dans les chambres de combustion.** (Rapport présenté le 22 mai 1925, à l'American Iron Institute, à New York). In-4 (27 × 21) de 11 p., 10 fig. Paris, Édité par la Société anonyme des Foyers automatiques (Roubaix), 11 bis, rue d'Aguesseau (8e), 1925. **Pièce 13019**

Les conditions du salut financier. L'avis des producteurs. In-8 (21 × 13) de 24 p. Paris, Confédération générale de la Production française, 6, rue de Messine; Association nationale d'Expansion économique, 23, avenue de Messine, 1925. **Pièce 13020**

WATTEBLED (F.) et CARINI (FRED.). — **La brique de pavage type U. S. A. employée pour le revêtement des chaussées des routes.** In-4 (27 × 21) de 24 p., II planches. Paris, Société « La brique extra-dure », 61, avenue Victor-Emmanuel III (8e), 1925. **Pièce 13021**

MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE ET DES BEAUX-ARTS. — SOUS-SECRÉTARIAT D'ÉTAT DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE. — **Décret portant règlement d'administration publique pour la fixation des conditions d'application de la taxe d'apprentissage instituée par l'article 25 de la loi de finance du 13 juillet 1925.** (Extrait du *Journal officiel de la République française* du 15 janvier 1926). In-4 (32 × 24) de 3 p. Paris, 31, quai Voltaire, 1926. **Pièce 13022**

***

Don de M. Arnould, membre du Conseil d'Administration.

Le moniteur de la papeterie française. 1922, 2e semestre; **1923**; **1924**; **1925**, 1er semestre. **Pér. 231**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

***

SERVICE TECHNIQUE DE L'AÉRONAUTIQUE. — **Bulletin technique**, n° **30** (janvier 1926) : *L'accélérographe H. P. M.*, par E. HUGUENARD, A. MAGNAN et A. PLANIOL, 48 p., 54 fig. Issy-les-Moulineaux (Seine), 2, rue Jeanne-d'Arc. **Pér. 117**

MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE ET DES BEAUX-ARTS. — SOUS-SECRÉTARIAT D'ÉTAT DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE. — CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS. — LABORATOIRE D'ESSAIS MÉCANIQUES, PHYSIQUES, CHIMIQUES ET DE MACHINES. — **Rapport sur le fonctionnement pendant l'année 1924**, par J. LŒBNITZ. **Pér. 308**

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE D'ELBEUF. — **Bulletin des travaux**. Année **1924**. Elbeuf, rue du Vallot. **Pér. 300**

SOCIÉTÉ TECHNIQUE DE L'INDUSTRIE DU GAZ EN FRANCE. — **Compte rendu du 48e Congrès tenu les 15, 16, 17 et 18 juin 1925 à Vichy**. Paris, 12, rue de Clichy. **Pér. 298**

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. — **Recueil de lois, ordonnances, décrets, règlements et circulaires concernant les services dépendant du Ministère des Travaux publics**, dressé par les soins de l'Administration centrale. 2e série. Tome XXXIII, année **1925** (1er trimestre). Paris, Imp. nationale. **Pér. 144**

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. — DIRECTION DES MINES, 2e Bureau. — **Statistique de l'industrie minérale et des appareils à vapeur en France et en Algérie pour l'année 1923**, avec un appendice concernant la statistique minérale internationale. Paris, Imp. nationale, 1925. **Pér. 138**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Scientific Papers**, Vol XX (**1925**), nos **510** : *Effect of wear on the magnetic properties and tensile strength of steel wire*, by R. L. SANFORT, W. L. CHENEY, J. M. BARRY, p. 339-344, 4 fig. — **511** : *A nonintermittent sensitometer (time-scale exposure machine) with clock-controlled motor drive*, by R. DAVIS, p. 345-370, 20 fig. — **512** : *Temperature estimates of the planet Mars*, by W. W. COBLENTZ, p. 371-397, 3 fig. **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Technologic Papers**, Vol. XIX (**1925**), nos **292** : *Relative merits of cotton and jute cement sacks*, by R. J. MORRIS, p. 515-536, 10 fig. — **296** : *Flow in a low-carbon steel at various temperatures*, by H. J. FRENCH, W. A. TUCKER, p. 619-640, 14 fig. **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Circulars**, nos **275** : *United States Government master specification for builders hardware*, 47 p., fig. (1925). — **276** : *Motor-vehicle headlighting*, 28 p., 20 fig. (1925). **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Miscellaneous Publications**, nos **64** : *History of the Standard Weights and Measures of the United States*, by L. A. FISCHER, v + 34 p., fig. (1925). — **68** : *Adjust your headlights*, 1 feuille (80 × 23), (1925). **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Supplementary list of publications of the Bureau of Standards** (beginning July 1, 1925), 36 p. **Pér. 61**

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN TE AMSTERDAM. — **Proceedings of the Section of Sciences**. Vol. XXVII, **1924**. **Pér. 279**

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN TE AMSTERDAM. — **Verhandelingen**. 2de Sectie, Deel XXIII, n° 5 (1924). — Deel XXIV, nos 1, 2 (1925). **Pér. 279**

L'agent général, gérant,
E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE SOLENNELLE
DU 27 MARS 1926.

DISTRIBUTION DES RÉCOMPENSES DÉCERNÉES POUR L'ANNÉE 1925

Présidence de M. A. MESNAGER,
Président de la Société d'Encouragement.

La séance est ouverte à 17 h.

Le fauteuil présidentiel est occupé par M. A. MESNAGER, *président* de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. A ses côtés siègent MM. HENRI HITIER et CH. DE FRÉMINVILLE, *secrétaires généraux* et les membres du Conseil rapporteurs des comités techniques sur la proposition desquels les récompenses sont accordées.

DISCOURS DE M. A. MESNAGER, PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ.

MESSIEURS ET CHERS COLLÈGUES,

Notre assemblée solennelle a pour objet principal la distribution des récompenses attribuées à nos lauréats. Mais avant de procéder à cette distribution, je dois vous rappeler les principaux événements qui ont marqué pour notre société l'année 1925.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

J'ai d'abord à remplir le pieux devoir de vous rappeler les pertes subies par notre Conseil. Les titres de ceux que nous avons perdus et leurs travaux ayant déjà été exposés en séance publique, je me bornerai à une rapide énumération.

Achille Livache, le grand praticien en peintures, pigments et vernis, à qui nous devons la suppression de l'emploi de la céruse et du minium; il était membre du Comité des Arts chimiques;

Charles Rabut, membre de l'Institut, dont les travaux sur l'auscultation des ouvrages d'art et sur le béton armé sont connus de tous les ingénieurs; il était membre du Comité des Constructions et des Beaux-Arts;

Albin Haller, membre de l'Institut, directeur de l'École de Physique et de Chimie industrielles de la ville de Paris, qui avait consacré sa vie à la chimie organique, et qui rendit les plus grands services pendant la guerre, en organisant la fabrication des poudres et des explosifs et l'approvisionnement des matières premières nécessaires; il était membre du Comité des Arts chimiques;

Eugène Tisserand, membre de l'Institut, l'illustre agronome, notre doyen vénéré depuis fort longtemps; il était membre du Comité d'Agriculture;

Léon Appert, le grand maître de verrerie, inventeur et introducteur de procédés nouveaux; il était membre du Comité des Arts chimiques;

Alfred Perot, professeur de physique à l'École polytechnique, spécialiste dans les questions de métrologie de précision, qui a attaché son nom à la réforme de notre système d'unités industrielles; il était membre honoraire du Comité des Arts économiques;

Édouard Bourdon, le constructeur d'instruments bien connu, membre honoraire du Comité des Arts mécaniques;

Maurice Alfassa, qui s'était surtout occupé de l'organisation de l'apprentissage; membre du Comité de Commerce;

Paul Bodin, professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures, constructeur du Viaduc du Viaur; membre du Comité des Constructions et des Beaux-Arts;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

André Hillairet, remarquable constructeur de machines électriques, membre du Comité des Arts économiques.

En 1925, notre Société a dépensé ou engagé en prix, récompenses, secours, aides, subventions et allocations diverses, une somme de 63.294 fr. Sur cette somme, 33.023 fr représentent des subventions à des travaux ou recherches d'ordre technique, et 1.950 fr des premières annuités ou frais de prise de brevets.

Cette somme est beaucoup plus élevée que l'année dernière. Ce fait est dû à ce que nos différents comités se sont efforcés de rechercher des bénéficiaires pour certains revenus qui s'étaient accumulés en arrérages importants. De cette façon, nous avons à peu près épuisé les arrérages de quelques-unes des fondations dont les revenus étaient restés sans emploi dans ces dernières années. C'est ainsi que 18.000 fr, pris sur les arrérages de la seule fondation Michel Perret, ont été versés ou engagés pour *subventionner des recherches* de chimie industrielle.

Je crois intéressant de vous indiquer la nature de ces travaux, pour en montrer la variété et l'intérêt :

meilleures conditions d'un séchage rapide des argiles façonnées;

études sur les verres ;

écrouissage et recuit de certains alliages de cuivre ;

emploi des rayons X en cristallographie ;

recherches sur la prise du plâtre ;

recherches sur les composés organiques synthétiques pouvant servir au tannage.

Les *secours* que nous avons donnés sont aussi plus importants que l'année dernière. La cause doit en être attribuée à la rigueur des temps dans lesquels nous vivons.

Le total des sommes consacrées à la *prise de brevets d'invention* est à peu près le même que l'année précédente, total notablement inférieur d'ailleurs aux revenus de la fondation Christofle spécialement affectée à cet usage. Les petits inventeurs qui s'adressent à nous sont beaucoup moins nombreux qu'avant 1914. Il ne faut peut-être pas trop le regretter : une enquête, faite autrefois, nous avait appris que moins de 2 p. 100 des brevets que notre Société avait aidé à prendre au cours de vingt années, avaient été une source de profit pour les inventeurs. Et cependant, nos comités techniques ne proposent que les inventions qui,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

après examen, leur paraissent viables au point de vue technique. La faiblesse du résultat financier paraît due à la difficulté qu'éprouvent les petits inventeurs pour trouver les commanditaires qui pourraient aider à l'exploitation industrielle de leur brevet. On peut regretter que notre Société ne puisse intervenir en pareil cas.

Les 63.294 fr précités ont été prélevés en presque totalité sur les revenus de nos fondations. Nos fonds généraux sont en effet absorbés par les dépenses d'impression et autres qui ne laissent plus d'excédent disponible. Nos fondations constituent une source à laquelle nous devons puiser pour nous aider à remplir le rôle assigné à notre Société par ses statuts.

Tous nos services, notamment celui de notre *Bibliothèque*, sont une lourde charge pour nos fonds généraux et nous ne pouvons développer ces services comme il conviendrait. Cependant, notre Bibliothèque est une des plus riches de France, c'est peut-être aussi la plus hospitalière. Bien qu'en principe elle soit réservée aux sociétaires, non seulement nous y faisons bon accueil à tous les travailleurs, mais encore nous aidons dans leurs recherches ceux qui y viennent. Ce sont le plus souvent des techniciens, peu habitués aux recherches bibliographiques, et qui, ayant besoin tout de suite d'un renseignement précis sur un point donné, ne savent dans quel périodique le trouver. Il est bien rare que notre personnel ne puisse pas leur venir en aide, et quand les ouvrages nous manquent, nous leur indiquons dans quelle bibliothèque parisienne, ils trouveront, pour se renseigner, le périodique que la nôtre ne possède pas.

La faiblesse de nos ressources nous fait donc regretter les destinations étroites assignées aux revenus de certaines de nos fondations par leurs généreux donateurs. Puisque les fondations représentent notre réserve, nous souhaiterions que ces bienfaiteurs donnassent à leur legs des spécifications d'emploi aussi larges que possible.

Au risque de me répéter j'insisterai encore une fois sur la nécessité d'augmenter le nombre de nos adhérents. Ce nombre a diminué d'environ 40 en 1925, soit de 4 p. 100 environ. Il est indispensable que nous fassions un effort pour revenir aux chiffres anciens; depuis 1914, le nombre de nos collègues a décru de 30 p. 100.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Je sais bien que les difficultés de la situation financière générale du pays et l'élévation de la cotisation qui en a été la conséquence l'expliquent dans une certaine mesure. Mais cette cotisation, 60 fr, n'est pas aujourd'hui tellement élevée qu'un grand nombre de personnes ne puissent s'imposer cette dépense pour contribuer à notre œuvre commune.

*
* *

Avant de proclamer les noms de nos lauréats, je crois devoir vous transmettre les excuses de beaucoup d'entre eux, qui ne pourront venir ce soir recevoir leur médaille. Les uns sont retenus par leur travail, les autres sont trop âgés; c'est le cas le plus souvent, pour les vieux serviteurs que nous sommes si heureux de récompenser et qui ne peuvent entreprendre un voyage souvent long et coûteux étant données leurs ressources. Avant la guerre, la plupart des chefs d'industrie de nos lauréats âgés leur accordaient quelques jours de congé et même parfois payaient les frais de leur voyage à Paris. Cela est tout à fait exceptionnel aujourd'hui. Espérons que des temps meilleurs reviendront et que notre séance solennelle reverra l'affluence que nous lui avons connue avant la guerre.

M. A. Mesnager, *président*, proclame les noms et les titres des lauréats des grands prix et des prix spéciaux décernés en 1925.

MM. Henri Hitier et Ch. de Fréminville, *secrétaires généraux*, proclament ensuite les noms et les titres des lauréats à qui sont attribuées des médailles d'or, de vermeil, d'argent ou de bronze, pour les progrès industriels qu'ils ont réalisés ou pour des travaux remarquables de technique ou de science industrielle.

M. Ch. de Fréminville, *secrétaire général*, prononce une allocation relative aux lauréats des médailles de bronze décernées aux bons serviteurs de l'agriculture, de l'industrie et du commerce (1).

(1) Voir ci-après les noms des lauréats et les rapports présentés au sujet de leurs travaux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RÉCOMPENSES DÉCERNÉES PAR LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT, ANNÉE 1925.

Grande médaille d'or annuelle de la Société.

La Société d'Encouragement décerne chaque année, sur la proposition d'un des six comités techniques de son Conseil, une grande médaille d'or portant l'effigie de l'un des plus grands hommes qui ont illustré les arts ou les sciences, *aux auteurs, français ou étrangers, des travaux qui ont exercé la plus grande influence sur les progrès de l'industrie française*, pendant le cours des six années précédentes.

Cette grande médaille, à l'effigie de Chaptal, est décernée par le Comité de Commerce, pour 1925, à la *Ligue des Sociétés de la Croix-Rouge*.

Rapport présenté par M. GRUNER, au nom du Comité de Commerce, sur la *Ligue des Sociétés de la Croix-Rouge* et concluant à l'attribution à cette association de la grande médaille d'or à l'effigie de Chaptal.

Le cycle écoulé de six années appelle à nouveau le Comité de Commerce à faire une proposition pour l'attribution de la grande médaille à l'effigie du fondateur de notre Société en 1801 et de son premier président, de 1801 à 1832, le comte Chaptal.

Cette médaille a été décernée, dans le passé, à de grands Français dont l'action a été brillante, profonde et durable : Ferdinand de Lesseps, Jacques Siegfried, le général, depuis maréchal, Lyautey;

Elle a été le plus souvent décernée à des groupements qui ont bien mérité de la Patrie par leurs initiatives hardies et désintéressées, les Chambres de Commerce de Paris et de Lyon, la Société de Géographie commerciale de Paris, le Comité de l'Afrique française, les Sociétés industrielles de Mulhouse et de Nancy.

L'importance des personnalités et des associations précédemment choisies pour recevoir cette haute récompense, imposait au Comité de Commerce le devoir de ne proposer qu'une œuvre dont la notoriété fût incontestée, les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

services considérables et l'organisation de nature à faire espérer une influence de plus en plus étendue et bienfaisante.

Le Comité de Commerce a été vivement frappé du développement considérable que la *Ligue des Sociétés de la Croix-Rouge* est arrivée, en peu d'années, à faire rendre, dans tous les pays du monde, aux organisations de Croix-Rouge désormais aiguillées vers les œuvres de paix, après avoir rendu des services si éminents au cours des dernières guerres.

Ne point laisser dans une demi-léthargie ces belles œuvres auxquelles tant de nos fils ont dû une atténuation de leurs souffrances et souvent la vie et un renouveau de santé et de forces, telle a été non seulement l'aspiration, mais la volonté agissante de quelques personnalités qui, au milieu de bien des difficultés, ont créé, organisé et développé la *Ligue des Croix-Rouges* et ont amené à se grouper en un seul faisceau, pour une œuvre commune, 54 Sociétés nationales de Croix-Rouges (1).

L'insertion, dans le pacte de la Société des Nations, d'un article 25 stipulant que la Croix-Rouge doit fonctionner en temps de paix comme définitivement chargée d'améliorer la santé, de prévenir la maladie et d'atténuer la souffrance, implique pour la Croix-Rouge un mandat défini, et pour tous les gouvernements signataires du pacte, l'obligation de seconder l'exécution, par leurs sociétés nationales de la Croix-Rouge, de nouvelles activités en temps de paix.

Il a paru au Comité de Commerce que cette organisation avait déjà rendu de si réels services et était appelée dans l'avenir à exercer une influence humanitaire et sociale si considérable, que notre Société s'honorerait à lui attribuer la plus haute récompense dont elle peut disposer, dans ce domaine.

Qu'il me soit permis de compléter la note que j'ai présentée il y a quelques mois (2) par un exposé d'ensemble de ce qu'à déjà réalisé la Ligue des Sociétés de la Croix-Rouge.

Créée en mai 1919, la Ligue, qui n'a aucun caractère gouvernemental, ethnique, politique ou confessionnel, a pour but d'assigner, en temps de paix, à toutes les Croix-Rouges du monde, un but et un mandat communs, que les statuts définissent ainsi qu'il suit :

Encourager et favoriser dans chaque pays l'établissement et le développement d'une organisation nationale de la Croix-Rouge, indépendante et dûment autorisée, travaillant selon les principes de la Convention de Genève;

Collaborer avec ces organisations en vue d'améliorer la santé, de prévenir la maladie et d'atténuer les souffrances;

(1) Restent seuls en dehors de la Ligue, la Croix-Rouge des Soviets et le Croissant Rouge Turc.
(2) *Bulletin de la Société d'Encouragement* de juin 1925, pages 471 à 474.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mettre à la portée des peuples le bénéfice des faits déjà connus, des nouvelles découvertes scientifiques et médicales et de leurs applications;

Constituer un intermédiaire qui collabore avec les sociétés de la Croix-Rouge pour développer, stimuler et coordonner les efforts des œuvres d'assistance en cas de calamités nationales ou internationales.

En exécution de ce mandat, la Ligue, au cours des 6 dernières années, à fait sentir sa bienfaisante action dans des domaines très divers, au moyen de publications nombreuses éditées en trois langues : français, anglais, espagnol (telles que la revue mensuelle *Vers la Santé*, un *Bulletin* bimensuel *d'information*, complété par des suppléments dans lesquels des spécialistes traitent de questions actuelles, d'hygiène, de relations internationales, de questions sociales, etc.).

A côté de ces publications périodiques en trois langues, qui atteignent toutes les Croix-Rouges, paraissent des brochures illustrées telles que : *Principes d'Hygiène* (en 8 langues); *Hygiène tropicale*, conseils aux marins; *Maladies vénériennes*, avertissements et conseils; brochures dont certaines ont paru en 17 langues. Enfin de nombreuses affiches coloriées, résultats de concours artistiques internationaux, sont largement répandues dans tous les pays.

Nous résumerons rapidement ce qu'a été cette action.

I. — LUTTE CONTRE LES MALADIES CONTAGIEUSES. — Dès sa création, la Ligue a été amenée à prendre une part très active à la lutte contre les maladies contagieuses, et particulièrement contre le typhus exanthématique qui, venant de Russie et ayant envahi la Pologne, menaçait l'Europe occidentale. La Ligue jeta le cri d'alarme et fit comprendre combien la menace était redoutable, en donnant dans son bulletin une large publicité au rapport de la commission médicale qu'elle avait envoyée dès le mois d'août 1919 et dont le représentant français était M. le Colonel Visbecq, médecin principal de première classe. Cette commission médicale collabora aux enquêtes et aux études qui permirent de tendre à la frontière orientale de Pologne un cordon sanitaire dont le fonctionnement préserva l'Europe. La commission participa aussi à la lutte contre le typhus, en Pologne même. La ligue lui adjoignit une commission de recherches présidée par un éminent bactériologiste, le Dr Wolbach. Le rapport de cette commission contient des faits nouveaux d'une portée considérable et témoigne de la science et de la patiente minutie des investigateurs. En 1920, la Ligue, à la demande des Croix-Rouges intéressées, procéda à une enquête sur le typhus en Slovaquie et dans le Royaume des Serbes, Croates et Slovènes.

En fournissant, depuis deux ans, les fonds nécessaires au fonctionnement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de cours sanitaires à Varsovie, Moscou et Kharkoff, et en secondant la Commission des Épidémies de la Société des Nations dans l'organisation de ces cours, la Ligue a permis de former rapidement un personnel médical spécialisé qui constitue la seule barrière véritable contre l'extension des épidémies.

II. — LUTTE CONTRE LES FLÉAUX SOCIAUX. — La Ligue s'est occupée principalement de la tuberculose, des maladies vénériennes, du cancer et du paludisme.

a) *La tuberculose.* — Aujourd'hui, toutes les Croix-Rouges membres de la Ligue sont engagées activement dans l'œuvre de préservation contre la tuberculose; grâce à l'organisation de sa Section de la Tuberculose, la Ligue tend à devenir l'un des organes essentiels de la campagne antituberculeuse.

b) *Les maladies vénériennes.* — En ce qui concerne les maladies vénériennes, le rôle de la Ligue est considérable. Le sujet est délicat; à peine osait-on l'aborder en public il y a quelques années. La campagne antivénérienne touchant intimement à la morale, à la législation, aux mœurs, ne peut être entreprise d'une façon identique dans tous les pays.

En vue d'attirer l'attention sur ces problèmes et de contribuer, sinon à leur solution, du moins à leur éclaircissement, la Section des Maladies vénériennes du Secrétariat de la Ligue a convoqué successivement les sociétés de la Croix-Rouge de l'Europe septentrionale, à Copenhague, en mai 1921, les sociétés de l'Europe orientale, à Prague, en décembre 1921, et les sociétés de l'Europe occidentale, à Paris, en décembre de la même année. Une conférence analogue s'était déjà réunie dès 1920 à Washington.

Depuis, le Secrétariat de la Ligue n'a cessé par ses publications, de faire la propagande en faveur de la lutte contre le péril vénérien dans tous les pays.

c) *Le cancer.* — Dans ses publications, la Ligue a attiré l'attention sur les progrès sans cesse grandissants de cette redoutable maladie. Elle a pris l'initiative, à l'occasion du Congrès contre le Cancer de la Ligue nationale belge, de proposer une Union internationale contre le Cancer. Il lui a semblé, en effet, que le mouvement contre le cancer ne doit pas être limité à un seul pays, ni rester le privilège de certaines régions mieux organisées que d'autres.

d) *Le paludisme.* — Une section spéciale du paludisme a fonctionné au sein du Secrétariat de la Ligue pendant plusieurs années, afin de donner une impulsion nouvelle aux efforts entrepris dans différentes parties du monde contre cette maladie qui a des répercussions ethniques et économiques si graves.

Elle a, en particulier, participé activement en 1920 et 1921, aux travaux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'une commission chargée par le gouvernement espagnol de l'assainissement des régions de ce pays où règne le paludisme.

III. — Propagande et enseignement de l'hygiène. — Le développement du sens de l'hygiène dans le monde a été la préoccupation primordiale de la Ligue. Elle s'efforce, dans ce domaine, de faire l'éducation de l'opinion publique. A côté de sa revue mensuelle *Vers la Santé*, le Secrétariat de la Ligue a publié un grand nombre de brochures, tracts, affiches dont plusieurs ont paru en 17 langues différentes. Le Secrétariat possède en outre une collection de films cinématographiques qui ont été tournés dans une trentaine de pays et continuent à être présentés au public. Des expositions mobiles pour la propagande de l'hygiène ont été aussi organisées à la demande de certaines Croix-Rouges.

Sur l'initiative de la Ligue et avec sa collaboration, la Croix-Rouge de Belgique a réalisé à Jumet, près de Charleroi, une installation qui, par son organisation et ses résultats, a attiré l'attention des plus hautes compétences dans le domaine de l'hygiène; et en Europe orientale, des équipes mobiles de propagande d'hygiène ont été organisées à titre de démonstration, et ont obtenu de réels succès.

IV. — Protection de l'enfance. — En ce qui concerne la protection de l'enfance, la Ligue a contribué, par des fonds recueillis à cet effet, à l'organisation de dispensaires en Tchéco-Slovaquie, en Roumanie et dans les pays baltes. Elle a créé un hôpital pour enfants à Bytcica et en a confié la direction à un médecin fourni par elle. En outre, onze dispensaires ont été créés dont la fréquentation mensuelle a été de 2.500 enfants. Un « dispensaire mobile » a parcouru, à l'aide d'un camion automobile, 4.800 km pendant trois mois; 2.000 enfants furent examinés dans onze villes différentes.

Il s'agissait surtout de mettre les mères et la population en général au courant des moyens de protéger la santé de l'enfance et de former sur place le personnel nécessaire. Dans cet ordre d'idées, une « Semaine de la première Enfance » fut organisée en septembre 1921; elle éveilla le plus vif intérêt à travers toute la Slovaquie. Cette manifestation se renouvellera chaque année. La Croix-Rouge tchéco-slovaque a pris à sa charge, depuis janvier 1922, toutes les activités sus-mentionnées et elle continuera cette œuvre d'une manière permanente avec l'aide du Ministère de la Santé.

En Roumanie, une action semblable a été entreprise par une mission de la Ligue, grâce aux fonds que la Croix-Rouge roumaine a recueillis par l'intermédiaire de son comité de Londres. Préoccupée avant tout de former le personnel pour les dispensaires à organiser dans toute la Roumanie, la Ligue a institué un cours complet de six mois et un cours élémentaire de trois

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mois qui comportent des leçons théoriques et des exercices pratiques. La Société du prince Mircea a pris, en janvier 1922, cette tâche à sa charge, la Ligue lui assurant pour un temps l'aide d'un personnel qualifié.

La Ligue a également collaboré à l'Œuvre de Protection de l'Enfance entreprise par la mission de lady Muriel Paget et les sociétés de la Croix-Rouge dans les pays baltes. Des spécialistes de la Ligue étudièrent sur place les problèmes à résoudre et aidèrent à l'élaboration des plans. Des dispensaires furent créés en Lettonie, en Esthonie et en Lithuanie; ils fonctionnent avec le concours des sociétés de la Croix-Rouge de ces pays; en outre, des dispensaires mobiles furent organisés. Des spécialistes de la Ligue ont aussi aidé la Croix-Rouge américaine à élaborer un programme de protection de l'enfance, particulièrement en Pologne, et ont étudié avec les autorités de plusieurs pays les différents problèmes que soulève une action de ce genre.

V. — Croix-Rouge de la Jeunesse. — Les possibilités d'action de la Croix-Rouge de la Jeunesse n'étaient guère connues avant 1919; la Ligue lui a donné une impulsion remarquable. A l'heure actuelle, une trentaine de sociétés nationales de la Croix-Rouge ont organisé des sections de jeunesse qui ont une heureuse influence sur l'éducation physique et morale des enfants.

VI. — Infirmières. — L'infirmière-visiteuse, véritable professeur d'hygiène des masses, étant considérée actuellement comme le pivot indispensable de toute campagne sanitaire, il est tout naturel que la Ligue cherche à perfectionner cet instrument incomparable dans le domaine de l'hygiène sociale. Elle a institué des cours internationaux destinés au perfectionnement d'une élite d'infirmières des différents pays. Ces cours, qui obtiennent un vif succès, sont en quelque sorte une école de guerre pour les organisations de l'armée féminine de la santé. Elles peuvent y acquérir non seulement des connaissances techniques de premier ordre, mais aussi un esprit de saine compréhension internationale.

VII. — Secours. — La Ligue a été amenée, dans le domaine des secours en cas de calamités, à coordonner l'action internationale des Croix-Rouges. Depuis 1919, chaque fois qu'une calamité (tremblement de terre, famine, inondation, etc.) s'est produite, les Croix-Rouges ont donné au monde l'image d'une grande famille prête à porter secours avec toute l'efficacité et la rapidité possibles; tel a été le cas au moment du tremblement de terre du Japon.

Une carte établie par le Secrétariat de la Ligue indique le développement de l'action internationale des secours parmi les sociétés nationales de la Croix-Rouge pendant les années 1923 et 1924, à l'occasion des calamités survenues au cours de cette période. Elle montre le rôle qui incombera à cette Union

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

internationale de Secours, constituée suivant la formule magistralement exposée par le Sénateur Ciraolo.

La Ligue a donc efficacement contribué à la diffusion et au développement de l'idée de Croix-Rouge dans le monde entier.

L'insertion dans le pacte de la Société des Nations de cet article 25 stipulant que la Croix-Rouge devra fonctionner en temps de paix pour améliorer la santé, prévenir la maladie et atténuer la souffrance, lui assigne un mandat défini et impose à tous les gouvernements signataires du pacte le devoir de seconder l'exécution par leurs sociétés nationales de la Croix-Rouge, des nouvelles activités du temps de paix.

La Ligue des Sociétés de la Croix-Rouge, dont le siège est à Paris, 2, avenue Vélasquez (8e), a donc, dès maintenant, rendu des services indiscutables; elle est appelée à en rendre de plus grands encore; elle groupe des hommes éminents qui ont foi dans l'avenir de l'œuvre qui leur a été confiée.

Notre Société s'honore en récompensant la Ligue pour les services qu'elle a déjà rendus et en lui montrant quelle importance elle attache au développement de son action, par la coordination et le perfectionnement de l'œuvre individuelle de chaque Croix-Rouge nationale dont l'action doit être consolidée et étendue en temps de paix pour être plus efficace et plus rapide aussitôt que survient, dans une partie quelconque du monde, quelque calamité dépassant les prévisions humaines.

Le Conseil d'Administration de notre Société, approuvant la proposition du Comité de Commerce, a décerné la grande médaille d'or annuelle de la Société d'Encouragement à la Ligue des Sociétés de la Croix-Rouge.

Le Rapporteur,
E. GRUNER.

En recevant la grande médaille d'or, Sir Claude Hill, directeur général de la Ligue des Sociétés de la Croix-Rouge, prononce les paroles suivantes :

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

J'ai l'honneur de vous remercier de l'honneur que la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale fait à la Ligue des Sociétés de la Croix-Rouge en lui décernant la Grande Médaille d'or à l'effigie de son fondateur, le comte Chaptal.

Je suis heureux de vous dire combien la Ligue, fédération internationale de cinquante-quatre Sociétés nationales de la Croix-Rouge, est sensible à cette récompense.

En communiquant la décision de votre Société à toutes les Croix-Rouges

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

membres de la Ligue, je ne manquerai pas de leur transmettre les termes mêmes du rapport de M. Gruner qui constitue l'encouragement le plus précieux pour tous ceux qui, dans toutes les parties du monde, travaillent à la cause de la Croix-Rouge et au développement de son œuvre.

Au nom du Secrétariat de la Ligue, qui est installé à Paris depuis 1922, je tiens à vous faire part du plaisir très particulier que nous éprouvons de voir une haute récompense française attribuée à la Ligue.

*
* *

Prix Galitzine.

Ce prix, décerné sur la proposition du Comité des Arts économiques, est attribué *ex æquo* en 1925 à M. GUSTAVE RIBAUD et à M. GILBERT ROUGIER qui reçoivent chacun une médaille de bronze doré et une somme de 750 fr.

Rapport présenté par le général FERRIÉ, au nom du Comité des Arts économiques, sur l'attribution du prix Galitzine en 1925.

Le Comité des Arts économiques a proposé de partager les arrérages des revenus de la fondation Galitzine, disponibles à la fin de 1925, entre MM. Gustave Ribaud et Gilbert Rougier dont les très beaux travaux scientifiques ont eu d'importantes applications à l'industrie.

M. GUSTAVE RIBAUD, maître de conférences à l'Institut de Physique de Strasbourg, a commencé dès le début de 1920 des recherches très poussées sur les *fours électriques à induction de haute fréquence*. Ces travaux ont fait l'objet de nombreuses publications à la Société française de Physique, au *Journal de Physique*, au *Bulletin de l'Office des Recherches et des Inventions*, etc. Ils peuvent être résumés comme suit :

étude et réalisation des dispositifs de production de courants de haute fréquence;

étude expérimentale des rendements;

théorie du four à induction de haute fréquence.

Les résultats de ces travaux ont été appliqués à des études de laboratoire et à des besoins industriels.

Applications au laboratoire. — Fusion dans le vide d'alliages destinés à des recherches magnétiques (obtention d'échantillons rigoureusement exempts de carbone);

réalisation de dispositifs de fours permettant d'atteindre des températures très élevées (3.000°);

étude de matériaux ultra-réfractaires permettant d'atteindre la température de 3.000°.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Applications industrielles. — M. Ribaud a donné sa collaboration à la Société d'Études électrothermiques pour l'adaptation du four à induction de haute fréquence à divers problèmes industriels, en particulier à la fusion d'alliages spéciaux dans des conditions particulières de pureté.

Il a été possible de réaliser notamment des fours permettant d'obtenir industriellement la fusion de 30 kg de fer électrolytique et d'aciers spéciaux, sans faire le vide.

D'autre part, M. Ribaud, qui a réalisé également un pyromètre et un micropyromètre de types spéciaux, s'occupe actuellement de créer à Strasbourg un centre de pyrométrie susceptible de faciliter à l'industrie et aux laboratoires la graduation et le contrôle des appareils de mesure de températures élevées.

M. Gilbert Rougier, astronome à l'Observatoire de Strasbourg, s'est occupé depuis 1921 de l'étude et de la *réalisation de cellules photoélectriques aux métaux alcalins*, ces instruments n'existant auparavant qu'en Allemagne, où il n'était possible de se les procurer qu'avec de très grandes difficultés. Les applications de ces cellules prennent une importance sans cesse croissante, aussi bien pour les recherches de laboratoire que pour certains besoins industriels tels que la photométrie.

Les travaux de M. Rougier ont été publiés dans diverses revues scientifiques et industrielles, telles que la *Revue d'Optique*, le *Bulletin de l'Office des Inventions*, etc.

La mise au point de la fabrication de ces cellules photoélectriques, par M. Rougier, a nécessité de laborieuses et difficiles recherches :

remplissage de la cellule par fusion ou distillation du métal alcalin;

sensibilisation de la surface par la décharge électrique en présence de l'hydrogène;

préparation d'argon pur et étude de l'influence de la pression de ce gaz sur l'amplification du courant par ionisation par chocs, etc., etc.

Les procédés de fabrication ayant été mis au point dès le début de 1923; il fut possible à M. Rougier de poursuivre depuis cette époque d'importantes études sur les applications des cellules photoélectriques au potassium, notamment en ce qui concerne la photométrie scientifique et industrielle.

D'autre part, un grand nombre de laboratoires, de services de recherches (physiciens, chimistes, médecins, aviation, télégraphie militaire, marine, P. T. T., Etablissements Édouard Belin, etc.), utilisèrent aussitôt les cellules fabriquées par M. Rougier.

Une société française (Société de Recherches et Perfectionnements industriels) emploie maintenant les procédés de fabrication de M. Rougier, pour satisfaire les nombreux besoins de la clientèle scientifique et industrielle.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Grâce à leur absence d'inertie et de fatigue, les cellules photoélectriques peuvent remplacer avec avantage le sélénium dans les applications pour lesquelles la variation de résistivité de ce corps avait été préconisée. Elles permettent l'enregistrement de signaux lumineux instantanés, l'enregistrement fidèle et continu des variations d'intensité lumineuse d'une source.

Applications scientifiques. — Comparaisons précises des états de pendules astronomiques;

microphotomètres enregistreurs permettant la mesure des clichés;

appareils permettant d'étudier l'idiosyncrasie des sujets dans les laboratoires médicaux;

photométrie stellaire.

Applications industrielles. — Étude entreprise par les usines d'Indret, de l'opacité des fumées pour les chaudières de navires alimentées au mazout. Ce contrôle permet d'améliorer notablement le rendement du combustible utilisé;

problème de la télévision. Les cellules sont le seul instrument qui permette l'espoir de réussir aux chercheurs qui travaillent cette question, maintenant à l'ordre du jour;

photométrie industrielle. Plusieurs appareils ou dispositifs ont déjà été réalisés pour cette application avec des cellules et donnent toute satisfaction.

Le Conseil d'Administration de la Société d'Encouragement, approuvant la proposition du Comité des Arts économiques, a décerné le prix Galitzine *ex æquo* à M. G. Ribaud et à M. G. Rougier.

Le Rapporteur général,
G. FERRIÉ.

*
* *

Prix Carré.

Ce prix, décerné sur la proposition du Comité des Arts économiques, est attribué en 1925, à M. Émile Poirson pour ses *travaux d'électricité*, notamment sur la *téléphonie secrète*. Ce prix consiste en une médaille de bronze doré et une somme de 1.000 fr.

Rapport présenté par le général Ferrié, au nom du Comité des Arts économiques, sur *les travaux* de M. Émile Poirson.

M. Émile Poirson, ingénieur-électricien, ex-préparateur à l'Institut électrotechnique de Grenoble, est l'auteur de travaux ayant reçu ou susceptibles de recevoir d'importantes applications industrielles.

M. Poirson, a imaginé pendant la guerre un système de téléphonie secrète,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dont la construction est actuellement confiée aux Établissements Carpentier (1). Le principe de cette invention est le suivant :

Deux petits moteurs synchronisés sont placés dans les deux postes téléphoniques correspondants. Les courants microphoniques au départ sont découpés par un commutateur tournant, en tranches de $\frac{1}{N}$ de seconde. Les tranches paires, par exemple, sont inversées avant d'être lancées dans la ligne. Si on écoute l'ensemble des courants arrivant au poste récepteur, ou captés sur le trajet de la ligne, les paroles prononcées au départ sont complètement incompréhensibles. En disposant à l'arrivée, un autre commutateur tournant, actionné par le moteur synchrone de celui qui est au départ, on rétablit dans leur sens normal les courants téléphoniques qui avaient été inversés au départ. L'audition redevient alors normale.

M. Poirson a aussi imaginé une très ingénieuse méthode thermométrique pour la mesure du rendement des turbines hydrauliques qui donne très rapidement des résultats d'une précision au moins égale à celle qui est obtenue par les méthodes antérieures (2). La mise en pratique de cette méthode a été faite avec le concours de M. Barbillion, directeur de l'Institut électrotechnique de Grenoble. Son avenir paraît très grand car, déjà, elle a été utilisée avec un succès dans de nombreuses circonstances.

Enfin, M. Poirson, qui est un brillant spécialiste de toutes les questions touchant à l'utilisation de la houille blanche, a fait des études très intéressantes, publiées dans la *Revue générale d'Électricité*, au sujet de l'influence des décharges atmosphériques sur les lignes de transport de force notamment.

Le Conseil de la Société d'Encouragement, approuvant le choix du Comité des Arts économiques, a décidé de décerner le prix Carré à M. E. Poirson.

Le Rapporteur général,
G. FERRIÉ.

*
* *

Prix Meynot.

Pour l'année 1925, le Prix Meynot, qui consiste en une somme de 1.000 fr, doit être décerné, sur la proposition du Comité d'Agriculture, à une petite culture du département du Var, aux conditions suivantes :

« Au cultivateur, viticulteur ou maraîcher qui, cultivant son bien, ou le bien d'autrui en qualité de colon à mi-fruits ou à prix d'argent, avec les bras de sa famille, soit seul, soit avec un ouvrier au plus, donnera le meilleur

(1) Voir la description détaillée dans le *Bulletin* de février 1926, p. 137.
(2) Voir la description détaillée dans le *Bulletin* de février 1926, p. 138.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

exemple par sa conduite, son assiduité au travail, par l'ordre dans son ménage et qui, par l'application des meilleures méthodes de culture et de l'outillage le plus perfectionné, aura réalisé les meilleurs résultats dans sa petite exploitation. »

Rapport présenté par M. HENRI HITIER, au nom du Comité d'Agriculture, sur l'attribution du prix Meynot en 1925.

MM. MOÏSE et HENRI PELLEPOL, de Flassans (Var), remplissent les conditions voulues.

Ces deux frères exploitent ensemble une propriété de 9 hectares, plus spécialement plantée en vignes. Ils l'ont acquise il y a quelques années, après l'avoir exploitée longtemps comme fermiers.

C'est grâce à leur travail opiniâtre, à leur esprit d'ordre et d'économie qu'ils ont pu devenir propriétaires.

Ils ont toujours travaillé en famille, les deux frères étant associés. Ils ne font appel à l'aide d'un ouvrier, pris au dehors, que pour les gros travaux.

Ce sont d'excellents agriculteurs, cultivant avec soin, et leurs terres sont remarquablement tenues.

Ils font partie du Syndicat agricole et de la Coopérative vinicole de leur commune ; l'un deux est administrateur de la Caisse locale de Crédit agricole.

Sur la proposition du Comité d'Agriculture, le Conseil de notre Société a décidé à titre exceptionnel que, MM. Moïse et Henri Pellepol, recevraient chacun une médaille de bronze et une somme de 1.000 fr.

Le Rapporteur,
HENRI HITIER.

*
* *

Prix Alphand.

(Fondation des Exposants de la classe 63 : génie civil, travaux publics et architecture, à l'Exposition universelle de Paris de 1889).

Cette fondation a pour but la création d'un prix qui est décerné sur la proposition du Comité des Constructions et des Beaux-Arts. Les arrérages des revenus de la fondation à la fin de 1925 permettent de disposer de 2.000 fr qui sont partagés *ex æquo* entre M. HENRY MIAULT et M. JEAN BEAUMONT. Tous deux reçoivent en outre une médaille de bronze doré.

Rapport présenté par M. BERTRAND DE FONTVIOLANT, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur les titres de M. HENRY MIAULT, *artisan-décorateur, sculpteur, ciseleur, émailleur, créateur de modèles de bijoux d'art*, 48, boulevard Malesherbes, Paris (8e).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fils de paysans poitevins, petit berger, poussé par une vocation impérieuse, dès l'âge de 9 ans M. Henry Miault sculpte d'étonnants bibelots dans le bois, à l'aide de son couteau et sans aucune notion de dessin ni de modelage.

De 13 à 18 ans, il est apprenti, puis jeune ouvrier forgeron; il forge lui-même ses outils et, à ses heures de loisirs, il continue à sculpter le bois, avec l'idée fixe de devenir un artiste.

A Angers, de 18 à 20 ans, il fait pour vivre des animaux pour manèges de chevaux de bois, comme il sculptera plus tard des panneaux de buffets, faubourg Saint-Antoine et, grâce à un labeur de 14 ou 16 heures par jour, il étudie le dessin et la sculpture, d'abord à l'École nationale d'Angers, ensuite à Paris, aux cours du soir de l'École Germain-Pilon et à l'École des Beaux-Arts dans la classe d'Antonin Mercier.

En 1906, à 25 ans, il travaille le bronze, l'argent, la corne et il expose.

En 1910, il s'essaye dans les émaux, pour habiller ses bijoux. Interrompu par la guerre, il est gravement blessé. En 1921, il reprend ses travaux dans une technique toute différente. Ce qu'il a présenté à l'Exposition des Arts décoratifs de Paris de 1925 est la sélection de quatre années d'efforts dans cette branche et le résultat de tout son savoir depuis ses débuts jusqu'à présent.

De nombreux critiques d'art ont fait l'éloge de l'œuvre de Miault, dans de grands quotidiens.

Une notice écrite par M. Gaston Dérys, dans le livre d'or de l'Exposition des Arts décoratifs et Industriels modernes, contient les lignes suivantes :

« Henry Miault occupe une des plus belles vitrines du pont Alexandre-III.

« On ne saurait trop admirer l'effort accompli par ce bel artisan, pour « donner à sa participation au grand tournoi, un éclat non pareil.

« C'est le meilleur de lui-même qu'il a réservé pour l'Exposition inter- « nationale des Arts décoratifs et industriels modernes, où son activité se « manifeste, non seulement dans son stand du pont Alexandre-III, mais encore « au Grand-Palais, classe 10, où il expose une vitrine qui ne renferme que « des pièces de collection; à l'Artisanat, au quai d'Orsay, sur l'Esplanade des « Invalides, parmi les artistes qui ont assumé la décoration de l'Ambassade « française, et sans oublier ces charmants bibelots qui garnissent la chambre « de l'Anjou.

« Qu'il s'agisse d'un bijou, d'un miroir, d'une coupe, d'une liseuse, c'est « toujours la même sobriété harmonieuse, le même sens de l'appropriation, « le même amour de la belle matière.

« Des succès officiels se succèdent sans entamer sa ferveur ni sa modestie : « titulaire d'un diplôme d'honneur à Turin en 1911, grand prix à Lille en 1920, « hors jury aux Artistes décorateurs, médaillé aux Artistes français, membre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« du jury d'admission à l'Exposition de 1925 où il obtint un grand prix et une « médaille d'argent.

« La belle dignité de sa vie et de son art lui a conquis l'estime de ses « pairs et des amateurs les plus avertis.

« L'ancien petit berger peut être fier de la place qu'il occupe aujourd'hui « parmi l'élite des artisans d'art. »

Le Rapporteur,
BERTRAND DE FONTVIOLANT.

Rapport présenté par M. MARCEL MAGNE, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur les *modèles de tapisserie* de M. JEAN BEAUMONT.

M. Jean Beaumont, 214, rue du Château-des-Rentiers, Paris (13e), est né le 1er octobre 1895, à Elbeuf; il est le créateur de modèles pour la Manufacture de Sèvres, pour les principales maisons de tapis et tapisseries d'Aubusson, pour les maisons de soieries d'ameublement de Lyon; c'est un jeune artiste d'un très grand talent et qui a admirablement compris le rôle qu'ont à jouer les artistes modernes en collaborant à l'établissement des modèles d'art industriel qui sont un élément de la prospérité de notre commerce d'exportation. Voici les récompenses déjà obtenues par M. Beaumont :

Grand prix à Rouen en 1923; hors concours à Barcelone en 1923; grand prix à l'Exposition internationale des Arts décoratifs et industriels modernes de Paris en 1925.

Le Rapporteur,
MARCEL MAGNE.

Le Conseil d'Administration de la Société d'Encouragement, approuvant les propositions du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, a décerné le prix Alphand *ex æquo* à M. HENRY MIAULT et à M. JEAN BEAUMONT.

*
* *

Prix des Exposants de la classe 50 à l'Exposition universelle de Paris de 1867.

Les Exposants de la classe 50 à l'Exposition universelle de Paris de 1867, sur l'initiative du baron Thénard, ont donné à la Société d'Encouragement une somme de 6.326,80 fr pour la fondation d'un prix qui, sur la proposition du Comité d'Agriculture, est accordé à l'auteur du perfectionnement le plus important apporté dans le matériel des usines agricoles et des industries

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

alimentaires. Les arrérages à la fin de 1925 permettent d'accorder une somme de 500 fr accompagnée d'une médaille de bronze doré.

Rapport présenté par M. SCHRIBAUX, au nom du Comité d'Agriculture, sur les travaux de M. VITAL DUCOMET, relatifs à la *sélection sanitaire de la pomme de terre.*

Plus l'agriculture se perfectionne, plus s'aggravent et se multiplient les maladies causées aux plantes par les champignons et les microbes, maladies qui sont la rançon d'une production intensive entraînant fatalement, si l'on n'y prend garde, un déséquilibre de l'organisme végétal, et, par conséquent, une plus grande vulnérabilité.

La pomme de terre qui, après le blé, tient la première place comme plante alimentaire — faut-il rappeler que ses produits annuels représentent une valeur d'environ 4 milliards de francs —, la pomme de terre, dis-je, est celle de nos plantes cultivées dont l'état de santé cause en ce moment les préoccupations les plus graves et les plus justifiées.

Quelles conséquences désastreuses, en effet, un nouveau fléchissement de la production de la précieuse plante n'aurait-il pas en cette période de vie chère?

Ce n'est plus seulement avec le mildiou, devenu moins dangereux, que nous avons à compter : une foule d'affections dont la nocivité s'accroît d'année en année (enroulement des feuilles, frisolée, mosaïque, verticilliose, leptonécrose, etc., etc.) désignées en bloc sous le nom de *maladies de dégénérescence*, fondent en ce moment sur la pomme de terre. L'expression vague de dégénérescence s'applique, en réalité, à des maladies infectieuses, transmissibles, s'aggravant d'une génération à l'autre. Moins brutales que le mildiou, elles sont certainement plus redoutables.

M. Ducomet, professeur à l'École nationale d'Agriculture de Grignon, qui les étudie depuis plusieurs années, en pathologiste et en agronome, est arrivé à cette conclusion singulièrement inquiétante : les maladies de dégénérescence ne sévissent pas au même degré dans toutes les situations et sur toutes les variétés, mais leur existence est générale. Partout et toujours, il y a persistance et aggravation progressive du mal; la guérison ne se produit jamais. Les soins ou artifices culturaux, le changement de milieu lui-même, auquel les praticiens attribuent tant d'importance, n'entraînent jamais la disparition de la maladie.

L'expérience ayant démontré qu'il faut renoncer à l'emploi de moyens curatifs, reste la ressource de créer de nouvelles races réfractaires par hybridation, ou bien de découvrir par sélection des individus non encore contaminés, et de les multiplier à l'abri de toute contagion.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Ducomet qui a pris en mains, organisé scientifiquement et poursuivi sans répit la lutte contre le fléau, en collaboration avec M. Foex, s'est engagé dans la double voie que nous venons d'indiquer.

Il y a beau temps qu'on répète aux cultivateurs : « La multiplication de la pomme de terre par tubercules, par voie végétative, multiplication se poursuivant depuis des générations, conduit à une décadence irrémédiable des variétés; pour rendre à la pomme de terre sa vigueur première, il est indispensable de revenir de temps à autre à la multiplication sexuée, à la multiplication par graines. »

M. Ducomet a porté sur le terrain expérimental la question tant controversée du changement de mode de multiplication. De ses multiples essais, poursuivis depuis 6 ans, il ressort que, si le semis diversifie les types, multiplie les variétés, à lui seul, il n'est pas régénérateur; bien plus, il est presque toujours détériorant. Les individus nés de graines sont encore plus susceptibles que les produits de multiplication par tubercules.

Ce fait bien décourageant une fois établi, M. Ducomet a attaqué le problème en s'adressant à la méthode de sélection qu'Aimé Girard avait été l'un des premiers à préconiser, sans voir en elle cependant un moyen d'améliorer l'état de santé de la plante. M. Ducomet pratique à Grignon la sélection des tubercules depuis 1921, en s'inspirant à la fois des travaux d'Aimé Girard et des connaissances acquises sur la contagiosité des maladies. Les remarquables résultats qu'il a obtenus, l'ont amené à entreprendre une active campagne en faveur de la sélection sanitaire des pommes de terre. Deux brochures traitant des maladies et du choix des semences, ont été publiées par M. Ducomet, en collaboration avec M. Foex, dans un but de vulgarisation. En grande culture, comme au champ d'expériences, les résultats ont été pleinement démonstratifs, et parfois si nettement marqués qu'ils ont suscité assez souvent un véritable enthousiasme chez les praticiens, difficiles cependant à émouvoir.

En dehors de la dégénérescence, M. Ducomet a encore étudié le *Phytophtora* et la *gale verruqueuse*. En ce qui concerne le *Phytophtora*, M. Ducomet poursuit l'obtention systématique de variétés moins susceptibles par des croisements où il fait intervenir des géniteurs résistants. Des hybrides nombreux ont été obtenus depuis 4 ans.

L'expérience a démontré que le caractère de résistance pouvait être transmis. M. Ducomet estime cependant qu'il serait prématuré de porter un jugement sur la valeur économique des nouvelles races qui sont encore en cours de multiplication.

A un autre point de vue, l'étude des invasions du mildiou de la pomme de terre, a conduit M. Ducomet à penser que, dès à présent, il paraît possible de renseigner les agriculteurs d'une région déterminée sur l'époque la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plus favorable au traitement de la maladie, en suivant la marche du champignon, lequel progresse de l'Ouest à l'Est de la France.

Enfin, pour ce qui concerne la gale verruqueuse, en prévision de l'introduction de la maladie sur notre territoire — elle a fait son apparition cette année en Alsace — M. Ducomet a envoyé nos meilleures variétés françaises aux États-Unis et en Angleterre, où la maladie sévit depuis longtemps, pour y être éprouvées. Les résultats défavorables de cette épreuve ont amené M. Ducomet à expérimenter en France les variétés étrangères de résistance certaine. Les plus intéressantes d'entre elles ont été croisées avec plusieurs de nos variétés réputées. Les produits de croisement seront soumis à leur tour à des épreuves de résistance.

M. Ducomet, avec des moyens d'action que tant d'autres auraient jugés misérables, n'a pas craint, nous venons de le voir, d'aborder de front et dans toute son ampleur, l'étude si vaste et si délicate des maladies de la pomme de terre afin d'arriver à en découvrir les remèdes. Tous les problèmes scientifiques et pratiques que soulève cette étude n'ont certes pas été résolus, mais M. Ducomet a eu la satisfaction d'enregistrer déjà plusieurs solutions d'une haute portée économique, ayant reçu la consécration du succès, et l'on est fondé à espérer que d'autres ne se feront pas attendre, car la route à suivre est aujourd'hui jalonnée scientifiquement.

Le Comité d'Agriculture a proposé d'attribuer à M. Ducomet le prix des Exposants de la classe 50 à l'Exposition universelle de Paris de 1867. Le Conseil d'Administration a approuvé ce choix.

Le Rapporteur,
E. SCHRIBAUX.

* * *

Prix Fourcade en faveur d'ouvriers de fabriques de produits chimiques.

Les exposants de la classe 47 à l'Exposition universelle de Paris 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 fr qui est remis chaque année, en séance solennelle de la Société, au simple ouvrier des exposants de la classe 47 ayant le plus grand nombre d'années consécutives de service dans la même maison.

Le prix Fourcade est décerné en 1925, à M. Louis Lepoivre, né à Lille, le 18 novembre 1858, entré au service de l'usine de Loos des Établissements Kuhlmann le 18 mai 1875, soit depuis près de 51 ans.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Entré à l'usine comme manœuvre de maçon, Lepoivre ne tarda pas, en raison de son sérieux, à être utilisé comme homme de poste, d'abord au cylindre de l'acide nitrique, puis à l'absorption des gaz chlorés du Weldon et du Deacon; depuis 1906, il est surveillant de la fabrication du chlorure de chaux liquide.

Pendant la guerre, Lepoivre, d'une fidélité à toute épreuve, a fait partie des équipes des vieux ouvriers grâce auxquels du petit matériel a pu être caché en dépit des perquisitions incessantes des Allemands.

Doyen des ouvriers de l'usine, le « Père Lepoivre » ainsi que le nomment affectueusement directeur, ingénieurs et ouvriers, donne à tous l'exemple de l'activité et du dévouement. Il est à son poste longtemps avant l'heure et ne le quitte qu'après s'être assuré que tout est en ordre.

Partout où il y a soit un effort à donner, soit un accident à réparer, il est là le premier. Sec, nerveux, vif et alerte malgré son âge, le « Père Lepoivre » la pipe aux dents, a l'œil à tout. On a peine à lui parler, à le saisir tant il est affairé.

Il est le père d'une nombreuse famille qu'il a parfaitement élevée et dont il lui reste quatre enfants; il utilise ses heures de loisir à cultiver un grand jardin auprès de sa maison.

Le Rapporteur,
ALBERT PAGÈS.

*
* *

Médailles Dumas.

Ces médailles, dites médailles Dumas, ont été instituées en 1897, sur l'initive de M. Aimé Girard, 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 service* important dans un grand établissement industriel ou agricole.

Pour concourir à cette récompense, les seules conditions à remplir sont d'appartenir à la nationalité française et d'être présenté à la Société d'Encouragement par les personnes auxquelles appartiennent les établissements dont les candidats font partie.

Rapport présenté par M. CH. DE FRÉMINVILLE, secrétaire général, sur l'attribution de la médaille Dumas en 1925.

Les hommes d'élite qui, débutant de la façon la plus modeste, ont vu leur mérite unanimement reconnu et ont pu s'élever ainsi aux premières places sont extrêmement nombreux dans notre pays; aussi avons-nous reçu, cette année, trois propositions.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Devant l'importance des titres invoqués à l'appui des demandes qui lui ont été adressées, le Conseil de la Société d'Encouragement a décidé d'accorder cette année trois médailles Dumas, dont les titulaires sont : M. Ernest Missier, M. Maximilien Mourot et M. Ernest Basset.

M. Ernest Missier, est sous-directeur et chef de fabrication de la Compagnie de Construction électrique, 44, rue du Docteur-Lombard, à Issy-les-Moulineaux.

Ancien élève de l'École Vaucanson, M. E. Missier entrait à la Compagnie de Construction électrique en juillet 1903 comme ajusteur-mécanicien à l'âge de 26 ans.

Se signalant par ses capacités et son ardeur pour le travail, il était nommé contremaître en 1905, puis chef d'atelier.

En 1914, à la déclaration de la guerre, réformé par suite d'un accident du travail, il a été désigné par le Conseil d'Administration pour faire fonctions de directeur en l'absence de M. Paul David qui n'acceptait pas de quitter l'armée pour reprendre son poste.

A la fin de 1914, il était versé dans les services auxiliaires et maintenu à l'usine où, pendant toute la durée de la guerre, il a assuré le travail, de jour et de nuit, pour l'exécution des munitions et des appareils de mesure d'électricité nécessaires à l'armée et aux usines travaillant pour la défense nationale.

Pour le remercier d'un dévouement aussi soutenu et aussi désintéressé, la Direction l'a nommé, à la fin des hostilités, sous-directeur et chef de fabrication.

La Compagnie de Construction électrique occupe actuellement 450 ouvriers et ouvrières.

Le Conseil d'Administration de la Compagnie de Construction électrique a tenu à signer tout entier la lettre proposant d'attribuer la médaille Dumas à M. Ernest Missier, et la Société d'Encouragement est heureuse de pouvoir donner satisfaction à cette proposition.

M. Maximilien Mourot, est conseiller technique attaché à la Direction de la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz, 12, place des États-Unis, à Montrouge.

M. M. Mourot entrait à la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz en mai 1889, âgé de 30 ans, comme simple ouvrier, et méritait par ses capacités techniques et son acharnement au travail de devenir successivement contremaître, puis chef d'atelier de ferblanterie et enfin, dernièrement, conseiller technique attaché à la Direction, s'occupant spécialement de la direction des études d'appareils à gaz.

M. Mourot a collaboré à la construction d'un compteur dit duplex qui est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

actuellement employé dans la plupart des usines à gaz de France. Ce compteur est également très répandu en Italie, en Belgique, en Angleterre, etc., etc.

En 1919, il inventait le compteur Sigma, qu'il n'a cessé de perfectionner depuis lors et pour lequel la Société d'Encouragement lui décerne, cette année même, une seconde récompense, une médaille d'or.

M. Mourot avait deux fils qui sont tous deux glorieusement tombés, dans la dernière guerre.

Entre autres récompenses, M. Mourot a obtenu un diplôme d'honneur de collaborateur à l'Exposition de Turin en 1911 et, en 1920, la médaille d'honneur du travail.

M. Mourot, en s'élevant ainsi, par un labeur incessant, de la position de simple ouvrier à celle de conseiller technique d'une compagnie de la plus grande importance, s'est qualifié, au premier chef, pour la distinction qui lui est conférée par la Société d'Encouragement.

M. Ernest Basset est directeur de la Compagnie de Dégraissage de Saint-Denis, 139, rue de Paris, à Saint-Denis.

A la sortie de l'école communale, le 1er septembre 1894, M. E. Basset débute dans l'importante maison Fernand Floquet, en qualité de petit commis pour faire les courses. Il fréquente assidûment le cours du soir de l'Association philotechnique : langues étrangères, sténographie, chimie et comptabilité, et, à 15 ans, il est dactylographe; à 18 ans, aide-comptable; dès 1899, il fait des cours gratuits de sténographie et de dactylographie, et continue à les faire pendant 26 ans, après avoir obtenu le certificat d'aptitude pédagogique pour l'enseignement de la sténographie.

A son retour du service militaire, il est secrétaire de l'ingénieur, puis, à l'âge de 24 ans, secrétaire particulier de son patron. Le 1er janvier 1909, à 27 ans, il est placé comme chef de service à l'usine-annexe de dégraissage de la maison Fernand Floquet. En 1910, cette affaire est mise en société anonyme et M. E. Basset en est le directeur technique et commercial, et, quelques mois plus tard, directeur général.

En 1913, il crée de toutes pièces, une usine frigorifique, et obtient à 40 ans le diplôme d'ingénieur-frigoriste.

Mobilisé pendant la guerre, il est blessé trois fois et cité à l'ordre du jour de la division marocaine.

Telles sont les étapes que M. E. Basset a franchies avant d'être à la tête des usines où il était entré comme gamin, il y a 32 ans.

M. Basset dirige actuellement :

1° des ateliers de dégraissage de peaux par procédés chimiques, traitant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

annuellement 125.000 douzaines de cuirs et peaux pour les mégissiers et tanneurs de toute la France;

2° un atelier de préparation de peaux en plumes qu'il a créé il y a deux ans;

3° une usine frigorifique produisant 42.000 kg de glace à rafraîchir par jour.

Mais, M. E. Basset a toujours donné une partie de son temps à la collectivité :

Son enseignement de la sténographie l'a conduit à fonder à Saint-Denis, l'Union sténographique qui compte près de 500 membres et dont il remplit les fonctions de vice-président;

Mutualiste convaincu, depuis l'âge de 18 ans, secrétaire, puis président de l'Union des Travailleurs de France, il est porté à la présidence de l'Union des Sociétés de Secours mutuels et Retraites du canton de Saint-Denis, comptant 34 sociétés et 500 membres; vice-président de la Mutuelle de l'Association Léopold Bellan, et président d'honneur de la Société féminine de Secours mutuels, « La Femme prévoyante », qu'il a fondée il y a trois ans.

Il est créateur de plusieurs sociétés d'épargne et de prévoyance qu'il préside actuellement, et, de plus, administrateur de la Caisse d'Épargne de Paris; délégué cantonal et administrateur élu de l'Office du Département de la Seine des Pupilles de la Nation; administrateur de l'Orphelinat des Cuirs et Peaux de France et administrateur des Amis de l'Office d'Hygiène sociale.

Enfin, il prend une part active aux travaux des groupements professionnels : membre du Syndicat général des Cuirs et Peaux de France; membre de l'Association française du Froid; membre du Groupement des Industriels de la région de Saint-Denis; membre de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

M. Basset est officier de l'Instruction publique, titulaire de la croix de guerre, des médailles d'argent et de bronze de la Mutualité et de la médaille d'honneur du travail.

Pour nous résumer, nous dirons que M. Ernest Basset est un de ces hommes d'élite qui, dans quelque situation qu'ils se trouvent, ont toujours pour objectif d'accomplir aussi bien que possible la tâche du moment. C'est ce qui l'a conduit à se développer constamment et les situations les plus élevées sont venues à lui, tout naturellement, pendant qu'il employait ses loisirs à venir en aide à ses semblables.

Nul ne pouvait donc mieux mériter la distinction qui lui est conférée aujourd'hui par la Société d'Encouragement.

Le Rapporteur,
CH. DE FRÉMINVILLE.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Médailles d'or.

Rapport présenté par M. G. Kœnigs, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur l'attribution des médailles décernées aux lauréats du Concours des Camions à Gazogène de 1925.

Le Concours des Camions à Gazogène de 1925 est issu des initiatives concertées de l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions, de l'Office du Pétrole et des Combustibles liquides et de l'Automobile-Club de France, avec le concours du Ministre de la Guerre de France, de l'Automobile-Club de Belgique et du Gouvernement belge. Il a comporté des épreuves sur route qui se sont déroulées du 18 septembre au 11 octobre 1925, sur 2.200 km, en France et en Belgique. Ces épreuves ont été suivies d'essais importants au banc dans le Laboratoire de l'Automobile-Club de France. Ces essais ont duré près de trois mois. Dans sa communication du 13 février 1926, M. Auclair, secrétaire du Jury du Concours, a donné des détails sur ce concours qui seront publiés dans le *Bulletin* de la Société, ce qui dispense de les reproduire ici.

Il convient d'insister sur ce que ces deux épreuves, sur route et au banc, constituaient un tout inséparable, attendu que si la première donnait le résultat brut atteint par le constructeur concurrent, la seconde fournissait une analyse scientifique des moyens employés par lui et, de plus, par certains côtés, représentait une véritable épreuve d'endurance. Le Jury du Concours ne pouvait naturellement retenir que les concurrents ayant satisfait aux deux séries d'épreuves.

Ajoutons que l'exacte définition des détails des épreuves, les points à accorder pour chaque degré de performance avaient été soigneusement prévus et réglés par le Jury composé de représentants des diverses organisations officielles ou sportives qui patronaient le Concours.

Le président du Jury était M. le professeur Kœnigs et le secrétaire M. l'ingénieur Auclair.

Les résultats du classement ont été les suivants :

Camions de 3,5 t.

1er Prix : Société anonyme des anciens établissements Panhard et Levassor, 19, avenue d'Ivry, à Paris.

Camion Panhard et gazogène Panhard;

Véhicule alimenté au poussier de charbon de bois comprimé;

Taux de consommation particulièrement réduit : 56 g par tonne kilométrique;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Vitesse moyenne : 33 km : h; vitesse maximum : 50 km : h;

Impuretés du gaz : inappréciables;

Pression moyenne : 5,7 kg : cm².

2d Prix : Société anonyme des usines Renault, 10, avenue Émile-Zola, à Billancourt.

Camion Renault et gazogène Renault;

Véhicule alimenté au charbon de bois;

Bonne marche sur route;

Pression moyenne : 3,7 kg : cm².

Camions de 2,5 t.

1er Prix : Gazogène de la marque ETIA (Etablissements Delhaye et Mathieu), 88, rue de Gonesse, à Stains, sur Camion colonial des automobiles industrielles Bovy, 22, rue Sainte-Marie, à Bruxelles.

Véhicule alimenté au charbon de bois;

Pression moyenne : 3,4 kg : cm²;

Bonne marche sur route;

Départs particulièrement satisfaisants.

Camions de 5 t.

1er Prix : Gazogène de MM. Schultz et Loriot, 45, rue de Rome, à Paris, sur Camion de la société des automobiles industriels Saurer, 67, rue de Verdun, à Suresnes.

Véhicule alimenté au charbon de bois;

Ce véhicule présente des dispositions ingénieuses notamment au point de vue des facilités de l'allumage.

Conformément à ce classement, le Comité des Arts mécaniques a proposé au Conseil de la Société d'Encouragement de décerner :

une médaille d'or à la Société anonyme des Anciens Établissements Panhard et Levassor;

et une médaille d'argent :

1° au Gazogène E. T. I. A. sur camion colonial Bovy;

2° au Groupe camion et gazogène de la Société anonyme des Usines Renault;

3° au Gazogène de MM. Schultz et Loriot sur camion Saurer.

Le Conseil d'Administration de la Société, approuvant ce choix, a décerné les récompenses ci-dessus.

Le Rapporteur,

G. KOENIGS.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Rapport présenté par M. ED. SAUVAGE, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur *le chargeur mécanique de foyer de locomotive imaginé par* M. ANTOINE FOILLARD.

M. Antoine Foillard, ingénieur des Anciens Établissements Sautter-Harlé, est l'auteur d'un ingénieux chargeur mécanique pour foyers de locomotives, dont il a donné la description dans le *Bulletin* de la Société, à la suite d'une étude sur les nombreux appareils de ce genre existant aux États-Unis. (Voir *Bulletin* de janvier 1925, p. 60 à 88.)

Ce chargeur se distingue de tous ces appareils par une heureuse disposition, qui permet au chauffeur de régler la répartition du combustible sur la grille, tout en l'effectuant par un procédé mécanique.

Le Comité des Arts mécaniques a proposé de récompenser M. Foillard par l'attribution d'une médaille d'or, ce qui a été approuvé par le Conseil de la Société.

Le Rapporteur,
ED. SAUVAGE.

*
* *

Sur le rapport de M. A. RATEAU et sur la proposition du Comité des Arts mécaniques, une médaille d'or est décernée à M. MAXIMILIEN MOUROT, *inventeur du compteur à gaz « Sigma » à liquide incongelable.*

(Voir la description qu'en a donnée M. A. RATEAU dans le *Bulletin* d'octobre 1925, page 669.)

*
* *

Sur le rapport de M. LÉON MASSON et sur la proposition du Comité des Arts mécaniques, une médaille d'or est décernée à M. PAUL CANS, pour l'*appareil dit le « Ouistiti » qu'il a imaginé en perfectionnement du système de la corde à nœuds.*

(Voir le rapport de M. L. MASSON, paru dans le *Bulletin* de janvier 1926, page 17.)

*
* *

Sur le rapport de M. LÉON MASSON et sur la proposition du Comité des Arts mécaniques, une médaille d'or est décernée à M. MAX HELFENSTEIN pour son *dispositif de protection des mains dans le travail des presses et des poinçonneuses à pédale.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

(Voir le rapport de M. L. MASSON, paru dans le *Bulletin* de janvier 1926, page 21.)

*
* *

Rapport présenté par M. M. PRUD'HOMME, au nom du Comité des Arts chimiques, sur le périodique la *Revue générale des Matières colorantes, de la Teinture, de l'Impression, du Blanchiment et des Apprêts*, 123, rue de Rennes, Paris (6e).

La Société d'Encouragement, non seulement récompense et encourage les industries nationales, mais encore s'intéresse à toutes les publications, traités techniques, etc., qui s'y rattachent et concourent à leur développement et à leurs progrès.

C'est à ce point de vue que s'est placé le Comité des Arts chimiques pour signaler à notre Conseil la *Revue générale des Matières colorantes*. Ce périodique fut fondé en 1897 par L. Lefèvre, chimiste distingué, élève de Grimaux. La même année, il faisait paraître un *Traité des Matières colorantes* en 2 volumes, remarquable ouvrage, dont les Allemands, maîtres incontestés à cette époque dans le domaine des colorants artificiels, ne possédèrent jamais l'équivalent.

Frappé de l'infériorité où notre pays se trouvait, et animé d'un profond patriotisme, L. Lefèvre se donna corps et âme à son œuvre, et rendit les plus précieux services aux rares chimistes français qui, modestement, s'occupaient de cette industrie. La guerre démontra du reste à ceux qui l'ignoraient que les explosifs en général dérivent des corps qui sont à la base de la fabrication des colorants.

Quand la guerre éclata, la publication de la *Revue générale des Matières colorantes* qui s'imprimait à Lille, rapidement envahie par l'ennemi, se vit subitement arrêtée. On conçoit les difficultés matérielles et pécuniaires par lesquelles dut passer son fondateur, pour pouvoir continuer sa publication. Il y arriva néanmoins à force d'activité et de courage, mais, épuisé par un labeur surhumain, il succombait en 1916.

Mme L. Lefèvre, avec une vaillance à laquelle on ne saurait trop rendre hommage, continua l'œuvre de son mari. Elle sut grouper autour d'elle un comité de savants et d'amis, parmi lesquels nous citerons au premier rang M. A. Wahl, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers et directeur du Laboratoire de Recherches de l'Usine Poirrier, à Saint-Denis.

Grâce à ces concours désintéressés la *Revue générale des Matières colorantes* sortit de ces dures épreuves plus vaillante que jamais. En raison des signalés services qu'elle a rendus et qu'elle continue à rendre, le Comité des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Arts chimiques a proposé de lui attribuer une médaille d'or. Le Conseil d'Administration a ratifié cette proposition.

Le Rapporteur,
M. PRUD'HOMME.

*
* *

Rapport présenté par le lieutenant-colonel PAUL RENARD, au nom du Comité des Arts économiques, au sujet de l'attribution de la médaille mise à la disposition de la Société française de Navigation aérienne par la Société d'Encouragement et attribuée à M. PIERRE CLERGET pour ses travaux sur les *moteurs à explosion pour l'aviation*.

Comme les années précédentes, la Société d'Encouragement a mis une médaille d'or à la disposition de la Société française de Navigation aérienne, en vue de récompenser des travaux récents ayant contribué au développement de l'aéronautique.

La Société française de Navigation aérienne propose d'attribuer pour 1925 cette médaille à M. Clerget qui, depuis de longues années, s'est spécialement occupé des moteurs à explosion.

On sait que ces moteurs tournent avec une grande rapidité; il en résulte par conséquent des forces d'inertie considérables. En vue de diminuer l'importance de ces forces, M. Clerget a eu le premier l'idée de proposer l'emploi de l'aluminium pour la fabrication des pistons. Il y eut de grandes difficultés techniques à vaincre pour mettre cette idée en pratique, et sa réalisation a permis d'augmenter notablement la vitesse de régime des moteurs, et par suite de diminuer leur poids par cheval.

M. Clerget s'occupe des moteurs à explosion depuis plus de 20 ans. Né à Dijon en 1875, dès l'âge de 17 ans, il construisait un petit modèle d'hélicoptère actionné par un moteur à fulmicoton. Il construisait également un moteur à pétrole pour actionner quelques outils. Ces travaux furent exécutés en 1892, dans les ateliers de son père, à Dijon.

Quatre ans plus tard, il construisait un moteur rotatif à essence, de 2,75 ch, qui fut expérimenté sur une voiture Panhard.

De 1896 à 1900, il réalisa 8 modèles de moteurs fixes, à huile de pétrole, qui furent construits industriellement.

En 1900, il construisit un moteur Diesel comportant l'injection simultanée de combustible et d'eau.

En 1903, il construisit un moteur à essence à compression variable, expérimenté par la Compagnie générale des Voitures à Paris.

De 1903 à 1907, il s'occupa de la construction de moteurs d'automobiles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En 1907, il construisit et expérimenta un moteur d'aviation rayonnant à 7 cylindres, de 50 ch, qui fut monté sur un aéroplane.

En 1909, il fabriqua un moteur à 4 cylindres, de 50 ch, pour l'aviation, dans lequel les pistons étaient en alliage léger d'aluminium.

En 1910, il construisit un moteur de 200 ch.

Pendant les années suivantes, de 1911 à 1914, il fabriqua trois types de moteurs différents, expérimentés pour l'aviation, et ayant obtenu des succès dans différentes épreuves.

La guerre arriva, et de 1915 à 1918, il ne construisit pas moins de 34 moteurs de types différents, d'une puissance variant entre 50 et 200 ch. Tous ces moteurs ont donné satisfaction.

Après la guerre, il continua à s'occuper de la construction des moteurs, et en même temps il faisait des expériences sur les carburants, pour le Ministère du Commerce.

Il convient de remarquer que tous ces moteurs ont été réalisés, que la plupart d'entre eux ont été appliqués et ont donné de très bons résultats.

Tous ces travaux auraient suffi pour attirer sur M. Clerget l'attention de la Société française de Navigation aérienne, mais une autre considération a largement contribué à déterminer son choix.

Depuis 1921, M. Clerget est attaché comme ingénieur au Service technique de la Navigation aérienne, en vue de poursuivre des études sur l'amélioration des moteurs d'aviation. Un laboratoire et des ateliers ont été mis dans ce but à sa disposition. Les travaux exécutés à ce titre par M. Clerget sont jusqu'à présent de nature confidentielle, et il nous est par conséquent impossible de donner dans ce rapport des indications précises à ce sujet. Nous pouvons seulement dire qu'ils ont pour but, outre l'allégement des moteurs, la diminution de la consommation et l'emploi de combustibles moins dangereux que l'essence, qui est actuellement le seul en usage. Si, comme il y a lieu de l'espérer, ces travaux aboutissent à un résultat pratique, un grand progrès aura été réalisé au point de vue des applications industrielles de l'aéronautique, et au point de vue de la sécurité des voyages aériens. Je puis affirmer que le Directeur du Service technique aéronautique et ses principaux collaborateurs attachent la plus grande importance aux travaux de M. Clerget. Il suffit de rappeler, comme preuve à l'appui, que depuis quatre ans, ces travaux sont exécutés aux frais de l'État et avec les encouragements officiels du Sous-Secrétariat d'État de l'Aéronautique.

En proposant d'attribuer à M. Clerget la médaille de la Société d'Encouragement, le rapporteur de la Société française de Navigation aérienne conclut en ces termes :

« Esprit minutieux, particulièrement ingénieux pour la solution ration-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nelle des nombreux problèmes de détail qui se posent dans ces questions complexes, M. Clerget nous donne de grands espoirs. Tous ceux qui ont été à même d'apprécier ses récents travaux en voient le haut intérêt. Les résultats provisoires déjà obtenus méritent de retenir notre attention, et, c'est pour cela, joint à tous les services rendus antérieurement, que la Commission spéciale de la médaille de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale propose de l'attribuer cette année à M. Clerget. »

Le Comité des Arts économiques a proposé à notre Conseil de ratifier le choix de la Société française de Navigation aérienne, et lui a demandé d'attribuer à M. Clerget une médaille d'or; ce qui a été accordé.

Depuis plusieurs années, M. Laurent-Eynac, sous-secrétaire d'État à l'Aéronautique, a bien voulu attacher à l'obtention de cette médaille une prime de 5.000 fr. Cette prime est également attribuée en 1925, et la Société d'Encouragement adresse ses remerciements à M. le Sous-Secrétaire d'État.

Le Rapporteur,
lieutenant-colonel PAUL RENARD.

*
* *

Rapport présenté par le lieutenant-colonel PAUL RENARD, au nom du Comité des Arts économiques, sur l'*organisation de l'Ecole supérieure de Perfectionnement industriel*, 92, rue de Clignancourt, Paris (18e), dirigée par le lieutenant-colonel ROCHE.

M. le lieutenant-colonel Roche a déjà reçu, il y a quelques années, une médaille d'or de la Société d'Encouragement pour la fondation de l'École supérieure d'Aéronautique. Cette école s'est développée depuis, et plusieurs centaines d'élèves en sont sortis avec le diplôme d'Ingénieur des Constructions aéronautiques et mécaniques. Tout en restant jusqu'à nouvel ordre une institution particulière, elle est considérée dès maintenant comme l'École d'Application où vont se former les ingénieurs de l'Aéronautique de l'État, dont le corps a été institué par une loi récente.

Au mois de février 1921, à la suite d'une suggestion de M. Jean Villey, le lieutenant-colonel Roche a fondé l'École supérieure de Perfectionnement industriel, absolument distincte de l'École supérieure d'Aéronautique, mais reliée néanmoins à celle-ci. Les Comités de Patronage et de Direction de l'École de Perfectionnement industriel comprennent plusieurs membres qui font partie des conseils de l'École supérieure d'Aéronautique. C'est en outre dans les locaux de cette école, mis à sa disposition, que l'École de Perfectionnement industriel fait la plupart de ses conférences.

Cette dernière, comme son nom l'indique, est destinée à perfectionner dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

certaines spécialités des ingénieurs sortis de diverses écoles, et la plupart, déjà employés dans l'industrie.

Pour être admis à suivre les cours, il faut avoir obtenu un diplôme d'ingénieur correspondant à la sortie de différentes écoles, telles que l'École Centrale, l'École supérieure d'Électricité, l'École des Mines, l'École des Ponts et Chaussées, l'École de Physique et de Chimie industrielles, l'École supérieure d'Aéronautique, des Instituts techniques universitaires, des Écoles d'Arts et Métiers. On peut admettre également des candidats n'ayant pas encore le diplôme d'ingénieur, mais présentant des références techniques ou scientifiques telles qu'une licence ès sciences physiques, l'examen de sortie de l'École polytechnique, etc.

Le nombre des places étant limité, les élèves sont choisis par un Comité de Direction scientifique dans lequel figurent plusieurs de nos collègues du Conseil : MM. Charpy, Kœnigs, Lecornu et Sauvage. L'École supérieure de Perfectionnement industriel est en outre placée sous le patronage d'un Comité où nous relevons également les noms de plusieurs membres du Conseil de la Société d'Encouragement, notamment M. Breton, le regretté M. Haller, MM. Le Chatelier, Lindet, Mesnager, Rateau et Renard.

Les élèves admis sont peu nombreux, et chacun d'eux est placé sous la direction immédiate et permanente d'un directeur d'études expérimentales désigné pour chaque élève par le Comité de Direction scientifique. Les fonctions de directeur d'études expérimentales sont confiées à des savants ou à des ingénieurs particulièrement qualifiés, travaillant dans des laboratoires officiels ou privés, de recherches scientifiques ou industrielles actuellement existants.

Le séjour à l'École est au minimum de 8 mois, et normalement d'une année. Il peut être prolongé sur la demande de l'intéressé et après avis favorable du Comité. Si la chose est possible, en même temps qu'ils travaillent à leur perfectionnement, les élèves peuvent également faire un service dans l'industrie; des arrangements ont été pris à cet effet avec différentes usines.

Tout en travaillant à l'étude spéciale qui leur est attribuée, les élèves suivent des conférences communes, à programmes variés, destinées à ouvrir leurs horizons et à les mettre au courant des questions actuelles d'ordre technique, scientifique, économique, social ou financier, intéressant le plus directement l'industrie. Ces conférences sont faites soit par des spécialistes pris en dehors de l'École, soit par les directeurs d'études expérimentales, soit par les élèves eux-mêmes.

Les élèves ayant terminé dans de bonnes conditions leur séjour à l'École de Perfectionnement peuvent recevoir un *diplôme d'études supérieures de sciences appliquées*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce diplôme consacre des études qui visent non pas seulement à former des ingénieurs spécialisés dans une branche particulière, mais à développer le sens des méthodes scientifiques applicables dans toutes les industries. Ces diplômes mentionnent la catégorie d'applications dans lesquelles rentre le sujet d'études expérimentales traitées par l'élève. Jusqu'à présent, les diplômes délivrés portent les mentions suivantes : Étude des matériaux; — Physique et mécanique appliquées; — Électro-technique; — Optique et photographie; — Aéro-dynamique appliquée; — Chimie appliquée.

Pour obtenir le diplôme, les élèves doivent justifier d'un travail expérimental continu, en collaboration permanente avec leur directeur d'études, au régime minimum de 8 demi-journées par semaine. Ils doivent en outre justifier d'une assiduité régulière aux exercices communs à l'École, et déposer un mémoire explicatif détaillé sur leur travail expérimental. Ce mémoire est annoté par le directeur d'études dont dépend l'élève.

Un jury d'examen fait un rapport sur chacun des élèves. Ce rapport est soumis au Comité de Direction scientifique de l'École, qui délivre ou refuse le diplôme.

Depuis le mois de février 1921, 54 ingénieurs-élèves ont été régulièrement inscrits à l'École, parmi lesquels figurent :

4 Ingénieurs des Arts et Manufactures;

2 Ingénieurs de l'École nationale des Ponts et Chaussées;

4 Ingénieurs de l'École supérieure d'Électricité;

11 licenciés ès sciences;

5 Ingénieurs de l'École de Physique et Chimie industrielles;

9 Ingénieurs électro-mécaniciens des Instituts universitaires;

5 Ingénieurs-chimistes des Instituts universitaires;

8 Ingénieurs des Arts et Métiers;

6 élèves d'origines diverses.

Sur ces 54 élèves, 11 ont terminé leur stage d'études sans avoir présenté de mémoire susceptible d'obtenir le diplôme. Ils ne peuvent prétendre qu'au titre d'ancien élève de l'École supérieure de Perfectionnement industriel. 14 autres élèves ont reçu le diplôme d'études supérieures, après avoir rempli toutes les conditions indiquées plus haut. 7 autres élèves ont actuellement terminé leur stage, et préparent la rédaction de leur mémoire en vue d'obtenir le diplôme. Enfin, 22 ingénieurs-stagiaires sont encore en cours d'études à l'École.

La plupart des élèves ont été admis dans les laboratoires du Service technique de l'Aéronautique; les autres ont travaillé soit au Laboratoire des Ponts et Chaussées, au Laboratoire des Recherches physiques de la Faculté des Scienoes, et au Laboratoire du Collège de France, mais les stages dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ces divers laboratoires ont été subventionnés par le Service technique de l'Aéronautique, qui a ainsi témoigné de deux manières l'intérêt qu'il attache à l'École de Perfectionnement.

L'École a été en outre encouragée par les subventions des Syndicats des Mécaniciens, Chaudronniers et Fondeurs de France, des Industries aéronautiques, des Applications des Combustibles liquides, et des Industries automobiles. Elle a reçu 100.000 fr de la Journée Pasteur, mais cette somme est tenue en réserve, et attribuée à l'École au fur et à mesure de la désignation des élèves qui doivent y faire un stage.

D'après les renseignements qui m'ont été fournis, les frais de stage d'un élève de l'École de Perfectionnement sont assez difficiles à évaluer, car les laboratoires où ils travaillent sont en général mis gratuitement à leur disposition. Toutefois, on peut estimer à 3.000 fr en moyenne les frais nécessités par un stage de durée normale, en y comprenant les 1.000 fr de scolarité.

Pour le fonctionnement de cette École, le Colonel Roche a reçu la collaboration précieuse de M. Villey, qui a eu l'idée de cette fondation; il est secrétaire du Comité de Direction scientifique et remplit fréquemment les fonctions de directeur d'études expérimentales dont il a été question plus haut.

Le Comité des Arts économiques a demandé l'attribution d'une médaille d'or à M. le Colonel Roche, tant en raison du développement de l'École supérieure d'Aéronautique, que de la fondation de l'École supérieure de Perfectionnement industriel.

Il a proposé aussi l'attribution d'une médaille de vermeil à M. JEAN VILLEY pour sa collaboration à la fondation et au fonctionnement de cette dernière école.

Le Conseil de la Société d'Encouragement a ratifié ce choix.

Le Rapporteur,
lieutenant-colonel PAUL RENARD.

*
* *

Rapport présenté par M. CH. FÉRY au nom du Comité des Arts économiques sur les *lampes électriques* « Norma » *à incandescence précises et sans réglage pour phares d'automobiles* de MM. ANTOINE MARSAT et ALFRED MONNIER.

Il est facile de comprendre qu'une lampe de projecteur d'automobile ne donne son plein rendement que si elle est correctement placée par rapport au miroir ou à la lentille de ce projecteur.

Or, il est impossible d'atteindre ce résultat avec les lampes ordinaires, malgré l'automatisme de la fabrication, le réglage devant être fait à 1/10 de millimètre près. Une erreur de position du point lumineux suivant l'axe du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

projecteur fait varier la convergence du faisceau obtenu, tandis que l'on obtiendra des résultats encore plus mauvais si ce point lumineux est placé en dehors de l'axe du miroir ou de la lentille.

Le mérite de MM. Marsat et Monnier est d'avoir trouvé un mode simple de réglage d'une lampe quelconque au moyen d'une douille spéciale permettant de déplacer cette lampe dans son culot et cela dans tous les sens, puis de fixer cette lampe d'une façon invariable dans la bonne position de réglage. Ceci est obtenu très simplement en terminant la douille des lampes par une pièce sphérique, agissant comme une sorte de rotule qui peut se déplacer dans tous les sens dans une pièce cylindrique servant de support définitif.

Quand la position correcte est obtenue, l'ouvrier fixe définitivement la lampe dans sa bonne position au moyen de quelques points de soudure.

Mais pour cela il a fallu aussi imaginer un dispositif optique permettant de saisir avec une grande précision la position de la lampe donnant le réglage correct, avant d'immobiliser le faux culot sphérique dans le culot cylindrique.

Ce résultat est obtenu en opérant sur un banc de réglage qui porte de petits projecteurs, des prismes et des objectifs qui forment sur un écran l'image du filament de la lampe. Cet écran porte des repères indiquant à l'ouvrier la position que doivent avoir les images des filaments pour que la lampe soit bien réglée.

Les points de soudure sont alors faits au travers de fentes spécialement prévues, ce qui solidarise d'une façon absolue le culot cylindrique extérieur et le faux culot sphérique intérieur. Ce réglage peut être fait à 1/10 de millimètre bien que la production d'une ouvrière soit supérieure à 100 lampes par heure.

On comprend qu'une telle précision soit très favorable à la construction en série de projecteurs parfaitement identiques, et atteignant par conséquent un prix de revient peu élevé.

Dans ce sens encore, M. Marsat a amené des perfectionnements intéressants, en appliquant aux projecteurs d'autos les méthodes bien connues de M. J. Rey, utilisées depuis 1907 dans les Établissements Sautter-Harlé pour l'étude des projecteurs militaires.

Par la mesure de l'aberration des miroirs des projecteurs fabriqués en série, on peut rapidement rebuter ceux dont l'aberration est excessive (supérieure par exemple à 8 mm) et arriver à une fabrication irréprochable de l'appareil complet.

Cette étude détaillée de l'appareil de projection, a permis à M. Marsat de déterminer la longueur utile du filament que doit posséder une lampe pour un miroir donné. Ce filament doit épouser, on le comprend, la longueur de la partie axiale de la caustique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi s'explique la création de trois modèles de la nouvelle lampe « Norma » et qui ont respectivement des filaments de 2, 4 et 6 mm de longueur.

On trouvera des renseignements détaillés sur ces lampes et leur réglage dans une étude de M. Marsat même parue dans le *Bulletin* de novembre 1925, page 737.

La lampe « Norma », grâce aux qualités qui viennent d'être indiquées, a reçu le meilleur accueil des automobilistes. Elle nous évite de recourir pour cette application à la fabrication étrangère. Les Allemands avaient en effet, dès 1914, lancé des projecteurs sans réglage fonctionnant avec des lampes Osram à culot spécial, mais leur réglage était loin d'être aussi poussé que celui des nouvelles lampes françaises.

Le Comité des Arts économiques a proposé d'accorder pour les travaux qui viennent d'être cités, une médaille d'or à M. Antoine Marsat et une médaille de vermeil à M. Alfred Monnier dont la collaboration lui a été précieuse pour la réalisation de ses idées. Le Conseil de notre Société a ratifié cette décision.

Le Rapporteur,
CH. FÉRY.

*
* *

Rapport présenté par M. Ch. Féry, au nom du Comité des Arts économiques sur la *lampe « Opticia », n'émettant pas de radiations ultra-violettes, imaginée par* M. Maurice Curie.

Parmi les sensations pénibles qui assaillent le Parisien à son retour de vacances, il faut citer en premier lieu celle qui provient de l'orgie de lumière à laquelle est soumise la rétine. Cette sensation pénible est peut-être moins due à l'excès des radiations et à la mauvaise disposition des lampes (placées le plus souvent à hauteur de l'œil) qu'à la nature même des radiations fournies par les lampes modernes.

C'est un fait bien connu que le rendement lumineux qu'on a appelé quelquefois « l'équivalent mécanique de la lumière » croît très rapidement avec la température de la source lumineuse, d'où l'emploi de filaments très poussés, dont la température atteint 2.000 à 2.300°.

Malheureusement, dans ces conditions, la quantité de rayons ultra-violets, si pernicieux pour la rétine, augmente encore plus vite que le gain en radiation lumineuse ($\lambda = 0{,}54\ \mu$) et il en résulte une fatigue excessive et des troubles de la vision.

Si la radiation solaire, cependant émise par un corps dont la température

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

est encore supérieure (6.000° environ), n'est pas plus fatigante, ceci provient de ce que la filtration des radiations solaires par l'énorme épaisseur de l'atmosphère, les a débarrassées de leurs rayons ultra-violets invisibles, mais si dangereux pour l'œil.

Ce sont ces considérations qui ont amené un jeune ingénieur M. Maurice Curie, à étudier un verre spécial, destiné à la fabrication des ampoules des lampes à filament métallique, et jouant par rapport aux radiations fournies par ce filament, le rôle que joue l'atmosphère terrestre par rapport aux radiations solaires.

L'examen d'un spectre de lampe à incandescence ordinaire, et de celui fourni par la nouvelle lampe et obtenus sur une même plaque au moyen d'un spectrographe en quartz de Féry, montre que le verre de l'ampoule « Opticia » diminue à peine le rendement lumineux de la lampe, mais supprime complètement les radiations nocives invisibles, de longueur d'onde inférieure à 0,350 μ.

Il en résulte que la teinte et l'intensité de la lumière obtenue ne sont pas modifiées d'une manière sensible, mais que cette lumière filtrée, très douce à l'œil, permet sans fatigue un travail prolongé au moyen de l'éclairage fourni par la nouvelle lampe.

D'autre part la constitution même de la paroi de verre de l'ampoule donne à cette ampoule des propriétés diffusantes analogues à celle d'une ampoule dépolie, mais avec un meilleur rendement, ce qui fait que toute la surface de l'ampoule devient lumineuse pendant le fonctionnement, et que l'œil n'est pas ébloui par la brillance excessive d'un filament vu au travers d'une ampoule transparente.

Devant les résultats obtenus : rendement non affaibli par la présence du filtre sélecteur, et surtout innocuité complète de la lumière obtenue, il est certain que cette nouvelle lampe sera bien accueillie, non seulement par les ingénieurs éclairagistes, mais surtout par les physiologistes de la vision.

M. Maurice Curie a fait en séance publique de notre Société, une communication sur la lampe « Opticia ». On en trouvera le texte dans le *Bulletin* d'octobre 1925, page 700.

En raison de l'intérêt très grand que présente la lampe « Opticia », le Comité des Arts économiques a proposé de décerner une médaille d'or à son inventeur M. Maurice Curie. Le Conseil d'Aministration a ratifié cette proposition.

Le Rapporteur,
CH. FÉRY.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Rapport présenté par M. JEAN REY, au nom du Comité des Arts économiques, sur les *travaux de* M. MAURICE SAUREL, *concernant la technique de l'éclairage.*

M. Maurice Saurel, actuellement directeur général de la Compagnie des Lampes, au capital de 60 millions de francs, qui a été constituée par la réunion des principales usines de fabrication des lampes à incandescence en France, a consacré de nombreuses années à l'étude des principes techniques de l'éclairage et à leur vulgarisation.

Depuis trois ans notamment, M. Saurel a commencé une campagne pour un meilleur éclairage, dans le but de répandre dans le public les véritables règles à suivre pour l'éclairage de tous locaux intérieurs, et, notamment, des ateliers et usines où cette question se trouve avoir une importance capitale pour l'hygiène de la vue.

Il a fait publier, sous sa direction, une série de 9 brochures, dont la première a paru en janvier 1924 et la dernière en février 1925, et dont voici les titres :

Notions générales sur l'éclairage;

L'éclairage du home;

La campagne pour un meilleur éclairage;

L'établissement d'un projet d'éclairage électrique;

Pourquoi et comment (Pourquoi l'on doit se bien éclairer, et comment l'on peut se bien éclairer);

Influence du dévoltage sur la durée des lampes et sur le prix de la lumière électrique;

L'éclairage moderne des voies publiques et des grands espaces;

L'éclairage des vitrines de magasins;

Le luxmètre Mazda.

Ces brochures, qui ont été établies par des techniciens de l'éclairage, constituent une contribution remarquable à la science de l'ingénieur dit « éclairagiste », et méritent d'être universellement répandues. Tous les grands problèmes de l'éclairage y sont traités d'une façon claire et précise. Ces brochures renferment l'énumération des principaux problèmes concernant l'éclairage et leur solution, accompagnés de tableaux numériques fort intéressants.

M. Saurel ne s'est pas contenté d'un travail purement didactique. A l'Exposition de Physique, en décembre 1923, il avait fait installer une salle de démonstration où diverses expériences très démonstratives avaient été imaginées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En 1924, M. Saurel inaugurait de nombreuses conférences, données, soit à Paris, soit dans la banlieue, et il avait pu, grâce à son activité, s'assurer la collaboration des grands secteurs de distribution d'électricité. Ces conférences réunissaient comme auditeurs les élèves de nos grandes écoles, des représentants des sociétés techniques, des associations d'ingénieurs et des groupements professionnels.

Puis, M. Saurel fit ouvrir un bureau technique important pour l'étude de tous les projets d'éclairage. Des spécialistes compétents, envoyés tout d'abord en Amérique et dans différents pays de l'Europe, pour étudier les méthodes déjà appliquées, étaient attachés à ce bureau.

Enfin, pour continuer cette campagne, M. Saurel a créé une société dite « Pour le Perfectionnement de l'Éclairage », dans laquelle il a groupé un certain nombre de personnalités les plus éminentes de l'industrie électrique.

M. Saurel a été également l'un des promoteurs de la Section d'Éclairage, ouverte pour la première fois à l'École d'Électricité en 1925, et dont le succès a été considérable. On avait escompté 20 élèves et la Section en a eu 48.

Une série de conférences ont été données à cette Section par les ingénieurs spécialistes les plus éminents, et ces conférences ont été complétées par des travaux pratiques effectués, soit à l'École d'Électricité, soit à l'Institut d'Optique théorique et appliquée.

Une telle activité et les services qu'il a déjà rendus méritent à M. Saurel une récompense importante de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. Déjà, en 1925, l'Association des Industriels de France contre les accidents du Travail lui a décerné l'une de ses meilleures distinctions, pour reconnaître l'effort qu'il avait fait en vue de diminuer les risques professionnels des travailleurs dans les usines. Le Comité des Arts économiques a donc proposé de décerner à M. Saurel une médaille d'or, récompense que le Conseil d'Administration a accordée.

Le Rapporteur,
JEAN REY.

*
* *

Rapport présenté par M. HENRI HITIER, au nom du comité d'Agriculture, sur les *travaux de* M. FRANÇOIS MALET, *directeur général de l'Agriculture au Maroc.*

L'agriculture constitue la principale richesse du Maroc; elle est à la base de son essor économique; aussi, le maréchal Lyautey, dans l'œuvre magnifique qu'il a accomplie au Maroc, s'était-il attaché par-dessus tout à développer l'agriculture, et, dans ce but, s'était-il entouré d'administrateurs

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

éminents auxquels il avait su communiquer, en même temps que ses vues larges, sa foi dans l'avenir du pays dont le Gouvernement lui avait confié la mise en valeur.

Au premier rang de ces collaborateurs se place M. Malet, directeur général de l'Agriculture, du Commerce et de la Colonisation au Maroc. C'est en 1913 qu'à la demande du général Lyautey, M. Malet quittait le Secrétariat de la Direction générale de l'Agriculture de Tunisie pour venir au Maroc à l'effet d'y créer et d'y organiser les services de l'agriculture et de l'élevage. M. Malet était en Tunisie depuis 1895, s'étant acquis auprès des différents directeurs de l'Agriculture dont il fut le collaborateur, comme auprès des colons, des agriculteurs et des commerçants, une situation hors pair; partout il était regardé comme un travailleur infatigable, un technicien très compétent, aux idées toujours pratiques.

Ces grandes qualités, M. Malet allait les développer singulièrement encore dans le poste élevé où l'appelait la confiance du général Lyautey.

La Direction générale de l'Agriculture, du Commerce et de la Colonisation qui, en 1915, a succédé au Service de l'Agriculture, est plus particulièrement chargée de l'étude des questions économiques.

En s'appuyant sur une étroite collaboration de travail avec les organisations professionnelles françaises et indigènes (chambres d'agriculture, chambres de commerce et d'industrie, chambres mixtes) le principe directeur de cette administration a été de poursuivre l'exécution d'un programme élaboré suivant les enseignements recueillis en Algérie et en Tunisie, en procédant à l'élimination de tout ce qui ne répond pas aux conditions de milieu, géologiques, climatologiques et géographiques du pays et en introduisant, au contraire, tout ce qui est apte à contribuer à l'accroissement de ses richesses.

Étudier les conditions naturelles des productions animales et végétales; guider et stimuler le progrès agricole chez l'indigène dans la mesure reconnue possible d'après l'évolution déjà réalisée dans les colonies voisines; conseiller et aider le colon; tracer la voie des progrès futurs par l'expérimentation scientifique; étudier les questions d'hydraulique agricole et d'améliorations foncières; collaborer à l'organisation de l'enseignement professionnel agricole; développer l'élevage avec le maximum de rendement en qualité et en quantité; organiser le commerce extérieur et intérieur; créer des centres de colonisation, telles sont les grandes lignes du programme en cours d'exécution.

Les résultats déjà obtenus et qui ne pourront que s'accroître, font l'admiration de tous ceux qui ont pu s'en rendre compte sur place même en parcourant le Maroc.

M. Malet, ancien élève de l'Institut national agronomique, s'inspire

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

toujours dans les programmes qu'il s'est tracés, des leçons reçues à notre école supérieure d'agriculture; en élève de M. Tisserand, il s'est toujours rendu compte que la science était à la base de tout progrès agricole et cela est peut-être encore plus vrai dans un pays comme le Maroc qu'en France. Aussi a-t-il su faire doter les différents services de l'Agriculture de laboratoires et de stations de recherches scientifiques qui sont des modèles, tels par exemple les laboratoires de M. Monod, chef du Service de l'Élevage à Casablanca, telle la Station de Sélection des Plantes de Rabat que dirige M. Miège.

En vous demandant l'attribution pour M. Malet d'une des hautes récompenses dont puisse disposer notre Société, le Comité d'Agriculture est certain de se faire l'interprète du maréchal Lyautey. Il y a deux ans, lors de sa réception à l'Académie d'Agriculture, le Maréchal, après avoir esquissé l'œuvre agricole qui s'accomplissait au Maroc, ne disait-il pas : « Tout cela se fait grâce à notre Service de l'Agriculture, à M. Malet, directeur général de l'Agriculture et de la Colonisation qui, depuis 10 ans, se donne à cette œuvre avec un dévouement, avec une compétence technique et une générosité remarquable, et à qui je suis heureux de rendre ici l'hommage qu'il mérite. »

Le Conseil de la Société d'Encouragement, approuvant la proposition du Comité d'Agriculture, a décidé d'accorder une médaille d'or à M. François Malet.

Le Rapporteur,
HENRI HITIER.

*
* *

Rapport présenté par M. JOSEPH BOURDEL, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur M. LUCIEN BECHMANN, architecte de la *Maison des Étudiants de l'Université de Paris* (*Fondation Deutsch de la Meurthe*).

Paris a été, de tout temps, un centre intellectuel recherché par tous les étudiants de la France et de l'étranger, en raison de la haute valeur de l'enseignement supérieur qu'ils y trouvent dans tous les domaines, littéraire, scientifique et artistique.

A la suite de la guerre et de la victoire, ce mouvement s'est encore accru et nous avons vu affluer à Paris une foule de jeunes gens et de jeunes filles, venant des diverses provinces de la France et des pays étrangers, même les plus lointains, pour recevoir, dans les cours de notre université, de notre Sorbonne, de nos grandes écoles nationales, les leçons nécessaires à leur instruction et au développement de la culture française.

Malheureusement, les conditions matérielles de la vie étaient changées

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et les difficultés de l'existence à Paris étaient devenues telles qu'elles risquaient d'entraver cet essor. La crise du logement, notamment, pouvait avoir de graves et fâcheuses répercussions sur le recrutement de cette élite de la jeunesse.

Un grand philanthrope, M. Émile Deutsch de la Meurthe, fut un des premiers à se préoccuper de ce grave problème.

Désireux d'assurer à nos étudiants sans fortune et aux étudiants étrangers des facilités de vie, indispensables pour la poursuite de leurs études à Paris, M. Émile Deutsch fit don à l'Université de Paris d'une somme de 10 millions de francs pour construire des maisons encadrées de verdure, offrant à la jeunesse des écoles des logements gais et hygiéniques.

Voici ce que M. Émile Deutsch écrivait le 17 septembre 1921 à M. Paul Appell, recteur de l'Université de Paris :

« Cette fondation, qui portera mon nom et celui de ma femme, aura pour « but d'édifier des pavillons destinés à fournir un logement salubre à « 350 étudiants près de l'Université de Paris. Aider nos étudiants, c'est aider « la France. »

Cette magnifique libéralité, acceptée avec reconnaissance par M. Appell, engagea le Gouvernement à élargir le programme envisagé par M. Émile Deutsch, en créant sur une partie des fortifications démolies une vaste cité universitaire dont la fondation Deutsch serait le plus important élément, autour duquel se grouperaient d'autres fondations françaises et étrangères, assurant les mêmes avantages à certaines catégories d'étudiants, un parc avec terrain de sports devant compléter cet ensemble.

Par une délibération du Conseil municipal et par une loi votée en juin 1921, un large emplacement (d'une superficie de 9 ha pour les constructions et de 18 ha pour le parc des sports) pris sur la zone des anciennes fortifications, en bordure du boulevard Jourdan, fut affecté à la création de la Cité universitaire et sur cet emplacement un terrain rectangulaire d'une superficie d'un hectare et demi fut réservé spécialement à l'Université de Paris pour y élever les bâtiments de la fondation Deutsch.

La construction des pavillons de la fondation Deutsch fut confiée à M. Lucien Bechmann, architecte à Paris, qui s'est inspiré des désirs du généreux donateur et du recteur de l'Université de Paris pour réaliser le programme de la fondation, tel qu'il résulte des statuts et qu'il convient de rappeler ici :

1° Edifier, aménager et entretenir des constructions peu élevées et encadrées de verdure, propres à fournir des logements meublés, hygiéniques et d'un prix réduit à des étudiants et étudiantes peu fortunés ;

2° Donner à ces étudiants et étudiantes l'habitude et le goût d'une vie

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

hygiénique pour qu'ils soient par la suite, dans les milieux où ils sont appelés à vivre, les propagandistes de l'hygiène individuelle et sociale;

3° Donner aux étudiants l'habitude et le goût de l'initiative, de l'association et de la coopération en encourageant parmi eux l'organisation de groupements sportifs et de sociétés artistiques et autres, et même en les associant dans une certaine mesure à l'administration de la fondation, pour ce qui concerne les créations et les réformes d'ordre intérieur.

Ce sont ces idées qui ont présidé à l'élaboration des plans de l'architecte : cadre de verdure; bâtiments peu élevés; logements confortables, indépendants et cependant groupés, salle de réunion commune, hygiène.

Voici les grandes lignes du programme. Voyons comment M. Lucien Bechmann l'a réalisé.

Sept corps de bâtiments séparés, dont plusieurs réunis deux à deux par des pergolas garnies de roses, encadrent une grande surface de pelouses, discrètement égayées par quelques arbres.

Deux pavillons en équerre délimitent l'entrée principale, et deux pavillons également en équerre leur correspondent à droite et à gauche du pavillon central. Celui-ci, dont la façade est flanquée d'un beffroi assez élevé, se dresse au fond du terrain, derrière les pelouses. Sa conception et sa réalisation sont particulièrement heureuses. C'est là qu'on trouve la salle des fêtes, les salles de lectures et de jeux, de musique et de sports (gymnastique, escrime, boxe).

Enfin deux pavillons rectangulaires occupent les côtés Est et Ouest; ils diffèrent en ce que le pavillon situé à l'Est, réservé aux étudiantes, comporte au rez-de-chaussée un péristyle largement ouvert pour la circulation vers les jardins voisins et abrite un petit restaurant où les étudiants trouvent à bon compte des aliments chauds.

Chaque bâtiment se compose d'une suite de pavillons accolés, mais indépendants. Chaque pavillon comprend 20 chambres, desservies par un escalier unique; il constitue donc une cellule de la grande ruche, avec son organisation propre, tout en bénéficiant des avantages réservés à la collectivité.

Le style adopté par M. Lucien Bechmann pour ses façades à pignons et ses légères tourelles et aussi pour ses toits à pentes accentuées paraît avoir été inspiré par l'architecture du Moyen Age, mais modernisée et simplifiée, afin de mieux s'adapter aux conceptions actuelles.

Sur les pelouses, sur le parc de Montsouris, sur le futur parc des sports, prennent vue les 350 chambres, dont on s'est attaché à varier la couleur par la diversité des papiers et de la teinte des boiseries, comme aussi par la disposition d'ameublements, tous semblables, mais dont la répartition s'inspire de celle des fenêtres. Petites fenêtres à l'anglaise, s'ouvrant de dedans en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dehors, munies de crémaillères qui les fixent tout en permettant de doser l'entrée de l'air.

L'ameublement, très simple, est particulièrement soigné : une table-bureau, une petite bibliothèque, deux chaises, un lit-divan. Enfin un lavabo à eau courante et, pour chaque groupe de sept à huit logements, un bain-douche que complètent des salles de bains aménagées dans le sous-sol.

Dans le pavillon réservé aux étudiantes, la chambre comporte une alcôve formant cabinet de toilette, dissimulée par une tenture ; à l'eau courante froide, s'ajoute l'eau chaude ; des baignoires sont installées à chaque étage.

On voit que l'architecte s'est scrupuleusement conformé aux intentions du fondateur. Il a su faire quelque chose d'intime et de familial, tout en restant architectural.

Cette réalisation lui fait grand honneur ; car s'il a réussi à répondre complètement aux exigences du programme qui lui était imposé, il a d'autre part conçu et exécuté une œuvre considérable, d'une harmonie parfaite et d'un caractère d'art, très personnel, qui a mérité de retenir l'attention du Comité des Constructions et des Beaux-Arts.

Le Conseil, retenant la proposition de ce Comité, a décidé d'accorder à M. Lucien Bechmann une médaille d'or.

Le Rapporteur,
JOSEPH BOURDEL.

*
* *

Rapport présenté par M. Marcel Magne, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur l'*École de Dessin de la Chambre syndicale des Dentelles et Broderies de Paris*.

L'École de Dessin de la Chambre syndicale des Dentelles et Broderies de Paris, 18, rue des Bons-Enfants, Paris (1er arr.), existe depuis 1901, époque à laquelle cette chambre syndicale, désirant procurer à ses adhérents des dessinatrices connaissant à fond le dessin et les techniques de la dentelle et de la broderie, confia à Mlle Marguerite Charles, professeur de dessin, la direction de cet enseignement spécial.

L'enseignement comprend, d'une part, le dessin, l'étude des styles anciens et la composition moderne, donnant ainsi une éducation artistique solide et, d'autre part le piquage, le ponçage, l'exécution des points de dentelle et de broderie, la mise en carte des modèles destinés aux métiers mécaniques les plus perfectionnés.

A voir les résultats obtenus, notamment ceux qui, présentés à l'Exposition internationale des Arts décoratifs et industriels modernes de 1925, ont valu

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à l'École un grand prix hautement mérité, on ne saurait trop louer la Chambre syndicale de son initiative de 1901 et Mlle Marguerite Charles, ainsi que ses collaborateurs, de la manière dont ils ont répondu à cette initiative, depuis plus de vingt ans.

En préparant les élèves à gagner leur vie grâce au rôle indispensable qu'elles sont capables de remplir dans le développement d'une industrie d'art nationale, l'École fait une œuvre utile, digne de tous les encouragements. En conséquence, le Comité des Constructions et des Beaux-Arts a demandé pour cette école une médaille d'or; le Conseil de la Société d'Encouragement a accordé cette récompense.

Le Rapporteur,
MARCEL MAGNE.

*
* *

Rapport présenté par M. GRUNER, au nom du Comité de Commerce, sur le rôle prépondérant joué par M. ERNEST CUVELETTE dans la *restauration des Houillères du Nord et du Pas-de-Calais*.

Il y a bientôt un an, nous avons, au plus profond de notre être, vibré à l'unisson de M. Cuvelette quand il nous décrivait la sauvage destruction des belles installations de la Société des Mines de Lens, et faisait passer sous nos yeux quelques représentations des 220 puits dont la plupart étaient complètement détruits au jour et au fond et dont les autres avaient été intentionnellement, scientifiquement rendus inutilisables pour un nombre indéterminé d'années, espérait l'ennemi, par l'emploi d'explosifs disposés par des techniciens de façon à produire le maximun de dégâts dans le minimum de temps, et cela alors que l'armée ennemie était en pleine retraite, que les chefs savaient la partie irrémédiablement perdue, mais qu'ils voulaient tout au moins annihiler des installations produisant plus de 20 millions de tonnes de houille et arriver à rendre, pour de longues années, impossible, le rétablissement de la prospérité de l'industrie française.

Nous avons aussitôt après, tressailli de joie et de fierté quand M. Cuvelette nous a dit ce qu'a été la rapidité de la restauration réalisée grâce à la collaboration fraternelle d'une pléiade d'ingénieurs, aussi distingués que dévoués, secondés par une population de mineurs profondément attachés à leur pays; encadrés par des maîtres mineurs qui, à aucun moment, n'ont hésité en face du danger et des difficultés pour hâter la restauration des exploitations qu'ils avaient contribué à créer, et qu'ils avaient vu détruire avec stupeur, mais aussi avec la ferme décision de tout restaurer sans délai ni considération des dangers à courir et des peines à supporter.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'exposé magistral (1) que nous a présenté M. Cuvelette avec une si juste fierté pour les résultats réalisés, en un si court délai, restera dans notre *Bulletin*, la preuve de ce que peuvent nos mineurs et de ce qu'est leur invincible énergie quand ils sont entraînés par des chefs aimés en qui ils ont pleine confiance.

Notre Comité de Commerce a proposé, en décernant à M. Cuvelette une médaille d'or, de récompenser en lui l'ingénieur éminent, qui, à côté de Reumaux et après lui, a été de ceux qui ont le plus fait pour la restauration de toutes les industries du Nord et du Pas-de-Calais, et d'honorer en même temps que lui, par cette haute distinction, tous les collaborateurs — ouvriers de toutes catégories, contremaîtres et ingénieurs — qui, par leur énergique et dévoué concours, ont tout fait pour le relèvement industriel et économique de notre pays, et ont montré aux dévastateurs qu'ils s'étaient singulièrement trompés en croyant avoir annihilé pour longtemps la puissance de notre France.

Le Conseil de notre Société a accepté la proposition du Comité de Commerce et a décerné une médaille d'or à M. Ernest Cuvelette.

Le Rapporteur,
ED. GRUNER.

*
* *

Rapport présenté par M. Georges Risler, au nom du Comité de Commerce, sur le *Sanatorium des Étudiants de Saint-Hilaire-du-Touvet* (Isère) (Fondation de l'Union nationale des Associations générales d'Étudiants).

Le Comité de Commerce a proposé d'accorder une médaille d'or à l'œuvre du Sanatorium des Étudiants.

Un groupe d'étudiants, profondément émus par la détresse de quelques-uns de leurs camarades atteints par la tuberculose, obligés d'interrompre leurs études, dépourvus de moyens suffisants pour essayer de se guérir dans un sanatorium, et dont la vie est sérieusement menacée s'ils restent en ville, se sont réunis et ont formé l'Association du Sanatorium des Étudiants. Ils ont réuni des fonds, ont demandé à un de leurs amis, architecte aussi intelligent que dévoué, de leur dresser des plans qui ont été soumis par eux aux hommes qui font autorité en matière de tuberculose, soit professeurs de la Faculté de Médecine, soit administrateurs d'œuvres anti-tuberculeuses, et le Sanatorium s'élève en ce moment dans l'Isère, à Saint-Hilaire-du-Touvet, tout près du magnifique sanatorium du Comité des Forges, et de celui du département du Rhône.

(1) *Bulletin* de mai 1925, pages 359-398.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il y a là une initiative admirable, et il a semblé que le Comité de Commerce, qui a dans ses attributions tout ce qui touche aux œuvres sociales, avait le devoir de proposer une belle récompense. Il estime qu'ainsi des initiatives de ce genre, qui sont parmi les plus louables, seront sérieusement encouragées.

Le Conseil d'Administration de la Société d'Encouragement, acceptant la proposition du Comité de Commerce, a décerné une médaille d'or au Sanatorium des Étudiants.

Le Rapporteur,
GEORGES RISLER.

*
* *

Rapport présenté par M. JEAN MARC BEL, au nom du Comité de Commerce, sur les *travaux géologiques* de M. PAUL FOURMARIER et en particulier sa *carte géologique du Congo belge*.

Depuis de nombreuses années M. Fourmarier poursuit des études de tectonique et de géologie appliquées. Il a publié de nombreux travaux et de savants mémoires dans la *Revue universelle des Mines* et les *Annales de la Société géologique de Belgique*, dont il est membre correspondant.

Il fut diplômé ingénieur civil des mines en 1899; ingénieur-géologue en 1901, nommé ingénieur au Corps des Mines en 1900, actuellement en disponibilité avec le grade d'ingénieur principal de première classe; puis et successivement il fut assistant de géologie à l'Université de Liége, en 1901, répétiteur et professeur ordinaire, enfin doyen de la Faculté technique, en 1923-1924.

Il est membre correspondant de l'Académie royale de Belgique, membre correspondant de l'Académie des Sciences de Roumanie, correspondant étranger de la Société géologique de Londres, secrétaire général de la Société géologique de Belgique, vice-président de la Société géologique de France, vice-président de la Section de Liége de l'Association des Ingénieurs de Liége et titulaire de la médaille d'or de l'Association des Ingénieurs de Liége.

Les travaux de M. Fourmarier ont porté spécialement sur : la stratigraphie des terrains primaires de la Belgique, principalement le Dévonien et le Houiller; le bassin houiller de la Campine, lors de la campagne initiale de recherches; la paléontologie stratigraphique du Houiller de Liége; la tectonique des terrains primaires de la Belgique.

Il a mis en lumière la véritable signification de la « fenêtre de Theux » et a montré l'importance des phénomènes de charriage en Belgique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il a publié des vues d'ensemble sur la tectonique de l'Ardenne et en a dégagé les règles; puis il a exécuté une série de travaux sur la tectonique du Houiller et son prolongement sous le grand massif charrié du Condroz.

Son mémoire sur la tectonique a été couronné par l'Académie royale de Belgique.

En géogénie, on cite ses études des mouvements du sol, de la schistosité et ses recherches sur le pétrole, etc.

Ses travaux à l'extérieur ont consisté en une étude tectonique sur le Djebel-Slata (Tunisie centrale).

M. Fourmarier a accompli, en 1913, une mission au Congo belge et en Afrique centrale pour y effectuer des études géologiques et minières. A la suite de cette mission il a publié :

1° Une étude sur la vallée de la Malagarasi, accompagnée d'une carte géologique; ce travail est considéré comme le meilleur qui ait été fait sur cette région;

2° Une étude du bassin houiller de la Lukuga, un relevé détaillé d'une étendue considérable de territoire, comprenant la majeure partie du terrain houiller, la tectonique, les variations du facies, de l'origine de certaines formations et les phénomènes glaciaires;

3° Un mémoire sur la géologie physique de la région du Tanganyika, et sur les particularités de sa géographie physique;

4° Une étude comparative des formations postprimaires de la région des Grands Lacs africains.

Ces études ont servi de base à des recherches plus détaillées sur la géologie du Congo belge et notamment sur l'âge des terrains du Centre africain. A la suite de ces recherches, M. Fourmarier vient de publier la carte géologique du pays, avec un mémoire descriptif annexé.

Ce dernier sera complété par une étude sur l'âge des formations sédimentaires du Congo, qui est à l'impression.

La carte géologique du Congo belge de M. Fourmarier devient ainsi un document scientifique de la plus haute importance pour la connaissance du sous-sol de l'Afrique congolaise. Nous en avons rédigé et publié dans le *Bulletin* de la Société d'Encouragement (1) un résumé où nous avons ajouté nos observations personnelles à la suite des missions remplies par nous-même en Afrique équatoriale française.

Il est juste de signaler que ce remarquable travail a porté aussi bien sur le territoire belge que sur le territoire français du bassin du Congo, parce que, dans le bassin de ce grand fleuve africain, ces territoires sont symétriques,

(1) *Bulletin* de juin 1925, page 475.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

au point de vue de leur géologie, par rapport à ce fleuve ; il aurait pu s'intituler : « Carte géologique du Bassin franco-belge du Congo ».

Les conclusions de M. Fourmarier relatives à l'avenir minier, tant du côté belge que du côté français, nous ont paru extrêmement suggestives ; elles sont basées sur les résultats considérables de l'exploitation des mines au Congo belge, résultats qui permettent, au point de vue français, de nourrir des espoirs scientifiquement fondés sur le développement minier et industriel du Congo belge, véritable frère jumeau géologique du Congo français, dans notre colonie de l'Afrique équatoriale.

Pour ces motifs, ce mémoire dont le titre ne vise très modestement que le Congo belge, mais qui, à un haut degré, doit retenir l'attention de la France, a paru digne au Comité de Commerce de mériter une haute récompense. Le Conseil de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale a décidé de décerner une médaille d'or à son éminent auteur M. Paul Fourmarier.

Le Rapporteur,
JEAN MARC BEL.

*
* *

Médailles de vermeil.

Rapport présenté par M. M.-J. ANDROUIN, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur le *système de suspension pneumatique des véhicules*, *imaginé par* M. JACQUES PATOUREAU.

M. Patoureau a, depuis de nombreuses années, étudié le problème de la suspension des véhicules.

Considérant que parmi les organes qui relient la route au véhicule proprement dit, l'un, l'essieu, ne peut pas être très élastique, et un autre, le bandage, ne peut subir que des déformations de faible amplitude, il a porté son attention sur le troisième organe, le ressort, auquel sont demandées les grandes déformations.

Si le ressort était parfait, le véhicule en marche avancerait sans oscillation verticale appréciable malgré les irrégularités de la route, ces irrégularités étant absorbées par les déformations du ressort.

Par le raisonnement et l'expérience, M. Patoureau a déterminé que le ressort idéal doit présenter le minimum possible d'inertie, et être capable de flexions très rapides, ces flexions étant apériodiques.

M. Patoureau a réalisé il y a une vingtaine d'années déjà, une suspension où un ressort à air compensait l'insuffisance du ressort métallique auquel il était ajouté.

Après un certain nombre d'essais, l'appareil fut amené à la forme que l'auteur lui a conservée depuis lors : une outre gonflée d'air, supportant la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

charge. Les détails de la fabrication et notamment l'étanchéité de la valve furent minutieusement mis au point et dès 1907 plus de 1.000 véhicules équipés avec ce ressort à air fonctionnaient d'une manière satisfaisante.

A cette époque, l'auteur communiqua à notre Société ses premiers travaux, qui furent l'objet d'un rapport favorable de M. Rateau (1).

Quelques années plus tard, M. Patoureau, poussant plus loin ses études, supprima le ressort métallique et confia au ressort à air seul le soin d'absorber par ses déformations toutes les irrégularités de la route.

Par suite de la guerre et de diverses circonstances, l'exploitation industrielle sur une grande échelle n'a pas pu être réalisée, mais des expériences ont montré qu'un ressort à air bien approprié au véhicule peut satisfaire aux conditions nécessaires à un bon roulement.

C'est pourquoi le Comité des Arts mécaniques a proposé d'attribuer à M. Jacques Patoureau une médaille de vermeil pour son ressort à air et l'ensemble de ses travaux sur la suspension des véhicules. Le Conseil d'Administration a accepté cette proposition.

Le Rapporteur,
M.-J. ANDROUIN.

*
* *

Sur le rapport du lieutenant-colonel P. RENARD et la proposition du Comité des Arts économiques, le Conseil a décerné une médaille de vermeil à M. JEAN VILLEY pour sa *collaboration à la création, à l'organisation et au fonctionnement de l'École supérieure de Perfectionnement industriel.* (Voir à la page 271, le rapport du colonel Renard.)

*
* *

Rapport présenté par M. GUSTAVE LYON, au nom du Comité des Arts économiques, sur les *travaux de* M. F. CHARRON *concernant la résonance des cavités.*

Le 16 juin 1921, M. F. Charron, docteur ès sciences physiques, professeur à la Faculté libre des Sciences d'Angers, adressait à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, un mémoire relatif à un nouvel appareil qu'il venait d'inventer et qu'il nommait « volumètre acoustique ».

Comme son nom l'indique, cet instrument permettait de mesurer le volume des cavités par une méthode acoustique dont le principe est, en résumé, le suivant :

(1) *Bulletin* de février 1907, pages 127 à 132.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'opérateur monte, sur la cavité à mesurer, une sorte de sifflet indépendant qui la fait résonner, sous l'influence d'un courant d'air, en produisant un son de fréquence inversement proportionnelle à la racine carrée du volume. Le même courant d'air excite un autre sifflet monté sur une cavité variable étalonnée. On amène les deux notes à l'unisson jusqu'à disparition des battements et l'on obtient par simple lecture, la capacité inconnue.

M. Charron donnait la théorie très simple de cet appareil, dans le cas où les volumes étaient suffisamment petits pour que les variations de pression y fussent considérées comme simultanées en tous leurs points; puis une étude mathématique plus poussée montrait les corrections à apporter lorsqu'on devait tenir compte des phénomènes de propagation à l'intérieur même des cavités.

Ces études l'avaient conduit à la réalisation industrielle de son volumètre, pour lequel il prit un brevet, et que des maisons d'automobiles acquirent en vue de la mesure des chambres d'explosion de leurs moteurs. M. Charron possède, en particulier, d'excellentes références des maisons Peugeot et Salmson.

Telle fut l'origine des rapports de M. Charron avec la Société d'Encouragement. Le Comité des Arts économiques examina ces documents, et sur les rapports de M. le Général Ferrié et de moi-même, pensa que les études des phénomènes vibratoires soulevés dans ce premier mémoire présentaient un intérêt d'ordre général relativement aux grands volumes de masses vibrantes, gazeuses ou liquides.

Le Comité des Arts économiques demanda à M. Charron de poursuivre ces études en les étendant à de grands volumes analogues, pour débuter, aux volumes des tuyaux de grandes orgues. M. Charron demanda à un organier réputé de Nantes, M. Debierre, de lui faciliter tout d'abord l'étude du fonctionnement des tuyaux dans une enceinte limitée. Il fallait préciser, pour les divers systèmes de tuyaux et les diverses fréquences, le volume minimum des enceintes compatible avec un bon fonctionnement des dits tuyaux.

Il simplifia d'abord artificiellement le problème de la façon suivante. Puisqu'un tuyau sonore ne communique avec l'extérieur que par son embouchure et son extrémité s'il est ouvert, on pouvait se borner en première analyse à étudier l'influence de cavités sphériques ayant leur centre dans la région soit de l'embouchure, soit de l'extrémité.

Puis il étendit ses recherches à des enceintes parallélipipédiques de diverses formes et volumes. Ceci l'amena à parler des sons propres de ces enceintes et d'étudier l'influence apportée par leur résonance sur le son du tuyau qui se trouve parfois relevé et parfois abaissé.

L'auteur détermina la relation approchée existant entre l'écart du son

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rendu par le tuyau et le volume de l'enceinte, pour les tuyaux ouverts, pour les tuyaux fermés et pour les tuyaux à anche de diverses notes. La loi bien connue de similitude en acoustique, judicieusement appliquée, simplifia d'ailleurs le travail.

L'étude attentive des divers tableaux numériques résumant ces expériences permit de découvrir les volumes minima d'enceintes compatibles avec un fonctionnement correct des tuyaux; c'était là le principal but pratique visé.

En terminant, l'auteur signala divers écueils à éviter. Le volume de l'enceinte n'est pas seul en jeu. Il se présente des cas singuliers où le son sortant du canal d'émission est étouffé et quasi nul : ceci provient de phénomènes d'interférences produits à l'ouverture de la caisse entre les ondes réfléchies par certaines parois, en discordance complète de phase avec les premières.

Ce travail, publié dans notre *Bulletin* d'octobre 1924 (pages 672-691), comprend une partie théorique où l'auteur développe ses idées et essaye d'expliquer ou même de prévoir les phénomènes constatés dans de nombreuses expériences.

La lecture de ce mémoire montre les services que la science pure peut rendre à l'industrie, et l'intérêt qui résulte d'une collaboration de ce genre.

Le Comité des Arts économiques a demandé que la Société d'Encouragement veuille bien décerner à l'auteur une médaille de vermeil; le Conseil a accordé cette récompense.

Le Rapporteur,
G. LYON.

*
* *

Sur le rapport de M. Ch. Féry et sur la proposition du Comité des Arts économiques, le Conseil a décerné à M. Alfred Monnier une médaille de vermeil pour sa collaboration avec M. Antoine Marsat, concernant la *réalisation de projecteurs pour phares d'automobiles sans réglage*. (Voir à la page 274, le rapport de M. Ch. Féry.)

*
* *

Rapport présenté par M. Jean Carpentier, au nom du Comité des Arts économiques, sur les *lampes à pétrole perfectionnées, imaginées* par M. Paul Rostaing.

Malgré le développement toujours croissant de l'éclairage par l'électricité, une place considérable est réservée aux éclairages par combustibles liquides, surtout dans le domaine de la lampe portative.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les lampes étudiées et réalisées par M. Paul Rostaing, ont pour but d'obtenir un éclairage qui pourrait être dit de précision, par l'emploi du pétrole liquide alimentant un brûleur par capillarité, suivant le mode le plus simple. Pour qu'une telle lampe donne le maximum d'intensité pour le minimum de consommation, il faut qu'elle remplisse les conditions suivantes :

a) permettre l'arrivée de la plus grande quantité d'air possible à la flamme;

b) faire passer cet air en contact intime avec la flamme et très uniformément;

c) évacuer les gaz chauds par un tirage uniforme au-dessus de la flamme.

Les lampes ordinaires brûlent et éclairent moins bien qu'elles le devraient parce que ces conditions ne sont pas pleinement remplies; cela tient principalement à l'emploi des verres de lampe soufflés ordinaires, qui présentent les défauts suivants : ils sont asymétriques dans toutes leurs parties, et provoquent, de ce fait, dans toute l'enceinte de combustion, des courants d'air d'intensités variables; ces verres ne peuvent pas être assez étranglés pour faire passer le maximum d'air convenable en contact avec la flamme. De là cette constatation fréquente qu'une lampe, même parfaitement « mouchée » continue à brûler d'une façon imparfaite : c'est le verre qui demeure l'incorrigible coupable. Un désaxage d'un millimètre seulement dans l'étranglement d'un verre ordinaire de 8 lignes, par rapport à l'axe vertical principal du verre, est susceptible de provoquer une colonne de fumée de 18 à 20 m de hauteur; on voit quelles perturbations peut apporter, dans la marche normale d'une lampe, l'ensemble des irrégularités présentées par un verre soufflé.

M. Paul Rostaing a donc considéré, à juste titre, que, pour assurer la bonne marche d'une lampe, il fallait la doter d'une enceinte de combustion, non seulement parfaitement calculée au point de vue du débit d'air, mais bien régulière, et dont l'axe coïncide aussi rigoureusement que possible avec l'axe de la flamme.

Il a choisi comme support du combustible la mèche ronde non fendue, qui peut être montée ou descendue le plus régulièrement.

Il a donné toute son attention à l'enceinte de combustion — verre de lampe — suivant son terme générique, qui se trouve constituée en trois parties : la base tronconique, fournissant une large arrivée d'air; le diaphragme, obligeant l'air à venir en contact avec la flamme; la cheminée, calculée pour assurer le tirage le plus favorable.

La base et une partie de la cheminée sont en verre pyrex très résistant mécaniquement et pouvant supporter de brusques variations de température de l'ordre de 200 degrés; le diaphragme est constitué par un disque de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

métal très mince, entourant la flamme dans sa partie la plus utile et faisant moins d'ombre autour de cette flamme que l'étranglement des verres ordinaires.

Ces trois parties : base, diaphragme et cheminée, géométriquement très régulières, parfaitement centrées et axées les unes par rapport aux autres, sont assemblées d'une façon simple, ingénieuse et très robuste; l'ensemble résiste à une torsion de 300 kg alors qu'un verre ordinaire résiste difficilement à une torsion de 40 kg; il peut tomber à terre sans se casser.

La combustion d'une telle lampe est très bonne; la flamme, bien blanche, ne fume pas et se règle d'elle-même, pour une très grande course de la mèche, par suite d'un afflux d'oxygène supérieur au pétrole; le bec et la base de la cheminée sont restés pratiquement froids après 600 heures de fonctionnement.

Les lampes Paul Rostaing sont établies suivant des types divers, munis de becs de plus en plus forts. Toutes possèdent, outre les organes essentiels que nous venons de décrire, des perfectionnements, des détails d'étude et de fabrication, fort intéressants.

Le Conseil, sur la proposition du Comité des Arts économiques, a décerné une médaille de vermeil à M. Paul Rostaing.

Le Rapporteur,
JEAN CARPENTIER.

*
* *

Rapport présenté par M. ANDRÉ HACHETTE, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur l'*appareil photographique* « *Noxa* » de M. LOUIS LEMAIRE.

M. L. Lemaire, directeur des Établissements Noxa a établi l'appareil d'agrandissement « Noxa » qui rend les opérations de tirage d'épreuves, de reproduction, d'agrandissement et de photographie de pièces en relief beaucoup plus rapides et faciles qu'au moyen des appareils dont on disposait autrefois.

Cet appareil a fait l'objet d'une présentation en séance publique dont on trouvera le texte dans le *Bulletin* de novembre, page 790.

Sur la proposition du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, le Conseil de la Société d'Encouragement a décerné une médaille de vermeil à M. Louis Lemaire.

Le Rapporteur,
A. HACHETTE.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Rapport présenté par M. GEORGES RISLER, au nom du Comité de Commerce, sur la *collaboration de* M. GEORGES GROMORT *à l'exécution de la Maison des Étudiants de la Cité universitaire de Paris.*

Le Comité de Commerce a proposé d'accorder une médaille de vermeil à M. Georges Gromort, principal collaborateur de M. Lucien Bechmann, pour l'exécution des plans de la Cité universitaire, œuvre pleinement réussie, de l'aveu de tous ceux qui l'ont visitée.

Je crois inutile toute description de cette œuvre; elle a été donnée en détail par M. Bourdel, rapporteur du Comité des Constructions et des Beaux-Arts sur la proposition de qui a été accordée une médaille d'or à M. Lucien Bechmann (voir ce rapport à la page 281 du présent *Bulletin*).

Sur la proposition du Comité de Commerce, le Conseil a décerné une médaille de vermeil à M. Georges Gromort.

Le Rapporteur,
GEORGES RISLER.

*
* *

Rapport présenté par M. JULIEN LE CESNE au nom du Comité de Commerce, sur les *nouvelles cartes économiques et touristiques de l'Afrique occidentale française et du Sahara occidental de* M. A. MEUNIER.

M. Meunier, cartographe au Ministère des Colonies, est l'auteur d'un certain nombre de cartes de l'Afrique occidentale qui représentent une somme considérable de travail, qui sont admirablement bien faites, très claires, très documentées et possèdent un intérêt exceptionnel pour tous ceux qui ont à voyager dans cette partie de l'Afrique.

Le Comité de Commerce a déjà eu l'occasion d'appeler l'attention de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale sur ce travail cartographique. Nous insistons à nouveau sur sa valeur et nous tenons à signaler les quatre dernières cartes que vient de faire paraître M. Meunier et qui concernent le tourisme et les différentes productions de l'Afrique occidentale française et du Sahara.

Une œuvre de cette nature, qui a demandé plusieurs années de recherches et qui n'a pu être exécutée qu'à l'aide d'une documentation aussi variée que considérable, a paru digne en tous points d'une récompense de la Société.

Et c'est pourquoi le Comité de Commerce a demandé de bien vouloir attribuer une médaille de vermeil à M. A. Meunier pour les travaux relatifs à l'Afrique occidentale qu'il vient si heureusement de terminer.

Le Conseil a approuvé cette proposition.

Le Rapporteur,
JULIEN LE CESNE.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Médailles d'argent.

Une médaille d'argent est décernée à chacun des camions à gazogène signalés dans le rapport de M. KOENIGS (voir page 265), savoir :

Gazogène E. T. I. A. sur camion colonial BOVY ;

SOCIÉTÉ ANONYME DES USINES RENAULT ;

Gazogène SCHULTZ ET LORIOT *sur camion* SAURER.

*
* *

Sur la proposition du Comité des Arts mécaniques, une médaille d'argent est décernée à M. JEAN CAILLAUD, *élève sortant de l'École nationale d'Arts et Métiers d'Angers* (année scolaire 1924-1925).

*
* *

Sur la proposition du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, une médaille d'argent est décernée à M. JULES LEMOINE pour son *mitron pare-suie et pare-étincelles*.

(Voir le rapport de M. GEORGES BECHMANN dans le *Bulletin* de janvier 1926, pages 30 et 31.)

*
* *

Rapport présenté par M. MARCEL MAGNE, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur les *travaux d'orfèvrerie d'art de* M. ARMAND RIVIR.

M. Armand Rivir, né à Paris en 1883, est un ancien apprenti orfèvre à la maison Lahure, qui travaillait pour Falize et Brateau.

Il suivait les cours du soir des écoles de la ville de Paris.

Avant la guerre, il travaillait chez Linzeler.

A sa démobilisation, il a voulu travailler pour lui-même et a exposé depuis 1922 au Salon des Artistes décorateurs, au Salon d'Automne et au Salon des Artistes français, où il a obtenu une mention honorable en 1923.

Il a exposé à l'Exposition internationale des Arts décoratifs et industriels modernes en 1925 un service de toilette qui lui a valu une médaille d'argent à la classe 10.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est le type de l'artisan qui a foi dans son art et se prive de tout pour poursuivre son idéal.

Sur la proposition du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, le Conseil de la Société a décidé de décerner une médaille d'argent à M. A. Rivir.

Le Rapporteur.
MARCEL MAGNE.

*
* *

Rapport présenté par M. MARCEL MAGNE, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur les *travaux de verrerie artistique de* M. JEAN PERZEL.

M. Jean Perzel, né en Bohême en 1892, et naturalisé français, a servi en France pendant la guerre.

Venu en France en 1910, il a travaillé après la guerre pendant cinq ans chez Grüber, peintre-verrier.

Il s'est livré à l'étude d'appareils lumineux en vitraux, imaginant un système d'armature intérieure breveté.

Il a exposé au Salon d'Automne en 1924, et à l'Exposition internationale des Arts décoratifs et industriels modernes de 1925, où il a obtenu une médaille d'or dans la classe 10.

Sur la proposition du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, le Conseil a accordé une médaille d'argent à M. Jean Perzel.

Le Rapporteur,
MARCEL MAGNE.

*
* *

Rapport présenté par M. MARCEL MAGNE, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur les *rideaux brodés à transparence de perles* de Mademoiselle MARGUERITE LEHUCHER.

Mlle Lehucher, née en 1881, est une ancienne élève des ateliers de l'Union centrale des Arts décoratifs.

Elle a imaginé la technique spéciale des rideaux brodés à transparence de perles.

Elle a exposé depuis 1911 au Salon d'Automne et au Salon des Artistes décorateurs.

Elle a obtenu à l'Exposition internationale des Arts décoratifs et industriels modernes de 1925, un diplôme d'honneur à la classe 13.

Cette haute récompense montre la valeur de cette artiste très moderne, d'un très joli goût.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est un petit artisan; elle fait tout elle-même, composition et exécution.

Sur la proposition du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, le Conseil a décerné une médaille d'argent à Mlle Marguerite Lehucher.

Le Rapporteur,
MARCEL MAGNE.

*
* *

Médailles de bronze.

Sur la proposition du Comité des Arts mécaniques, une médaille de bronze est décernée *ex æquo* à :

M. RAYMOND SEGUIN, et à M. ANDRÉ TOURNOIS,

élèves sortants de l'École nationale des Arts et Métiers d'Angers (Année scolaire 1924-1925).

*
* *

Médailles de bronze décernées aux contremaîtres et aux ouvriers des établissements industriels et des exploitations agricoles.

Depuis l'année 1846, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale décerne chaque année des médailles aux contremaîtres et ouvriers qui se sont signalés par la durée de leurs services, le zèle, le dévouement et l'intelligence qu'ils ont apportés dans leur travail. La Société tient donc, depuis longtemps, à honorer d'une façon toute particulière ces modestes collaborateurs dont le rôle est aujourd'hui aussi important que jamais dans la réalisation des travaux d'une industrie faisant de plus en plus appel aux sentiments de solidarité si naturels à notre pays, et dont nous pouvons être justement fiers.

Une allocation de 100 fr est actuellement jointe à chaque médaille.

Ces distinctions sont fort appréciées et les demandes nous parviennent toujours plus nombreuses. Mais c'est avec regret que nous n'avons pas pu les satisfaire toutes, obligés de faire un choix que l'excellence des titres invoqués rendait extrêmement difficile.

Il ne nous est pas possible de passer en revue chacun des titres des lauréats, mais tous se distinguent à la fois par l'ancienneté de leurs services, par leur attachement à la maison dont il font partie, par les exemples d'assiduité au travail et de bonne conduite qu'ils n'ont cessé de donner. Plusieurs de ces lauréats se sont élevés, du reste, du rang de simple apprenti aux fonctions de contremaître, de chef de brigade. Quelques-uns d'entre eux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

se recommandent en outre par les perfectionnements qu'ils ont su apporter dans les ateliers où ils travaillent; et les lettres des patrons ou des directeurs qui les emploient, nous recommandant ces dévoués collaborateurs, montrent en quelle estime ils les tiennent. Que ce soit agriculture ou industrie, les uns et les autres ont apporté dans l'accomplissement de leur tâche quotidienne un sentiment du devoir qui leur fait le plus grand honneur.

Comme l'année dernière les propositions qui nous ont été adressées par le Comité central des Maîtres de Verreries de France sont relatives à des candidats dont les titres, extrêmement remarquables, font honneur aux saines traditions des ouvriers verriers de notre pays et nous avons eu la grande satisfaction de pouvoir les retenir presque toutes.

La Société d'Encouragement est heureuse, ce soir, en remettant sa médaille de bronze à chacun de ces ouvriers et contremaîtres de reconnaître leur très grand mérite.

Le Rapporteur,
CH. DE FRÉMINVILLE.

Liste des Contremaîtres et Ouvriers à qui est décernée la médaille de bronze en 1925.

M. René Gigon, constructeur de machines agricoles, à Montbard (Côte-d'Or) :
Péchinot (Philibert), forgeron-mécanicien.

M. Rault Jules Fils, manufacture de tulles et dentelles, 16, rue de la Tannerie, Calais (Pas-de-Calais) :
Fougère (Mme veuve), dévideuse.

Société anonyme de Commentry, Fourchambault et Decazeville, 84, rue de Lille, Paris (7e) :
Plasson (François), chef d'ateliers.

M. Victor Machart, manufacture de tulles et dentelles, 157 *bis*, rue des Quatre-Coins, Calais (Pas-de-Calais) :
Thorez (Léon), employé de bureau.

M. Liberato Zola, dinanderie (cuivres d'art), 1 *bis*, passage des Patriarches, Paris (5e) :
Caïra (Raphaël), ouvrier chaudronnier.

M. Émile Maës, ingénieur-constructeur, 42 *bis*, rue des Quatre-Coins, Calais (Pas-de-Calais) :
Jourdain (Maxime), tourneur-mécanicien.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. PRIEUR, agriculteur, à Créteil (Seine) :
ROBERT (Émile), ouvrier agricole;
DEMAINE (Auguste), ouvrier agricole.

ÉTABLISSEMENTS AGACHE FILS, 12, rue du Vieux-Faubourg, Lille (Nord) :
HOCQ (Edmond), trieur de lin;
LECOCQ (Émile), mécanicien.

SOCIÉTÉ ANONYME DES TRAMWAYS DE CALAIS ET EXTENSIONS, 23, boulevard Gambetta, Calais (Pas-de-Calais) :
BEAUGRAND (Alfred), contrôleur;
LEFEBVRE (Célestin), chef contrôleur.

IMPRIMERIE CHAIX, 20, rue Bergère, Paris (9e) :
MARQUILY (Émile), représentant;
ISSALIS (Alphonse), contremaître.

MAISON BLANZY, POURE ET Cie, Boulogne-sur-mer (Pas-de-Calais) :
GODIN (Mlle Suzanne), aiguiseuse;
GOMEL (Mme Julie), perceuse;
DECROIX (Mme Flore), formeuse.

CHEMINS DE FER DE PARIS A LYON ET A LA MÉDITERRANÉE, 20, boulevard Diderot, Paris, (12e) :
VUILLEMOT (Pierre), contremaître;
THOMAS (Paul), contremaître-adjoint;
GUINAMARD (Jean), ébéniste.

IMPRIMERIE PAUL BRODARD ET ATELIERS JOSEPH TAUPIN RÉUNIS, Coulommiers (Seine-et-Marne) :
DESTIVELLE (Edmond), chef expéditionnaire;
SALMON (Eugène), pressier;
DUCREUX (Hilaire), chef du matériel des clichés;
CLER (Alphonse), comptable.

PATHÉ CINÉMA, 30, rue des Vignerons, Vincennes (Seine) :
PISTIAUX (François), ouvrier;
DALIBON (Joseph), chef d'équipe;
PLEBEAU (Louis), chef de service;
CORRÉ (Louis), chef de service.

COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'EST, 21-23, rue d'Alsace, Paris (10e) :
DAUER (Charles), ajusteur;
BREMENT (Jean), contrôleur technique;
FAVRE (Jules), chef d'équipe;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LANGONNET (André), chef divisionnaire d'atelier;
VAUTRIN (Gustave), contremaître-adjoint.

COMPAGNIE DES FORGES ET ACIÉRIES DE LA MARINE ET D'HOMÉCOURT, 12, rue de La-Rochefoucauld, Paris (9e) :
COURBON (Jean-Baptiste), forgeur;
GELAS (Antoine), lamineur;
MERLE (Joseph), contremaître;
PLASSON (Louis), lamineur;
COTE (Joseph), contremaître.

MAISON CH. LORILLEUX ET Cie, 16, rue Suger, Paris (6e) :
LENGRAND (Émile), chaudronnier en cuivre;
LENGLET, ouvrier;
GAUDRY, ouvrier;
GOMEL (Albert), emballeur;
PERRAULT (Eugène), ouvrier;
MICHELET (André), ouvrier.

ÉTABLISSEMENTS KUHLMANN, 117, boulevard Haussmann, Paris (8e) :
FLEURY (Charles), contremaître;
BRUN (Eugène), ouvrier plombier;
BLANQUART (Désiré), ouvrier;
LESAFFRE (Alfred), contremaître;
BOUSSEMART (Louis), surveillant charpentier;
BURIÉ (Alexandre), surveillant;
MONTFORT (Félix), contremaître mécanicien;
DUPIRE (Léon), contremaître;
MAERTENS (Pierre), charretier;
POUPAERT (Pierre), ouvrier;
DUMON (Édouard), ajusteur;
CALIS (Joseph), charretier;
FOURNIER (Eugène), forgeron.

LES ENFANTS D'ERNEST SCHMID, Verreries de Vannes-le-Châtel (Meurthe-et-Moselle) :
RIMLINGER (Henri), verrier;
LHUILLIER (Théodore), verrier.

VERRERIES DE FOLEMBRAY (Aisne) :
DE BROSSARD (Charles), souffleur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MM. VIARD FRÈRES ET PILLOT, Bar-sur-Seine (Aube) :
BOUVIER (Amand), verrier.

VERRERIES Vve G. MARQUOT ET FILS, Bayel (Aube) :
BARREAU (Célestin), verrier.

VERRERIES DE CARMAUX, Toulouse (Haute-Garonne) :
MONTAGNOL (Jacques), chef de magasin.

VERRERIES DU FOURNEAU, Fourmies (Nord) :
CHARTRAIN (Alphonse), verrier.

VERRERIES DU QUESNOY, 3, rue Taitbout, Paris (9e) :
DUBRAYE (François), verrier.

MM. CHOMEL, LEGRAND ET Cie, Verreries de Fourmies (Nord) :
CARNE (Adolphe), verrier.

VERRERIES DE GŒTZENBRUCK (Lorraine) :
BURGUN (Clément), verrier.

VERRERIES DE LA GARE, 43, Chemin des Culattes, Lyon (Rhône) :
DESVIGNES (Jean-Claude), verrier.

SOCIÉTÉ ANONYME DES VERRERIES A BOUTEILLES DU NORD, 10, rue des Saussaies, Paris (8e) :
TERSIN (Auguste), surveillant de four.

VERRERIES D'HIRSON (Aisne) :
DELEAU (Émile), souffleur.

VERRERIES MÉCANIQUES DE BRETAGNE, Vertou (Loire-Inférieure) :
HUOT (Charles), verrier.

SOCIÉTÉ Vve PAUL WAGRET ET Cie, Verreries à vitres, Escautpont (Nord) :
PICQUE (Léon), verrier.

MM. DAUM FRÈRES, Verrerie de Nancy (Meurthe-et-Moselle) :
POULET (Émile), verrier.

M. ANNEBICQUE (Marcel), Gamaches (Somme) :
GAUDRY (Alexandre), verrier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LISTE DES RÉCOMPENSES DÉCERNÉES POUR L'ANNÉE 1925 PAR LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT DANS LA SÉANCE DU 27 MARS 1926.

Lauréats.	*Rapporteurs.*	*Objet.*
	Grande médaille d'or.	
Ligue des Sociétés de la Croix-Rouge.	Gruner.	Secours, prophylaxie, protection de la Santé publique en temps de paix.
	Prix Galitzine.	
Gustave Ribaud.	Ferrié.	Fours électriques à induction de haute fréquence.
Gilbert Rougier.	Ferrié.	Cellules photoélectriques à métaux alcalins.
	Prix Carré.	
Émile Poirson.	Ferrié.	Téléphonie secrète, électricité, etc.
	Prix Meynot.	
Moïse et Henri Pellepol.	H. Hitier.	Petite culture modèle.
	Prix Alphand.	
Henry Miault.	B. de Fontviolant.	Modèles de bijoux d'art.
Jean Beaumont.	Magne.	Modèles de tapisserie.
	Prix de la classe 50 à l'Exposition de 1867.	
Vital Ducomet.	Schribaux.	Sélection sanitaire de la pomme de terre.
	Prix Fourcade.	
Louis Lepoivre.	Pagès.	
	Médailles Dumas.	
Ernest Missier.	de Fréminville.	
Maximilien Mourot.	de Fréminville.	
Ernest Basset.	de Fréminville.	
	Médailles d'or.	
Société anonyme des anciens Établissements Panhard et Levassor.	Kœnigs.	Camion à gazogène de 3,5 t.
Antoine Foillard.	Sauvage.	Chargeur mécanique de foyer de locomotive.
Maximilien Mourot.	Rateau.	Compteur à gaz « Sigma » à liquide incongelable.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Paul Cans.	Masson.	Appareil à corde l' « Ouistiti ».
Max Helfenstein.	Masson.	Protecteur des mains pour presses à pédale.
Revue générale des Matières colorantes.	Prud'homme.	Développement de l'industrie tinctoriale.
Pierre Clerget.	Renard.	Moteurs à explosion pour l'aviation.
Lieut.-Colonel Roche.	Renard.	École supérieure de Perfectionnement industriel.
Antoine Marsat.	Féry.	Lampe « Norma » pour phares d'automobiles.
Maurice Curie.	Féry.	Lampe « Opticia » sans ultra-violet.
Maurice Saurel.	Féry.	Éclairage des ateliers.
François Malet.	H. Hitier.	Agriculture au Maroc.
Lucien Bechmann.	Bourdel.	Maison des Étudiants de Paris.
École de Dessin de la Chambre syndicale des Dentelles et Broderies de Paris.	Magne.	Enseignement d'art industriel.
Ernest Cuvelette.	Gruner.	Restauration des houillères.
Union nationale des Associations générales d'Étudiants.	Risler.	Sanatorium des Étudiants de Saint-Hilaire-du-Touvet.
Paul Fourmarier.	Bel.	Travaux géologiques au Congo.

Médailles de vermeil.

Jacques Patoureau.	Androuin.	Suspension pneumatique des véhicules.
Jean Villey.	Renard.	École supérieure de Perfectionnement industriel.
F. Charron.	Lyon.	Résonance des cavités.
Alfred Monnier.	Féry.	Lampe « Norma » pour phares d'automobiles.
Paul Rostaing.	Carpentier.	Lampe à pétrole perfectionnée.
Louis Lemaire.	Hachette.	Appareil photographique « Noxa ».
Georges Gromort.	Risler.	Maison des Étudiants de Paris.
A. Meunier.	Le Cesne.	Cartes économiques et touristiques de l'A. O. F. et du Sahara occidental.

Médailles d'argent.

Gazogène E. T. I. A. sur camion colonial Bovy.	Kœnigs.	Camion à gazogène de 2,5 t.
Société anonyme des Usines Renault.	Kœnigs.	Camion à gazogène de 3,5 t.
Gazogène Schultz et Loriot sur camion Saurer.	Kœnigs.	Camion à gazogène de 5 t.
Jean Caillaud.		Élève de l'École d'Arts et Métiers d'Angers.
Jules Lemoine.	Bechmann.	Mitron pare-suie et pare-étincelles.
Armand Rivir.	Magne.	Orfèvrerie d'art.
Jean Perzel.	Magne.	Verrerie artistique.
Mlle Marguerite Lehucher.	Magne.	Rideaux brodés à transparence de perles.

Médailles de bronze.

Raymond Seguin.		Élève de l'École d'Arts et Métiers d'Angers.
André Tournois.		Élève de l'École d'Arts et Métiers d'Angers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

UNE INITIATIVE AMÉRICAINE
LA LUTTE CONTRE LE GASPILLAGE,

par

M. HENRY LE CHATELIER
membre du Conseil.

Pour vivre et prospérer au milieu de la concurrence mondiale, les peuples modernes doivent se tenir au courant des progrès de leurs rivaux et en utiliser au besoin les méthodes. Pendant longtemps notre vieille Europe a été le centre de toute civilisation. Aujourd'hui l'axe du monde se déplace : les États-Unis prennent une prépondérance tous les jours croissante. Or nous ignorons tout de ce pays. La presse quotidienne nous a bercés de tant de sornettes que pour beaucoup de Français, un citoyen des États-Unis est nécessairement un marchand de cochons ventru, ne s'intéressant qu'à la danse des dollars.

En réalité, les Américains sont susceptibles de tous les enthousiasmes et toujours prêts à tenter la réalisation de leurs rêves. Ils sont avant tout idéalistes, mais avec une forte dose de bon sens et avec la passion de l'effort, du travail. Ce sont là des conditions de succès excellentes. L'influence sur l'industrie moderne des méthodes d'organisation de Frédéric Taylor, les succès de Henry Ford, le célèbre constructeur d'automobiles, n'ont pas eu d'autres causes. Ces hommes sont le type accompli de l'Américain moderne.

Pendant la guerre, notre ignorance de la mentalité de Wilson a été inénarrable et nous a fait bien du mal. Les journaux nous le représentaient comme un homme hésitant, se laissant traîner à la remorque des événements, quand il s'efforçait au contraire de les diriger et le faisait avec une volonté de fer. Jamais la presse ne nous a signalé la traduction française de son volume, *La liberté nouvelle* (1), reproduction des discours prononcés pendant sa première campagne électorale à la présidence des États-Unis. Sans doute, ce volume a-t-il été jugé trop sévère pour les puissances d'argent.

(1) *La liberté nouvelle*, par Woodrow Wilson (Crès, édit., 118, boulevard St-Germain, Paris (6e)).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il peut, en effet, se résumer en ces quelques lignes : « Américains, depuis « la déclaration de l'indépendance, vous vous croyez libres; en réalité vous « êtes esclaves, comme vous ne l'aviez jamais été sous le joug de l'Angle- « terre. Pas l'un de vous ne peut remuer un doigt sans l'autorisation des « banquiers et des agents électoraux véreux. »

Dans l'un de ses discours, on trouve le passage suivant tout à fait caractéristique de sa mentalité : « Vous me demanderez, peut-être, si je serai « capable de tenir à la Maison Blanche les promesses que je vous fais aujour- « d'hui. Renseignez-vous sur ma vie passée. J'ai été président de l'Univer- « sité de Princeton et ensuite gouverneur de l'État de New Jersey. Tout le « monde vous dira que personne n'a réussi une seule fois à me faire faire « ce que je n'ai pas voulu. »

Il a préparé l'entrée en guerre de son pays avec une ténacité que nous n'avons pas soupçonnée. A la suite du torpillage du *Lusitania*, il permit la publication de tous les documents d'espionnage saisis à l'ambassade d'Allemagne. Le livre de J.-P. Jones, *l'Amérique enlacée* (2), eut un retentissement énorme. En même temps, Wilson provoquait la réunion d'un comité, dit de recherche scientifique, dans le but de remédier à l'*unpreparedness*, l'impréparation, des États-Unis. Son ami, Georges Hale, président de l'Académie de Washington, groupa toutes les forces vives de la nation vers l'effort à accomplir. La belle lettre de remerciement de Wilson, composée de dix lignes en tout, eût dû être affichée sur tous nos murs.

Le président des États-Unis avait des vues plus lointaines que la simple terminaison de la guerre. Il avait été l'historien de son pays et se préoccupait beaucoup d'un problème qui intéresse toutes les nations modernes, celui de l'évolution des démocraties. Il faut, dit-il, dans tout État, une force directrice. Pendant des siècles, en Europe, l'administration romaine, puis la papauté et enfin la monarchie absolue ont rempli cet office. Aucune de ces forces ne joue plus aujourd'hui; par quoi les remplacer? Dans le monde moderne, deux forces subsistent : celle de l'argent, c'est-à-dire des banquiers et celle de l'industrie, c'est-à-dire des ingénieurs. La seconde seule est productrice, est bienfaisante; il faut confier la direction des démocraties aux ingénieurs; ils ont l'habitude du travail utile, de l'organisation; ils sont les bienfaiteurs des peuples. Mais comment réaliser cette transformation sociale? Supposons, dit-il, que dans une petite ville, dix industriels aient l'intelligence et le courage de consacrer, à côté de leurs affaires personnelles, une partie de leur labeur au bien de la communauté; ils deviendront bientôt les arbitres de la situation. Supposons que le même effort soit accompli dans

(2) *America entangled* by J. P. Jones (A. C. Laut, 286, Fifth Avenue, N. Y.).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dix villes différentes; par la force des choses, elles se grouperont pour faire triompher leurs aspirations communes. Peu à peu, tout le pays se trouvera enserré dans un réseau d'influences qui aboutiront à la solution désirée.

N'étant pas seulement un penseur, mais encore un homme d'action, Wilson lutta pour la réalisation de son programme. Il groupa autour de lui des hommes partageant ses idées, ses désirs et leur demanda de poursuivre dans le pays une campagne de propagande. Deux volumes semblent bien avoir été écrits sous l'impulsion du Président. Ce sont *Les Grandes Nouveautés* (3), due à la plume d'un ingénieur, ami particulier de Wilson, FERGUSON, et *L'Époque Nouvelle*, due au grand ingénieur électricien STEINMETZ, récemment décédé (4).

Il faut rattacher à la même orientation, l'œuvre entreprise par G. HOOVER, qui fut pendant la guerre le grand ravitailleur de l'Europe, devint ensuite le président de la Fédération des Associations d'Ingénieurs et est aujourd'hui ministre du Commerce.

Lorsqu'il prit en 1921 la présidence des associations d'ingénieurs, il déclara dans son discours inaugural qu'à son avis, les ingénieurs, étant les créateurs de toute richesse, devaient avoir une influence prépondérante sur la législation économique de leur pays, et ajouta que c'était un devoir pour eux de travailler d'une façon désintéressée à la prospérité de leur patrie.

Nommé président de la fédération de ces sociétés, le 19 novembre 1920, il fit décider, le lendemain 20 novembre, par le Conseil de la Fédération, la mise à l'étude des causes de gaspillage dans les usines et celle des remèdes à apporter. Le 12 janvier 1921, il nommait les membres du comité chargé de cette étude, en leur donnant pour instruction de déposer leur rapport dans un délai de six mois. Ce rapport fut remis le 3 juin, dans les délais prévus, et forma un volume imprimé de 500 pages, riche en documents et conseils de toute nature. L'enquête porta sur six industries, dont voici la liste avec le nom des rapporteurs.

Le bâtiment, par S. THOMPSON;
La confection, par L. COOKE;
La cordonnerie, par S. THOMPSON;
L'imprimerie, par J. WILLIAMS;
La construction mécanique, par F. MILLER;
La filature, par W. BASSET.

Pour aborder tout de suite les réalisations, Hoover faisait étudier parallèlement les moyens de corriger une cause importante de gaspillage dans l'industrie des mines : l'irrégularité de la consommation qui oblige, dans certaines

(3) *The Great News*, by Charles FERGUSON (Mitchell Kennerley, N. Y.).
(4) *The New Epoch*, by Charles STEINMETZ (Harper and Brothers, N. Y.).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

saisons, de ralentir l'extraction, par suite de licencier des ouvriers. Pour régulariser le travail des mines et abaisser ainsi le prix de revient, la commission chargée de cette étude proposa la création de vastes entrepôts dans les villes, la régularisation des moyens de transport, la variation systématique du cours des charbons d'une saison à l'autre, l'installation de grandes centrales électriques sur le carreau des mines, *The Giant Power*, etc. La réalisation de quelques-unes de ces mesures nécessitait l'intervention des Pouvoirs publics. Le président de la Fédération adressa au Sénat une lettre plutôt impertinente, qui peut se résumer ainsi : au nom des 30.000 ingénieurs que je représente, je vous demande de prendre un certain nombre de dispositions sur lesquelles nous sommes d'accord. Si vous n'avez pas le temps de préparer les projets de loi et de faire les rapports, nous nous en chargerons; vous n'aurez qu'à les signer.

Nommé sur ces entrefaites ministre du Commerce, il dut recourir à des méthodes plus parlementaires. Pour continuer la lutte contre les gaspillages dans l'industrie, il créa, dans ses services, un bureau chargé de centraliser les efforts des particuliers et de l'administration. La note dont la traduction est donnée ici expose le mécanisme de fonctionnement de l'organe ainsi créé et indique les résultats obtenus. Les premiers efforts ont été orientés vers la standardisation des produits industriels; la multiplicité des types fabriqués est une cause de dépenses inutiles, c'est-à-dire de gaspillage des forces et de la richesse du pays.

Pour comprendre la prospérité des États-Unis, il ne suffit pas d'examiner par le détail leurs réalisations industrielles, il faut étudier les causes profondes et lointaines de leurs succès. La standardisation poursuivie aujourd'hui sous l'impulsion du Ministre du Commerce n'est que l'aboutissement d'une longue suite d'efforts dont je me suis proposé dans cette préface d'expliquer la genèse.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LA SUPPRESSION DES GASPILLAGES, LA « PRATIQUE SIMPLIFIÉE », CE QU'ELLE EST, CE QU'ELLE PEUT DONNER[1]

Résumé des travaux de la Division of Simplified Practice (du Ministère du Commerce des États-Unis) et exposé des services qu'elle peut rendre à l'industrie américaine.

PRÉFACE.

Le premier devoir d'une société organisée est de rendre plus facile la vie de tous les individus et d'accroître leur bien-être.

L'accroissement du bien-être, l'amélioration des relations humaines, les progrès de la nation et même du monde civilisé reposent uniquement sur le perfectionnement continu de la production et de la distribution des richesses.

S'il est vrai que les grandes inventions contribuent à l'accroissement du bien-être, on doit reconnaître cependant que la recherche systématique de la suppression de tous les gaspillages ouvre un champ plus vaste encore à l'amélioration du bien-être. Sans doute, nos industries sont exercées avec plus d'habileté et avec un meilleur rendement que dans n'importe quel autre pays. Cependant, le fonctionnement de notre mécanisme industriel est loin d'être parfait. Il y a gaspillage quand les ouvriers sont congédiés au moment de la morte-saison, quand il y a spéculation et surproduction au moment où les affaires marchent bien, quand il y a difficulté ou conflit avec la main-d'œuvre, quand le transport des marchandises, des combustibles et de l'énergie se fait mal, quand le travail saisonnier est excessif, quand les produits d'un usage courant manquent de simplicité et d'uniformité, quand les procédés de fabrication sont mal exploités, quand il y a perte de matières premières. Toutes ces causes de gaspillages

(1) Traduction, par M. E. Lemaire, agent général de la Société d'Encouragement, de *Elimination of Waste. Simplified Practice. What it is and what it offers.* Summary of Activities of the Division of Simplified Practice and Description of Services offered to American Industries. Publié par le *Bureau of Standards* (26 novembre 1924). United States Department of Commerce. Washington, Government Printing Office. Une brochure (15 × 23 cm) de 33 pages, 15 figures. Prix : 10 cents.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

peuvent agir ensemble pour diminuer dans d'énormes proportions la valeur des produits et leur utilité.

La nécessité de conserver de forts salaires exige que les prix de revient de la fabrication et de la distribution soient aussi bas que possible. Ce résultat peut être obtenu en évitant les gaspillages qui résultent de ce que certains produits essentiels sont d'une trop grande multiplicité. Actuellement, pour des articles de la plus grande banalité, on rencontre plusieurs douzaines de dimensions, types ou modèles; ceux qui les fabriquent, pour obtenir cette variété sans fin, doivent posséder une habileté et un matériel spéciaux. Ceux qui les vendent doivent en accumuler des stocks considérables, sans en tirer un grand avantage cependant, et cela parce que ces articles sont trop différents et parce que leurs parties ne sont pas interchangeables. C'est en raison de cet état de choses que beaucoup de fabricants et de marchands sont disposés à travailler en commun en vue d'une simplification et d'une unification.

De nombreux exemples, bien connus, prouvent que, grâce à cette coopération, le pays a déjà économisé plusieurs millions de dollars.

Mais il y a un territoire immense qui n'a pas encore été touché et sur lequel l'application des mesures destinées à éviter le gaspillage ferait économiser non pas des millions mais des milliards. La diminution des prix de revient dans la fabrication, la vente et la répartition des produits, la libération des millions actuellement immobilisés dans des stocks qui se renouvellent lentement, agiront ensemble pour réaliser des économies et abaisser les prix de vente, ce dont bénéficiera le consommateur car son salaire réel sera plus fort et il accroîtra son bien-être.

L'importance de nos progrès doit être et sera d'autant plus grande que chacun de nous travaillera davantage à la suppression du gaspillage.

HERBERT HOOVER.

INTRODUCTION.

La présente brochure expose quelques-uns des résultats obtenus dans certaines industries qui ont utilisé les services de la Division of Simplified Practice, et donne en même temps quelques exemples fournis par des entreprises privées qui ont appliqué les principes de la simplification dans leurs propres affaires. Les travaux accomplis par la coopération de la Chambre de Commerce des États-Unis, du Comité américain de Standardisation industrielle (American Engineering Standards Committee, A. E. S. C.) et le travail d'avant-garde accompli pendant la guerre ont aidé grandement à trouver directement ces renseignements, un contact permanent ayant été gardé entre la commission d'études nommée par le ministre Hoover et le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Chef de la Division. Cette commission était composée de : MM. A. W. Shaw, E. W. McCullough, A. A. Stevenson.

La Conservation Division de la Chambre des Industries de Guerre, sous la direction éclairée de M. Shaw, avait rendu un très grand service aux industriels américains lorsque, grâce à ses efforts en vue de concentrer les fabrications de guerre, elle avait indiqué la voie à suivre pour éviter le gaspillage industriel en recourant à la simplification. A la même époque, elle avait établi des bases solides qui devaient permettre de poursuivre les travaux en temps de paix. Depuis la disparition de cette Conservation Division, qui était un service de guerre, M. Shaw a consacré un temps et une énergie considérables à l'établissement d'un programme de simplification, en utilisant ses périodiques pour exposer son principe et pour réclamer son adoption.

Par son Service des Fabrications (Department of Manufacture) dirigé par M. McCullough, la Chambre de Commerce des États-Unis a activement participé aux travaux de la Division et cela depuis le début. Ce service a été en contact avec environ 3480 industries différentes et s'est procuré une somme considérable de renseignements et de chiffres concernant la possibilité et l'application d'une pratique simplifiée au fonctionnement des industries américaines. En raison de ses nombreuses relations et de son expérience, le Service des Fabrications peut être d'un grand secours en faisant réaliser des simplifications de travail non seulement dans des installations particulières mais aussi dans des industries tout entières.

L'aide apportée dans l'application de moyens simples par le Service des Fabrications et la collaboration dévouée du plus grand groupement national de chefs d'industrie des États-Unis ont donné une grande impulsion à l'œuvre. Il y a plus : cette collaboration a rendu deux services incalculables ; d'abord en faisant mieux comprendre l'interdépendance qui existe entre toutes les industries prospères d'une même nation ; ensuite en faisant ressortir les avantages qui résultent d'une collaboration de ce genre entre le gouvernement et les industriels.

Le Service de la Domestic Distribution de la National Chamber a rendu aussi maintes fois des services appréciés en établissant les prix de la pratique simplifiée qui doivent être recherchés chez les marchands en gros ou en détail et en général chez tous les marchands ou vendeurs.

On ne saurait apprécier trop hautement les avantages du concours apporté par l'état-major d'experts qui constituent l'« American Engineering Standards Committee », riches d'idées, d'expérience et de connaissances techniques. La simplification des dimensions est vraiment fondamentale et quand on cherche à la faire adopter, il faut tenir compte de la standardisa-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion et de considérations techniques. La collaboration de cette commission a permis à la Division de poursuivre son œuvre en connaissance de cause et d'envisager les problèmes de simplification sous toutes leurs faces.

La présentation d'un millier de simplifications, déduites d'un examen entrepris sous la direction de l'American Engineering Standards Committee, a fait connaître à la Division of Simplified Practice l'étendue de ses services. M. A. A. Stevenson, attaché aux Standards Steel Works de Philadelphie, est le fonctionnaire qui assure la liaison entre la Division et l'American Engineering Standards Committee.

1re PARTIE. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

I. — SERVICES QUE PEUT RENDRE LA DIVISION OF SIMPLIFIED PRACTICE DU MINISTÈRE DU COMMERCE.

Un grand nombre de nos industriels — un plus grand nombre encore de nos commerçants — sont convaincus que presque tous les objets mis en vente dans notre pays souffrent d'une trop grande multiplicité. Les chefs d'industries très différentes sont d'avis qu'en réduisant la variété, en simplifiant de toutes les manières possibles la pratique industrielle et commerciale, on s'assurera quelques-uns ou la totalité des avantages suivants :

Une pratique simplifiée diminuera :

les stocks;
le prix de revient;
les frais de vente;
les malentendus;
toutes les dépenses qui retombent sur le consommateur (y compris les frais d'achat, les frais accessoires et les dépenses de conservation).

Simultanément, la pratique simplifiée augmentera :

le chiffre d'affaires;
la stabilité du personnel;
la rapidité de livraison;
le commerce extérieur;
la qualité du produit fabriqué;
le bénéfice du fabricant, du commerçant et du consommateur.

Il arrive fréquemment qu'un fabricant ou un groupe de fabricants est disposé à supprimer un excès de variété mais se rend compte qu'il ne peut en faire la proposition comme il convient aussi bien aux marchands qu'aux consommateurs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans d'autres cas, les marchands demanderaient volontiers une diminution de variété s'ils pouvaient amener les fabricants et les consommateurs à s'entendre; enfin, dans d'autres cas encore, c'est le consommateur qui apprécierait le plus la réduction du nombre des types ou sortes.

La Division de la Pratique simplifiée a été créée en décembre 1921 par le ministre Hoover, qui lui donna pour objet de servir d'agent intermédiaire et centralisateur entre les fabricants, les marchands et les consommateurs, et d'appuyer les propositions qu'ils font quand ils se sont entendus sur des simplifications avantageuses pour tous les intéressés. Sur demande, n'importe quel groupement de n'importe quelle branche, production, distribution ou consommation, peut recourir aux services de la Division.

II. — LES SEPT MOYENS DONT DISPOSE LE MINISTÈRE DU COMMERCE POUR ÉVITER LE GASPILLAGE AU MOYEN DE LA PRATIQUE SIMPLIFIÉE.

L'expérience acquise dans de nombreuses industries a conduit tout naturellement à l'adoption d'une suite de sept moyens qui sont d'une application générale dans les projets touchant la simplification. Ils ont été employés avec un succès incontestable dans toutes les simplifications qui, jusqu'à présent, ont été adoptées en collaboration avec les industriels.

1° *Raconter l'histoire.*

Présentation des avantages de la pratique simplifiée et des services du Ministère. Conversations avec les associations professionnelles ou tous autres organismes intéressés faisant ressortir les résultats obtenus dans des cas analogues grâce à une diminution de la variété. Ces conversations sont accompagnées de projections et leur caractère est modifié toutes les fois que cela est possible de façon qu'elles soient adaptées immédiatement au cas particulier dont il s'agit.

2° *Établir les faits existants.*

Autorisation accordée au secrétaire d'une association professionnelle ou à tout homme compétent désigné par l'industrie intéressée, d'agir comme représentant du Ministre Hoover pour mener une enquête préliminaire destinée à résumer les faits actuellement existants dans la pratique. L'expérience prouve que cette autorisation accordée par le Ministère facilite grandement la tâche de l'enquêteur auprès de tous les producteurs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

3° *Marche à suivre.*

Organisation d'une conférence au Ministère du Commerce, à Washington ou en tout autre point central, à laquelle sont convoqués tous les producteurs, marchands, consommateurs et tous ceux qui sont intéressés à la question. Dans cette conférence, on discute les résultats de l'enquête, on fixe les propositions à faire, on nomme un comité chargé d'agir au nom des intéressés et on fixe la durée d'application.

4° *Mise en application.*

Envoi à chaque personne intéressée d'une circulaire, d'un exemplaire des propositions faites et d'un certificat d'acceptation (fig. 1).

ACCEPTANCE OF
SIMPLIFIED PRACTICE RECOMMENDATION

THE SECRETARY OF COMMERCE,
WASHINGTON, D C

WE, THE UNDERSIGNED, DO HEREBY ACCEPT THE ORIGINAL DRAFT OF SIMPLIFIED PRACTICE RECOMMENDATION NO. ..... DATED, ..., AS OUR STANDARD OF PRACTICE IN PRODUCTION / DISTRIBUTION / CONSUMPTION OF ..... (COMMODITY) FOR ..... (PERIOD) BEGINNING ..... (DATE) AND WILL USE OUR BEST EFFORT IN SECURING GENERAL ADOPTION OF THE SIMPLIFIED LIST

SIGNED .....

Fig. 1. — Certificat d'acceptation.

Traduction du texte de la figure 1.

Acceptation des propositions de la Pratique simplifiée.

A Monsieur le Ministre du Commerce,
Washington.

Nous, soussignés, par la présente, acceptons les propositions faisant l'objet de la « Simplified Practice Recommendation » n° ..... du ..... comme le type standard que nous adopterons dans la fabrication, la vente, l'achat de ..... (produit) pendant une durée de ..... commençant le ..... Nous ferons tous nos efforts pour assurer l'adoption des types simplifiés.

Signé :

5° *Mise en vente des propositions.*

Explications et arguments à l'appui des propositions par lettres, entretiens, conférences avec projections.

6° *Authentification des propositions.*

Publication des propositions dans des brochures du Ministère qui forment la collection de la Pratique simplifiée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

7° *Suivre continuement l'affaire.*

a) Enquêtes périodiques pour savoir dans quelle mesure il y a eu acceptation et fixer, le cas échéant, les bases d'une revision;

b) Organisation de réunions périodiques, soit du comité d'action, soit des industriels intéressés, en vue d'étudier la revision;

c) Employer à nouveau les moyens 4, 5, 6 et 7, c'est-à-dire : envoi de circulaires, éducation des intéressés, publication, et nouvelle enquête après chaque revision.

8° *L'emploi des sept moyens assure :*

1° la légalité de l'action entreprise;
2° une intelligente collaboration de tous les intéressés;
3° la coordination des projets connexes;
4° une surveillance continue;
5° une revision régulière;
6° le prestige national;
7° l'autonomie de direction dans chaque industrie.

On remarquera dans tout ce qui précède que l'Administration n'intervient que pour rechercher et appuyer les meilleures idées en cours dans l'industrie intéressée. Elle n'a aucune prétention technique. En aucune façon elle n'essaye de fixer, ni même de suggérer les simplifications que les industriels doivent adopter. Son seul rôle est de mettre en rapports tous les intéressés et de donner son appui à ce que ces intéressés, d'un commun accord, considèrent comme vraiment avantageux pour eux tous et pour le pays tout entier.

Dans certains cas les conférences peuvent décider que, pour obtenir tous les avantages d'une simplification, des cahiers des charges types ou d'autres standards doivent être étudiés et élaborés. Si l'industrie intéressée ne dispose pas des laboratoires adéquats, ou des compétences techniques nécessaires à cette étude, la Division peut recourir aux services du National Bureau of Standards pour les recherches scientifiques, ou à ceux de l'American Engineering Standards Committee pour l'étude de standards industriels. Dans ce cas, ce Bureau ou cette Commission travaillent sous la direction d'un comité désigné par la conférence qui a décidé l'étude et rend compte des résultats obtenus à une conférence réunie ultérieurement. L'adoption des cahiers des charges ou d'autres standards par cette dernière conférence doit précéder son appui par le Ministère du Commerce.

La Pratique simplifiée peut ainsi adopter tel moyen que l'industrie intéressée jugera avantageux pour diminuer les épouvantables gaspillages

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui résultent d'une multiplicité excessive de formes, de dimensions, de qualités, de modes de fabrication, de composition, ou d'autres caractéristiques du produit considéré. Quelle que soit la voie suivie, le Ministère est toujours prêt à appuyer toutes les simplifications qui sont de nature à supprimer le gaspillage, à stabiliser les affaires ou à développer notre commerce extérieur.

III. — LES RECOMMANDATIONS DE LA PRATIQUE SIMPLIFIÉE.

Les conférences auxquelles ont pris part les représentants des fabricants, des marchands et des consommateurs et qui ont été tenues au Ministère du Commerce sous les auspices de la Division de la Pratique simplifiée ont conduit à l'adoption des « Recommandations de la Pratique simplifiée » qui suivent et à des suppressions dont l'importance ressort de l'examen du tableau suivant :

	Réduction du nombre des types		Total des suppressions pour 100.
	de	à	
1. Paving brick (brique à empierrer les routes)	66	11	
Première revision	11	7	
Seconde revision	7	6	
Troisième revision	6	5	92,4
2. Bedsteds, springs and mattresses (lits, sommiers et matelas)	78	4	95
3. Metal lath (lattis métalliques)	125	24	81
4. Asphalt (limites de pénétration)	88	9	89,5
— (pour joints)	14	4	71
5. Hotel chinaware (vaisselle de porcelaine pour hôtels)	700	160	77
6. Files and rasps (limes et râpes)	1.351	496	63
7. Face and common brick (brique à bâtir et brique de parement) :			
Rough face brick (brique ordinaire)	39	1	97,5
Smooth face brick (brique repressée)	36	1	97
8. Range boilers and expansion tanks (chaudières et vases d'expansion pour chauffage central)	130	13	90
9. Woven-wire fencing (treillage pour clôtures)	552	69	87,5
Woven-wire-fence packages (rouleaux de treillage)	2.072	138	92,5
10. Milk-bottles (bouteilles à lait ou à crème)	49	9	81,5
Milk-bottle caps (fermetures de bouteilles à lait)	29	1	96,5
11. Bed blankets (couvertures de lits)	78	12	84,5
12. Hollow building tile (brique creuse)	36	19	47
13. Structural slate (plaques d'ardoise pour installations sanitaires, etc.)			84
14. Roofing slate (ardoise à couvrir) :			
Descriptive terms (formes)	17	8	53
Thickness (épaisseur)	21	10	52
Sizes (dimensions)	60	30	50

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

15. Blackboard slate (ardoise pour tableaux noirs) :			
Fixed wall blackboards (slab heights). (Ardoises fixées au mur, hauteurs)	90	3	96,5
Portable or small blackboards (sizes). (Tableaux noirs portatifs : dimensions.)	141	14	90
School, score, memorandum slates (sizes). (Petites ardoises d'écoliers, ardoises block-notes, etc. : dimensions.)	20	8	60
16. Lumber (bois sciés)			60
17. Forged tools (outils forgés)	665	351	47
18. Builders' hardware (quincaillerie de bâtiment) :			
Lock and lock trim (serrures et accessoires)			30
Butts and hinges (gonds et paumelles)			33
Shelf and miscellaneous			24
Finishes	100	29	71
19. Asbestos paper and asbestos millboard (papier et carton d'amiante) :			
Asbestos paper (papier d'amiante). Sizes of rolls (dimensions des rouleaux)	3	2	33,3
Asbestos paper (papier d'amiante). Widths of rolls (largeur des rouleaux)	3	1	66,6
Asbestos paper (papier d'amiante). Weights (poids)	8	5	37,5
Asbestos millboard (carton d'amiante). Sizes of sheets (dimensions des feuilles)	3	1	66,6
Asbestos millboard (carton d'amiante). Thickness of sheets (épaisseurs des feuilles)	7	4	42,5
20. Steel barrels and drums (barils et tonneaux métalliques)	67	24	64
21. Brass lavatory and sink traps (bondes et siphons de lavabos)	1.114	72	93,5
22. Paper (papier)	innombrable		
23. Bolts and nuts for farm machinery (boulons et écrous pour machines agricoles)	1.500	840	44
24. Hospital beds (lits d'hôpital) :			
Lengths (longueurs)	33	1	97
Widths (including two specials) (largeurs y compris deux exceptionnelles)	34	3	91
Heights (hauteurs)	44	1	97,5
25. Hot-water storage tanks (réservoirs à eau chaude)	120	14	88

IV. — SIMPLIFICATIONS EN COURS D'ÉTUDE.

L'unification des produits suivants est en cours d'étude en vue d'une simplification. Les enquêtes préliminaires sont déjà commencées et des conférences en vue d'une simplification seront tenues très prochainement.

Pièces détachées pour automobiles; — Chaudières à vapeur; — Réservoirs et chaudières de cuivre; — Boîtes à gants et articles de bonneterie et de lingerie; — Vaisselle de cafés et de restaurants; — Tuyaux mous; — Blocs de béton; — Couleurs des tissus de coton; — Fournitures pour dentistes; — Chéneaux, gouttières et tuyaux de descente; — Réservoirs métal-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

liques montés sur tours ; — Pièces détachées pour fours et foyers (registres, etc.); — Sacs de papier pour épiceries; — Lames de scies; — Brûleurs à gaz, chauffe-bains; — Tuyaux à gaz, à eau; — Réservoirs d'eau froide pour usages domestiques; — Réservoirs hydropneumatiques; — Rondelles et goupilles pour écrous; — Trous d'homme; — Brûleurs à pétrole; — Réservoirs à pétrole; — Couteaux de poche; — Pièces détachées en matière réfractaire (manchons, buses, briques); — Bandages de caoutchouc; — Tournevis; — Tôles d'acier; — Pelles; — Agrafes d'acier; — Barres d'armatures; — Batterie de cuisine; — Châssis de fenêtres et de portes; — Manches à outils en bois.

V. — AMERICAN MARINE STANDARDS COMMITTEE.

L'American Marine Standards Committee (Commission américaine de Standardisation pour les Constructions navales) est né de la collaboration de la Division de la Pratique simplifiée du Ministère du Commerce, du

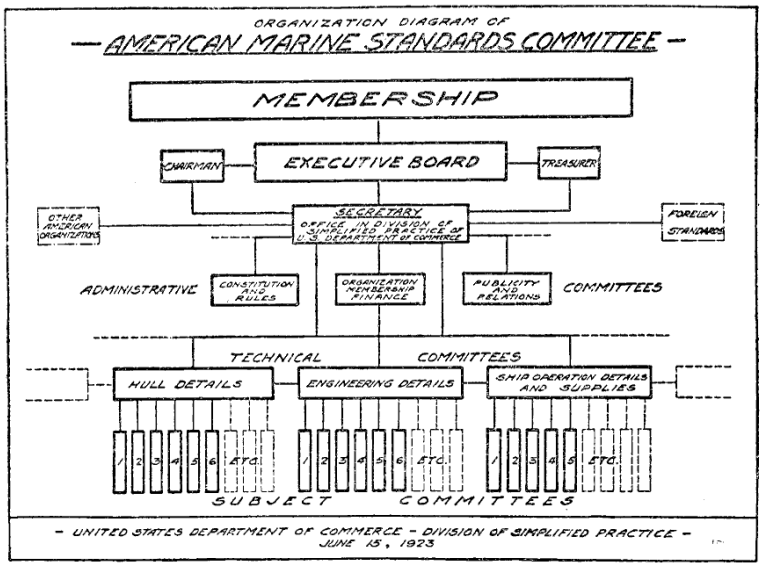


Fig. 2. — Tableau synoptique de l'organisation de l'American Marine Standards Committee.

United States Shipping Board, et de l'American Marine Association, dans le but de provoquer une simplification dans la construction navale, le service des navires et d'autres industries connexes. Cette commission a travaillé régulièrement depuis sa fondation en 1923; 38 sous-commissions d'études,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

spécialisées, ont été constituées; des propositions de standards sont en cours d'études.

Cette Commission a publié une brochure intitulée : *Organization of the American Marine Standards Committee and its Constitution and Rules* (1). Elle fait ressortir l'importance qu'il y a à élaborer des standards et de réaliser une simplification des nombreux éléments qui entrent dans la construction du navire. Le champ d'action, l'objet, l'organisation, sa façon de procéder sont expliqués dans cette brochure; elle a été publiée pour servir de plan type d'organisation aux groupements industriels ou commerciaux qui désireraient unir leurs efforts en vue de simplifier les pratiques actuellement en usage et de supprimer les gaspillages dans l'industrie ou le commerce qui les intéresse (fig. 2).

2e PARTIE. — CAS PARTICULIERS

I. — EXAMEN SOMMAIRE D'EXEMPLES D'APPLICATION DE LA PRATIQUE SIMPLIFIÉE

1. — *Entreprises particulières.*

Les progrès de la simplification — car il s'agit de progrès bien plus que d'une innovation — ont atteint un point tel que ses avantages et son efficacité ne peuvent plus être contestés. Il est reconnu que la plus grande difficulté rencontrée dans son application est le scepticisme ou l'incapacité d'en apprécier la vraie valeur. On a peu ou on n'a pas de raison de la craindre. Étant donnés les progrès réalisés depuis un siècle dans l'emploi des pièces interchangeables, aucun mouvement industriel n'a eu de plus grandes possibilités que la tendance présente à la simplification et cela parce qu'on la sait réalisable et aussi parce que les fabricants eux-mêmes en ont fait le premier essai pendant la guerre.

Ce mouvement, qui s'est poursuivi en temps de paix, a prouvé son efficacité; il a pris dans ces derniers temps une telle importance qu'il retient l'attention de tout fabricant vraiment désireux d'être au courant de tout ce qui peut conduire à une meilleure administration. Mais la philosophie de la simplification a provoqué une véritable innovation : la création d'une division d'un grand ministère fédéral dont la seule fonction est d'aider les industriels américains, et de collaborer avec eux, dans la mise en application des principes de la simplification.

(1) Organisation, composition et fonctionnement de l'American Marine Standards Committee.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il est prouvé, par des précédents, que tout programme touchant l'industrie dans lequel le Gouvernement prend la moindre part est accueilli avec un certain scepticisme. L'idée des mauvais effets de « l'intervention gouvernementale dans les affaires » s'est si solidement enracinée dans l'esprit de nos chefs d'industrie qu'on n'est pas bien sûr de les amener à collaborer, même si on leur prouve leur erreur.

La politique du ministre Hoover, consistant à placer le Gouvernement derrière la profession plutôt que dedans, a eu une influence décisive; aussi le programme de simplification du Ministère est-il considéré de plus en plus comme un véritable concours apporté par le Gouvernement à l'industrie.

Il peut être intéressant pour le lecteur de connaître quelques cas concrets dans lesquels la simplification a été appliquée soit par des sociétés indépendantes, sans le concours du Gouvernement, soit par des groupements professionnels, soit encore par le Gouvernement seul.

Une des simplifications les plus concluantes qui aient été réalisées par les industriels est celle des douilles de lampes. Il y a quelques années on en fabriquait 179 différentes, ce qui obligeait à mentionner d'interminables conditions avant de pouvoir se procurer une lampe s'ajustant sur la douille spéciale en service. Aujourd'hui 70 constructeurs de ces douilles en fabriquent seulement de 6 modèles différents (fig. 3). Dans la même industrie, avant 1918, on trouvait 37 types différents de prises de courant, toutes bonnes mais sans qu'aucune fût interchangeable avec une autre (fig. 4). Pour la commodité du consommateur et aussi pour favoriser l'emploi de l'électricité, on a adopté un seul type de prise de courant, le type à fourche. Les avantages de cette simplification sont si évidents qu'aujourd'hui cette prise de courant est montée sur des centaines de milliers d'appareils construits par 200 fabricants.

Un grand fabricant de produits alimentaires est depuis longtemps partisan de la simplification. Non seulement il la recommande mais il la pratique. Grâce à une diminution de 89 p. 100 dans la variété de ses produits qui s'est traduite par une diminution de 73 p. 100 sur les salaires payés aux vendeurs, de 78 p. 100 sur les frais de publicité, de 80 p. 100 sur les commissions, le volume de sa vente s'est accru d'environ 600 p. 100. Des méthodes de fabrication efficaces, basées en majeure partie sur la simplification, et l'énorme demande qui est résultée de sa façon de s'adresser au consommateur, lui ont permis de mettre sur le marché un produit de grande utilité et de qualité reconnue à un prix avantageux pour l'acheteur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

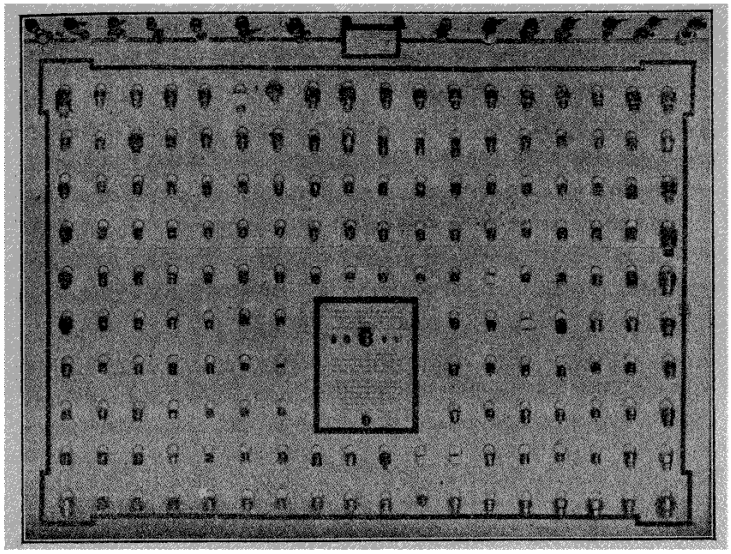


Fig. 3. — Douilles de lampes.

On ne saurait soutenir que le problème de la simplification est exclusivement du domaine des fabricants. Les marchands et les consommateurs y sont aussi intéressés. Le point de vue du consommateur, en ce qui concerne

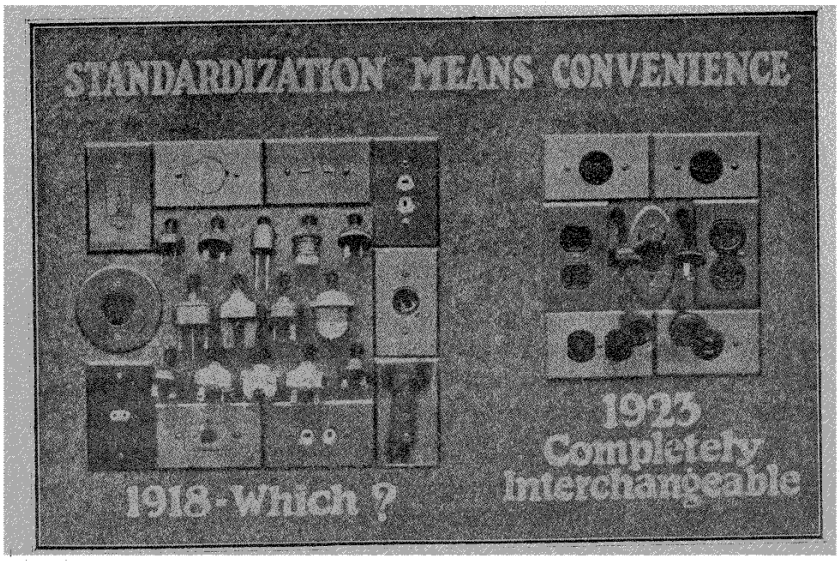


Fig. 4. — Prises de courant.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la simplification, a été exposé on ne peut mieux par le président d'une société de grands hôtels de New-York : « En matière de simplification, rappelez-vous que vous êtes à la fois acheteur et vendeur. Si vous ne pouvez pas l'appliquer aux choses que vous vendez, appliquez-la à celles que vous achetez. N'achetez pas 15 types différents de boulons si un examen vous a prouvé qu'un seul type de boulon peut convenir à 15 emplois différents. » En appliquant ce raisonnement aux achats faits pour un groupe d'hôtels, la simplification a porté sur 200 articles, l'inventaire a été soulagé de 350.000 dollars, et une réduction de 20 p. 100 sur les prix d'achat s'est traduite par une économie annuelle de 100.000 dollars (fig. 5).

Fig. 5. — Traduction : Une société de grands hôtels a simplifié ses commandes, diminué ses dépenses, simplifié son inventaire, réduit de 20 p. 100 ses dépenses, soulagé son inventaire de 350.000 dollars et économisé 100.000 dollars chaque année.

Comment ?
En ramenant :
de 30 à 10 ses types de verres,
de 15 à 3 ses dessins de tapis,
de nombreux modèles de linge de table à 1,
et en simplifiant de même près de 200 autres objets.
Déclaration de Mr. L. M. Boomer, président de la Waldorf-Astoria Co.

En général, les objets dans lesquels le style, l'art, le dessin ou une véritable originalité jouent un rôle ne se prêtent pas à la simplification.

Cependant un fabricant de chapeaux de feutre pour hommes, ayant étudié ses ventes, a reconnu que 90 p. 100 de son chiffre d'affaires sur les 3.684 modèles de chapeaux différents par la forme ou la couleur qu'il fabriquait portaient seulement sur 7 formes et sur 10 couleurs différentes. La seule solution du problème ne pouvait être trouvée que dans la simplification, et aujourd'hui, non seulement il en recommande l'emploi, mais encore il est convaincu qu'elle est vraiment avantageuse pour lui.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La question de goût n'a pas non plus arrêté un grand fabricant de chaussures qui, à une certaine époque, fabriquait 2.500 types différents de chaussures, chaque type en 3 qualités. Il a réduit sa fabrication à 100 types d'une seule qualité. Cette suppression de 99 p. 100 dans la variété a réduit les frais de fabrication de 31 p. 100, les commissions de 28 p. 100, l'inven-

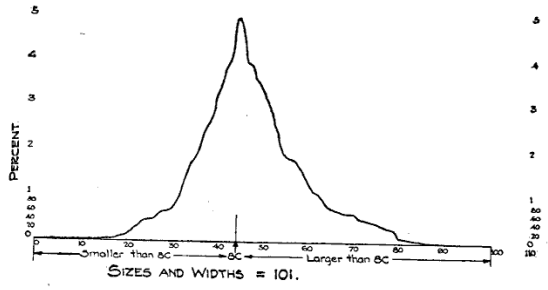


Fig. 6. — Variation de la demande en chaussures d'hommes en fonction de la pointure. TRADUCTION : Smaller than 8C (pointures inférieures à 8C); larger than 8C (pointures supérieures à 8C). Sizes and Widths = 101 (pointures et largeurs = 101).

taire de 26 p. 100 et le prix de vente au consommateur de 27 p. 100. Le résultat a été d'augmenter sa vente de 50 p. 100, 22 p. 100 sur les chaussures de femmes, 80 p. 100 sur les chaussures d'hommes (fig. 6 et 7).

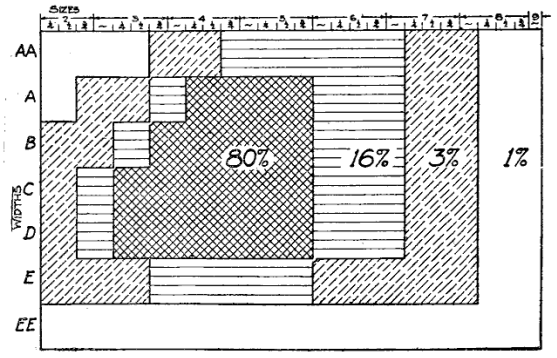


Fig. 7. — Variation de la demande en chaussures de femmes en fonction de la pointure et de la largeur.
Sizes (pointures). Widths (largeurs).

Un exemple remarquable de suppression du gaspillage industriel obtenu par la simplification du point de vue du consommateur est fourni par une grande société de transports automobiles qui a ramené son matériel à un seul type de châssis pour poids lourds et à un seul type pour voitures à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

voyageurs. Cette façon de faire s'est traduite par une réduction de 20.000 à 5.000 du nombre des types de pièces détachées et par une réduction consécutive dans les bandages, le carburant, les lubrifiants, etc. La diminution du capital engagé, du personnel, de l'emplacement affecté aux stocks et du prix d'achat des voitures a permis à cette société de réduire les frais d'exploitation en 1912 de 2 cents par mille parcouru par rapport à 1921 et de 5 cents par rapport à 1920.

Ceux qui s'imaginent que la simplification conduit à une insupportable monotonie feront bien de réfléchir aux moyens employés par un fabricant de nouveautés pour papeteries, industrie dans laquelle le succès dépend pour beaucoup, et de plus en plus, de l'originalité et de la variété. Malgré cela, ce fabricant, en unifiant les différentes parties détachées des articles fabriqués, de manière à les rendre interchangeables et à permettre des combinaisons plus nombreuses, a réduit le nombre de ses articles, qui était de 10.000 en 1918, à 8.000 en 1922. Il en est résulté une augmentation de rendement, chaque fabrication durant plus longtemps, une diminution des invendus et une plus grande rapidité dans la livraison, tout article demandé étant toujours en magasin.

Un autre exemple nous est donné par un fabricant d'objets d'ameublement et de tapisserie qui, de 1904 à 1914, eut à souffrir d'une succession de hausses et de baisses dans la demande. En 1914, il renonça à la bizarrerie de ses modèles. Pendant l'année qui suivit, ses ventes diminuèrent, mais bientôt les bienfaits de cette mesure se firent sentir : la vente s'est notablement accrue et elle continue à croître depuis 1921 (fig. 8).

Des magasins en gros de spécialités pharmaceutiques résolurent de limiter leurs stocks aux spécialités qui étaient le plus demandées. Leur nombre a été réduit de 22.000 à 10.000; le bénéfice s'est accru de 40 p. 100, le chiffre d'affaires de 70 p. 100, les salaires payés de 100 p. 100; en même temps, le capital engagé a été réduit de 10 p. 100 et le chiffre d'inventaire de 56 p. 100 (fig. 9).

En 1922, on a compté près de 19.000 faillites aux États-Unis représentant un passif total de plus de 540 millions de dollars. Il y en a eu relativement peu chez les fabricants; elles se sont produites en majorité chez les marchands en gros ou au détail. Les causes principales de ces faillites sont : un chiffre d'inventaire excessif, un chiffre d'affaires insuffisant et une trop grande variété de produits vendus. Le nombre des faillites pourra être réduit au minimum dans l'avenir grâce à la mise en application de la pratique simplifiée (fig. 10).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

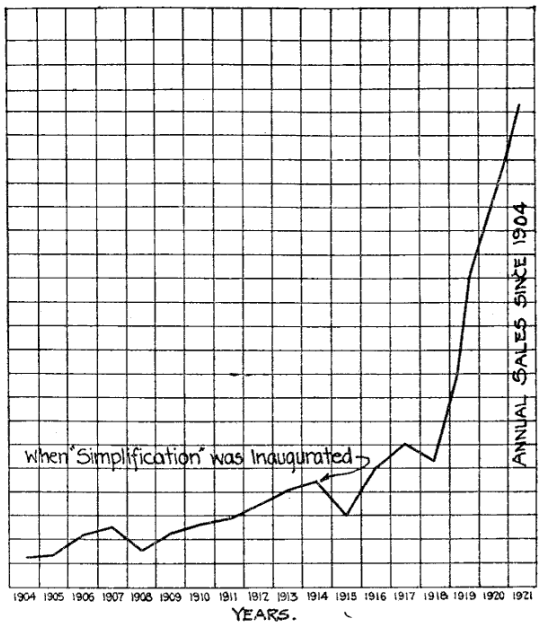


Fig. 8. — Vente d'objets d'ameublement avant et après simplification. Traduction : When « simplification » was inaugurated (introduction de la simplification). Annual Sales since 1904 (ventes annuelles depuis 1904).

RESULTS OF SIMPLIFIED PRACTICE ON
GROSS BUSINESS OF CHAIN OF DRUG STORES

DECREASED	
NUMBER OF WAREHOUSES FROM	9 TO 2 = 78%
NUMBER OF DEPOT EMPLOYEES FROM	270 TO 189 = 30%
COST OF NIGHT WORK FROM	$5,000 TO ZERO
LOSS ON UNSOLD MERCHANDISE FROM	$263,000 TO $100,000 = 62%
INCREASED	
NUMBER OF STORES FROM	143 TO 216 = 51%
VOLUME OF BUSINESS FROM	$19,000,000 TO $33,000,000 = 74%
DIVIDENDS PAID IN PAST 6 YEARS	$8,000,000

Fig. 9. — Traduction : Résultats donnés par la pratique simplifiée dans des magasins de vente en gros de produits pharmaceutiques.

Réductions :

du nombre des magasins.	de 9 à 2, soit 78 p. 100.
du nombre des employés dans les magasins	de 270 à 189, soit 30 p. 100.
de la dépense pour le travail de nuit.	de 5.000 dollars à 0.
de la perte sur les invendus.	de 263.000 dollars à 100.000, soit 62 p. 100.

Augmentations :

du nombre des maisons de vente.	de 143 à 216, soit 51 p. 100.
du chiffre d'affaires	de 19 à 33 millions de dollars, soit 74 p. 100.
des dividendes payés pendant les 6 dernières années.	8 millions de dollars.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

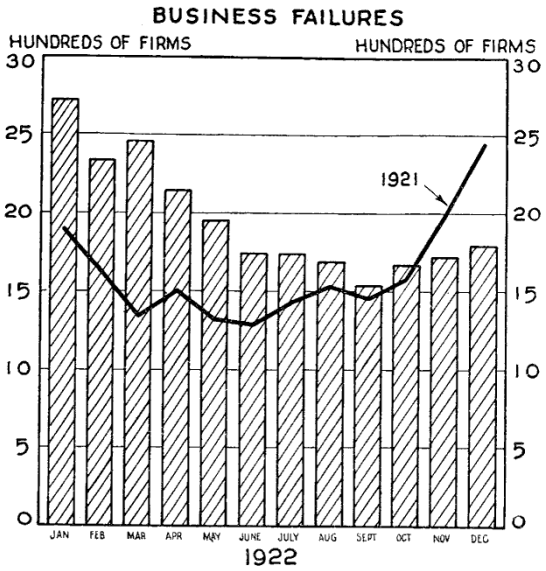


Fig. 10. — Nombre des faillites en 1921 et en 1922.
(En ordonnées : centaines de faillites.)

2. — *Sociétés et autres groupements.*

Les exemples qui précèdent sont peu de chose en comparaison des entreprises particulières qui appliquent de plus en plus la simplification à leurs nombreux services. La simplification, cependant, fait autant l'objet d'une profession que la création d'une installation, et le fabricant isolé qui se décide à simplifier ressent vite le besoin de recourir au concours de personnes étrangères à sa profession. Les groupements professionnels peuvent fournir ce concours. Malheureusement, l'activité créatrice de ces groupements a souvent été confondue avec l'activité restrictive déployée par les trusts, consortiums et coalitions avant l'entrée en vigueur des lois qui réglementent la concurrence, mais il y a des domaines dans lesquels de nombreux groupements professionnels peuvent exercer une activité permise par la loi. La simplification et l'unification sont un de ces domaines. C'est ce qui ressort de l'examen de la figure 11.

Voici quelques exemples de groupements professionnels ayant joué un rôle important en matière de simplification.

Le Malleable Chain Manufacturers Institute, de Chicago, a entrepris d'unifier sa fabrication, celle des chaînes. Pendant 50 ans, on a fabriqué des chaînes sans plan défini, ce qui a conduit à la création de milliers de types

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de chaînes très peu différents entre eux mais non interchangeables; c'était aux dépens du consommateur qui d'ailleurs s'y perdait. Grâce à la coopération de ses membres, l'Institute a réduit le nombre des types de 60 p. 100. Un seul fabricant a ramené le nombre de ses articles de 2.044 à 820, soit une réduction de 60 p. 100.

L'Association nationale des Fabricants d'Engrais a mené une campagne chez les fabricants d'engrais en vue d'obtenir d'eux une diminution du nombre des formules d'engrais : grâce à l'activité de son Comité pour l'Amélioration du Sol, elle s'est efforcée d'habituer le consommateur à acheter les engrais en se basant sur leur composition chimique et non pas sur une

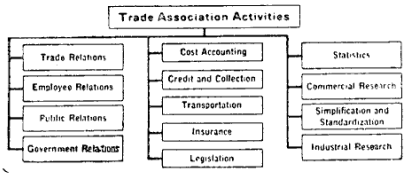


Fig. 11. — Traduction : Activités permises aux groupements professionnels; — Trade relations (rapports professionnels); — Employee relations (rapports avec les employés); — Public relations (rapports avec le public); — Government relations (rapports avec le gouvernement); — Cost Accounting (prix de revient); — Credit and Collection (crédit et payements); — Transportation (transports); — Insurance (assurances); — Législation (législation); — Statistics (statistique); — Commercial Research (problèmes commerciaux); — Simplification and Standardization (simplification et unification); — Industrial Research (problèmes techniques).

marque commerciale. On peut citer comme exemple de variété excessive le cas d'un fabricant qui, dans un seul État, avait fait enregistrer conformément, à la loi, plus de 1.000 marques d'engrais composés dont plus de 70 répondaient à une seule formule. Comme indication de l'amélioration provoquée par l'activité de l'Association on peut signaler le cas d'un de ses membres qui a réduit le nombre de ses formules de 100 qu'il était en 1915, à 17 en 1922, soit une diminution de 83 p. 100.

En 1913 il y avait en service un grand nombre d'appareils destinés à mesurer le point d'inflammation des liquides combustibles volatils; l'American Society for Testing Materials (Société américaine pour l'Essai des Matériaux) nomma une commission qu'elle chargea d'établir une méthode standard de détermination du point d'inflammation des liquides, autres que l'essence de térébenthine, employés dans la préparation des couleurs. En collaboration avec le United States Bureau of Mines, le United States Bureau of Standards, la National Fire Protection Association, et la Paint, Oil and Varnish Association, elle a réussi à imaginer un seul appareil, non seulement pour déterminer le point d'inflammation des liquides précités mais

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

aussi de l'essence de térébenthine et de tous les autres liquides combustibles volatils. Cet appareil a été adopté en 1921 par l'American Society of Testing Materials et approuvé par le Gouvernement des États-Unis.

Dans un cas, l'activité d'une association professionnelle a pris un caractère international. La Chemical Equipment Manufacturers Association avait commencé à rechercher la standardisation des installations dans les usines de produits chimiques, lorsque, en Angleterre, un comité mixte, issu de l'Association of British Chemical Manufacturers et de la British Chemical Plant Manufacturers Association, présenta un plan pour la standardisation des châssis et des plateaux des filtres-presses. Un questionnaire fut adressé à 200 consommateurs; le dépouillement des réponses conduisit à l'adoption de quatre dimensions qui remplaceront toutes celles qui sont actuellement en service. Le succès des industriels britanniques prouve bien la valeur d'une étroite collaboration entre les constructeurs et les consommateurs d'outillage.

3. — *Gouvernement.*

La simplification et la standardisation sont de la plus grande importance pour les services de l'État. Il rentre donc bien dans les attributions du Gouvernement fédéral de collaborer à la simplification et à la standardisation et de fournir les moyens de rechercher ce qui peut être ou ne peut pas être fait dans ce sens. On ne doit pas oublier que les meilleurs résultats ne peuvent s'obtenir que grâce à la coopération et au bon accord; il faut que cette coopération et cet accord soient non seulement autorisés par le Gouvernement fédéral mais aussi encouragés par lui.

Il va de soi tout d'abord que la collaboration du Gouvernement lorsqu'il est question de simplification dans les différentes industries doit être dirigée vers l'amélioration des habitudes industrielles et commerciales, mais il est évident que dans la majorité des cas, les standards qui conviendront le mieux à l'activité d'une démocratie conviendront aussi le mieux aux affaires de l'État, qui la représente. Il en résulte que le Gouvernement s'en occupe activement et collabore sans cesse à l'établissement de programmes de simplification bien définis en vue d'un fonctionnement à meilleur compte. On reconnaît généralement que l'État paye tout ce qu'il achète plus cher qu'un consommateur quelconque, mais la simplification lui évitera cet inconvénient, aussi l'adopte-t-il et est-il en train de l'étendre à tous les services de l'État en la leur recommandant comme un moyen de diminuer les dépenses et de faire disparaître le préjugé qui règne contre l'État considéré comme client.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'Interdepartmental Board of Contracts and Adjustments, la Federal Specifications Board, et la Federal Purchasing Board ont adopté ou recommandé les simplifications suivantes :

18	services d'achats distincts du Ministère des Finances ramenés à .	2
36	services d'achats, ministériels ou divisionnaires, ramenés à . . .	1
396	types d'adjudications simplifiés et réduits à	2
224	lois concernant les adjudications abrogées et remplacées par. . .	1
Une quantité innombrable de types de baux simplifiés et ramenés à. .		1
	(Soit chaque année 1 million de dollars environ dont sera soulagé le contribuable.)	
Une quantité innombrable de formules d'adjudications ramenées à . .		1
	(L'économie annuelle réalisée de ce chef, rien qu'en travaux d'impression, est évaluée à 30.000 dollars.)	

Un grand pas a été fait dans la simplification des émissions radioélectriques par la conférence tenue en mars 1923 au Ministère du Commerce qui décida de recommander et d'exiger que certaines longueurs d'ondes ne soient pas employées et que celles qui seront employées soient réparties en trois classes :

	Longueurs d'ondes supprimées.
De 222 à 300 mètres, grand public	75
De 373 à 545 — commerce	65
De 600 à 800 — navigation maritime. . . .	25

Il arrive fréquemment que le Gouvernement soit obligé d'agir énergiquement pour rendre la simplification obligatoire. C'est le cas si la multi-

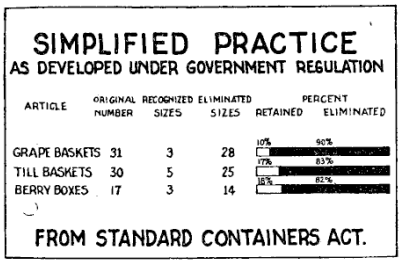


Fig. 12. — Traduction : La pratique simplifiée, ce qu'elle a donné grâce à l'action légale.

Objet.	Formats anciens.	Formats conservés.	Formats supprimés.	Proportions centésimales conservé.	Proportions centésimales supprimé.
Paniers à raisin	31	3	28	10 p. 100	90 p. 100
— à compartiments . . .	30	5	25	17 —	83 —
— à petits fruits	17	3	14	18 —	82 —

en application de la loi sur les emballages standardisés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plicité atteint un degré qui la rend dangereuse pour la collectivité. C'est ainsi que, en vertu de la loi fédérale de 1916 (Standards Containers Act) le nombre des paniers à raisin, des paniers à compartiments, et des caisses à menus fruits a été ramené respectivement à 3, à 5 et à 3 formats légaux (voir fig. 12).

Si la collectivité trouve un avantage à la limitation du nombre des formats des emballages — et elle en a trouvé un — cela justifie amplement l'intervention de l'État, mais il vaut mieux que la simplification soit due aux industriels qu'à une contrainte légale.

Le Gouvernement fédéral n'a pas été le seul à intervenir. Les différents États de l'Union se sont parfaitement rendu compte des avantages de la simplification. C'est ainsi que l'état de New York a agi légalement en 1923 pour réduire à un seul ses 187 services d'achats. Depuis 1918, 26 des 48 États de l'Union sont intervenus légalement pour centraliser leurs services d'achats, et 17 États, en groupant ces services, en ont réduit le nombre à quelques unités.

II. — RÉSUMÉ DES AVANTAGES PROCURÉS

On a vu que le Service des Fabrications de la Chambre de Commerce des États-Unis collabore très étroitement avec la Division of Simplified Practice pour établir un programme de simplifications. Ils ont consacré une place importante, dans leurs publications, à la simplification en ce qui concerne l'industrie des États-Unis.

Nous reproduisons ci-après le « Résumé des avantages procurés » d'après une de ces publications.

Jetez un coup d'œil sur la liste qui suit. Elle vous convaincra et vous décidera à agir car les avantages qui y sont mentionnés ne manqueront pas de s'accroître si les fabricants, les commerçants en gros et en détail, les consommateurs continuent à appliquer un intelligent programme de standardisation et de suppression d'une excessive variété.

Vous faites bien de dire à vos vendeurs que vous allez diminuer la multiplicité de vos produits mais n'oubliez pas que ce travail est accompli en ce moment, non seulement par les producteurs isolés mais, en grand et d'une façon méthodique, par des associations professionnelles travaillant d'accord.

Le Ministère du Commerce, dans le but d'accroître notre commerce extérieur, a, dans la Pratique simplifiée, un plan d'ensemble avec lequel il peut aider ceux qui désirent être aidés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1. — *Ce que gagne le fabricant.*

1. — Une diminution du capital immobilisé sous forme de :
   a) Matières premières;
   b) Stock de produits semi-ouvrés;
   c) Stock de produits fabriqués;
   d) Gabarits, calibres, matrices, modèles, outillage spécial;
   e) Place occupée pour l'emmagasinage;
   f) Pièces de rechange.
2. — Une fabrication plus économique grâce à :
   a) De plus grandes unités de production, une diminution du nombre de ces unités;
   b) Une plus longue durée de chaque fabrication; des changements de fabrication moins fréquents;
   c) Une plus forte production par ouvrier;
   d) Une évaluation exacte et précise des prix;
   e) Une surveillance plus facile des stocks;
   f) Une surveillance plus simple et meilleure;
   g) Une diminution de l'outillage inactif; une diminution de cet outillage;
   h) Une plus grande facilité à se procurer et à conserver les matières premières;
   i) Meilleur marché de la manutention des stocks;
   j) Réduction des frais généraux d'écritures;
   k) Système d'évaluation des prix de revient simplifié et plus précis;
   l) Suppression de gaspillage en essais et en projets;
   m) Inventions standardisées.
3. — Un meilleur rendement du travail dû à :
   a) Une simplification dans l'entraînement du personnel;
   b) De meilleurs salaires, grâce à l'accroissement du rendement individuel, rendu possible par la prolongation d'un même travail;
   c) Ce que les ouvriers sont contents et plus gais;
   d) L'accroissement de l'habileté professionnelle par la répétition des mêmes opérations;
   e) Moins de travail inutile par suite de la possibilité d'en prévoir les causes;
   f) Une grande stabilité de main-d'œuvre par opposition au travail saisonnier d'aujourd'hui;
   g) La moindre difficulté à se faire aider.
4. — Un meilleur exercice de la profession par :
   a) La meilleure qualité du produit fabriqué;
   b) Une livraison plus rapide des marchandises;
   c) La diminution du nombre des emballages;
   d) Moins d'emballages abîmés en route;
   e) De moindres chances d'erreurs dans les expéditions;
   f) Moins de laissés pour compte des articles passés de mode.
5. — Un meilleur rendement des vendeurs.
6. — Un accroissement du chiffre d'affaires.
7. — Une plus grande capacité de vente.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

8. — Une trésorerie plus facile.

9. — Moins de chômage.

10. — L'attention est attirée sur la nécessité de l'individualité et de l'originalité là où elles s'imposent; répression des tendances à l'individualité et à l'originalité là où elles sont secondaires ou inutiles et où la standardisation et la bonne qualité doivent l'emporter.

11. — Établissement plus rapide des projets et des devis.

12. — Diminution du nombre des procédés de fabrication.

2. — *Ce que gagnent les commerçants en gros et au détail.*

1. — Un accroissement du chiffre d'affaires dû à :
   - *a*) Ce que toutes les marchandises se vendent, aucune n'étant passée de mode;
   - *b*) Suppression de stocks se renouvelant lentement;
   - *c*) Affaires régulières : facilités d'achat, rapidité de la vente;
   - *d*) Meilleur rendement des vendeurs;
   - *e*) Concentration des ventes sur un petit nombre d'articles;
   - *f*) Adoption des modèles qui se vendent le mieux.

2. — La diminution du capital immobilisé dans :
   - *a*) Les stocks;
   - *b*) Les pièces de rechange;
   - *c*) La place occupée par les magasins.

3. — La moindre dépréciation des stocks et la diminution des invendus.

4. — La diminution des frais généraux résultant des :
   - *a*) Manutentions;
   - *b*) Travaux d'écritures.

5. — Un meilleur exercice de la profession grâce à :
   - *a*) Des prix plus bas;
   - *b*) Une livraison plus rapide et plus sûre des marchandises.

3. — *Ce que gagne le consommateur.*

1. — Il achète à des prix plus bas.

2. — Les produits sont de meilleure qualité parce que le fabricant a pu concentrer son activité sur des produits mieux étudiés et a pu en diminuer les frais de fabrication.

3. — Meilleur usage :
   - *a*) De l'article et
   - *b*) De ses pièces de rechange;
   - *c*) Livraison plus rapide.

III. — IMPORTANCE INDUSTRIELLE ET ÉCONOMIQUE

Généralement on n'apprécie pas l'importance du rôle que joue la standardisation dans l'évolution industrielle. Voici quelques considérations sur une standardisation établie sur une solide base technique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1. — Elle oblige le vendeur et l'acheteur à parler la même langue et il est possible d'obliger les vendeurs concurrents à en faire autant.

2. — Meilleure qualité du produit grâce à la possibilité pour le fabricant de se consacrer à une meilleure étude de ce produit et aussi à la diminution des frais de fabrication.

3. — Elle abaisse le prix de revient de l'unité en rendant possible la fabrication en série par grandes quantités; la démonstration en a été faite par l'unification des lampes à incandescence et des automobiles.

4. — En simplifiant les manutentions dans les magasins, elle abrège le délai de livraison et abaisse les prix.

5. — Elle diminue les contestations et les autres causes qui tendent à désorganiser l'industrie, inconvénients qui, en définitive, retombent à la charge du consommateur.

6. — Elle écarte toute hésitation dans la production et l'utilisation, hésitation qui est la cause de nombreux gaspillages et diminutions de rendement.

7. — Elle stabilise la production en élargissant les débouchés et rend sans danger pour le fabricant l'accumulation des stocks quand les achats se ralentissent, et cela à un point qui serait dangereux s'il s'agissait d'un produit non standardisé.

8. — En concentrant l'attention sur ce qui est essentiel, elle diminue les dépenses afférentes à la vente, un des problèmes les plus graves de notre système économique.

9. — En concentrant les efforts sur moins d'objets, elle permet de consacrer plus d'efforts et de réflexion à l'étude des produits fabriqués, de sorte qu'il y a économie et meilleur rendement.

IV. — LES DÉBUTS DE LA DIVISION OF SIMPLIFIED PRACTICE

La simplification n'est pas une création de la guerre mondiale. Bien avant la mémorable année 1917, on avait reconnu qu'elle était indispensable à la bonne marche des affaires et à l'obtention d'un bon rendement.

La guerre nous a démontré, il est vrai, que, dans notre pays, il y a un nombre effrayant d'activités absolument sans objet dans presque toutes nos grandes affaires industrielles. Le fait ayant été reconnu, une des tâches principales de la Conservation Division de la Chambre des Industries de Guerre, fut de concentrer tous ses efforts vers l'utilisation de la plus grande quantité possible de main-d'œuvre, de capitaux et de matières premières à des fabrications de guerre; le mot d'ordre était « Le maximum de production pour le minimum de dépenses, par la suppression de tout travail inutile ». La simplification, en prenant ce mot dans son sens le plus large, joua un rôle des plus importants dans ce programme de guerre.

La simplification fut rendue obligatoire. On économisa une somme énorme de matériaux, de travail et de capital en en appliquant les principes tant lors des achats et des ventes que de la fabrication. Le fabricant ne fut pas seul à en bénéficier, mais aussi les intermédiaires et le consommateur. Quoique la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

simplification répondit à un besoin imposé par la guerre, beaucoup d'entreprises exprimèrent le désir de l'appliquer après l'armistice, dans les conditions normales du temps de paix, pour éprouver sa valeur en tant que méthode d'organisation. Débarrassées des contraintes imposées par la guerre, plusieurs entreprises ont conservé une fabrication réduite à un plus petit nombre de types, employé moins de procédés et continué à recourir à des méthodes de production et de vente moins compliquées qu'autrefois. Un grand progrès a été ainsi réalisé dans cette voie en 1919, 1920 et 1921 ; mais ces trois années correspondaient à une période de dépression et de reconstitution et l'impulsion donnée au mouvement a été assez faible.

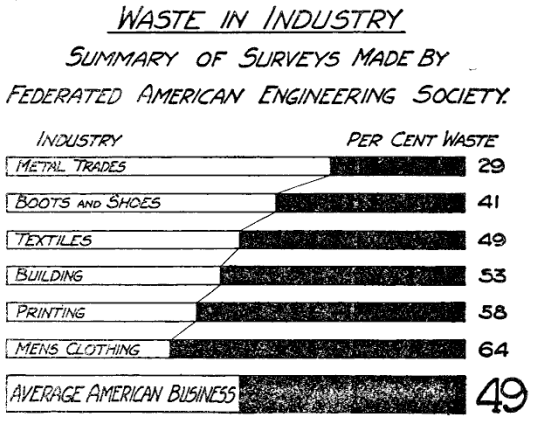


Fig. 13. — Traduction : Le gaspillage dans l'industrie.
Résumé des enquêtes faites par la Federated American Engineering Society.

Industrie	Gaspillage pour 100.
Métallurgie	29
Cordonnerie	41
Textiles	49
Bâtiment	53
Imprimerie	58
Confection pour hommes	64
Moyenne pour l'industrie américaine	49

Vers la fin de 1921, on publia le compte rendu de « Le gaspillage dans l'industrie » (*Waste in Industry*), résultat d'une enquête sur le gaspillage dans six industries prises comme types : le bâtiment, la confection pour hommes, la cordonnerie, l'imprimerie, l'industrie métallurgique et les industries textiles. Ce compte rendu fit ressortir ce fait que, dans ces seules six industries, on avait constaté des gaspillages évitables évalués entre 29 et 64 p. 100 et qu'on y pourrait économiser chaque année 10 milliards de dollars si on recourait uniquement à la standardisation et à la simplification (fig. 13).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En se basant sur les chiffres trouvés pour 1922, on a calculé que la somme représentée par les gaspillages couvrirait les impôts payés à l'Union, aux États et aux Communes, l'achat des automobiles à voyageurs et de l'essence qu'elles consomment, et la construction des nouvelles maisons d'habitation des États-Unis (fig. 14).

L'expérience acquise pendant la guerre, comme le montre ce compte rendu, a prouvé sans conteste qu'il y a nécessité urgente à recourir à la standardisation pour supprimer une capricieuse multiplicité, et à réserver les méthodes de fabrication et de vente aux produits qui présentent le maximum

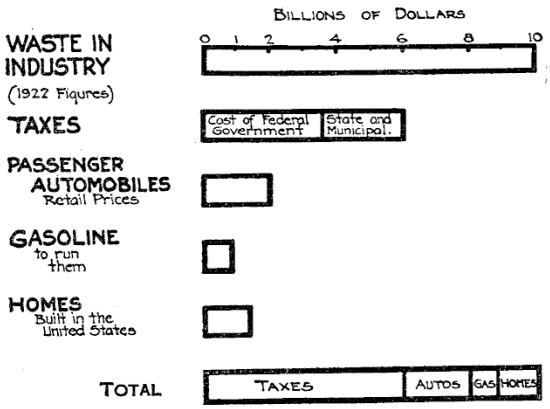


Fig. 14. — TRADUCTION : Ce que représente le gaspillage dans l'industrie.

Gaspillages dans l'industrie (chiffres de 1922). **Milliards de dollars**

Impôts Impôts fédéraux. Impôts payés aux états et aux communes.

Automobiles à voyageurs (prix de détail)
Essence consommée pour les faire marcher
Habitations construites aux États-Unis

Total. Impôts Autos Essence Habitations

d'interchangeabilité. C'est pourquoi, le ministre Hoover créa la nouvelle Division of Simplified Practice et la comprit comme organe d'exécution d'un programme d'ensemble du Ministère du Commerce ayant pour objet la suppression du gaspillage dans l'industrie et le commerce, suppression qui est un moyen essentiel d'améliorer les affaires, d'accroître les richesses, de diminuer les prix de revient, de réduire le chômage, d'accroître le commerce extérieur, la somme de produits fabriqués, et, d'une façon générale, de procurer à tout citoyen américain une plus grande somme de bien-être.

La Division n'intervient que comme collaboratrice. Elle ne donne aucun ordre : l'initiative doit venir de la profession même. Elle n'a aucun moyen de contrôle ni de contrainte. Son rôle principal est de faciliter le rapproche-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment des producteurs, des intermédiaires et des consommateurs, et d'appuyer les propositions des intéressés s'ils se sont mis d'accord sur des simplifications dont bénéficieront à la fois les producteurs et les consommateurs (fig. 15).

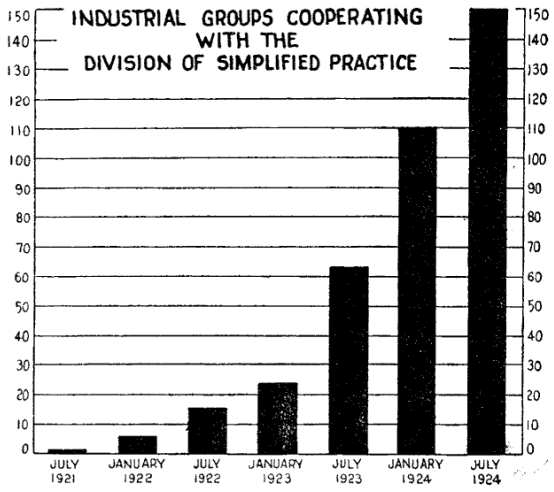


Fig. 15. — Nombre de groupements industriels qui ont travaillé en collaboration avec la Division de la Pratique simplifiée.

V. — SUGGESTIONS TOUCHANT LES ENQUÊTES

La réussite de toute simplification dépend pour une large part de la nature des renseignements recueillis au cours de l'enquête conduite par le groupement ou l'industrie intéressés.

Les questions posées par l'enquête sont d'un caractère très général et, quand il y est bien répondu, peuvent servir de base à la discussion dans une réunion préliminaire. Quelques suggestions applicables à ce genre d'enquêtes sont données ci-après.

Le secrétaire des associations professionnelles, ou n'importe quel représentant autorisé du Ministre du Commerce, doit préparer le questionnaire de sorte que, par les réponses, il puisse se procurer les renseignements suivants :

1. — Une liste complète de tous les formats, types, variétés, marques, qualités d'un même article qui ont été fabriqués chaque année au cours de la période sur laquelle porte l'enquête.

2. — Le nombre de ces articles fabriqués annuellement pour chacune des variétés signalées en 1.

3. — L'importance relative de chacune de ces variétés, importance qui peut ne pas dépendre seulement du nombre, quelques-unes pouvant, quoique

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fabriquées en petite quantité, avoir une grande importance en raison de leurs applications.

4. — Le degré d'utilité de ces variétés.

5. — Les dispositions prises en vue d'augmenter la fabrication.

6. — Les variétés qui, de l'avis de l'entreprise peuvent être supprimées : *a*) avec un avantage certain; *b*) avec un avantage probable ; *c*) avec un avantage possible.

Le projet de questionnaire peut être adressé à la Division de la Pratique simplifiée pour avis et suggestions, l'expérience qu'elle a acquise lors d'enquêtes similaires pouvant être d'un grand secours. Sous sa forme définitive, le questionnaire est adressé à chacune des entreprises intéressées, qu'elle soit ou non membre d'un groupement professionnel; on y joint une lettre expliquant l'objet de l'enquête, et, si on le juge à propos, une copie de la lettre du Ministre du Commerce demandant au secrétaire du groupement professionnel en question d'agir comme son représentant.

On dépouille les réponses de manière à en tirer des conclusions et, s'il y a lieu, un programme de simplification, qui sont présentés sous forme de rapport à une conférence à laquelle sont convoqués tous les intéressés, producteurs, intermédiaires et consommateurs. Autant que possible, les résultats de l'enquête doivent être chiffrés en proportions centésimales; ainsi on dira pour *a*) 31 p. 100 de la production de 1918 plutôt que 5.682.324 unités. Cependant, on pourra donner quelques valeurs absolues du genre de cette dernière pour faire ressortir l'importance de l'industrie considérée.

La Division of Simplified Practice est toute disposée à donner son avis sur le projet du rapport donnant les conclusions de l'enquête. Le rapport définitif est envoyé en un nombre suffisant d'exemplaires à la Division pour lui permettre de les transmettre assez longtemps d'avance à tous ceux qui seront convoqués à la Conférence.

Le Secrétaire du groupement professionnel doit aussi préparer une liste des représentants des producteurs, intermédiaires et consommateurs que, à son avis, la Division of Simplified Practice doit inviter à la Conférence. Cette liste doit être revue et complétée de telle sorte que tous les groupements intéressés soient bien représentés à la Conférence. Celle-ci est organisée au Ministère du Commerce par la Division.

MODÈLE DE LETTRE EXPLIQUANT L'OBJET DE L'ENQUÊTE.

Voici une lettre dont les secrétaires des associations professionnelles pourraient s'inspirer. Elle a été adressée par le président d'une commission de simplification constituée par un groupement professionnel; elle a donné de bons résultats.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cher Monsieur,

L'objet de la présente enquête est de rassembler les données qui permettront à la Commission de la Pratique simplifiée de savoir quels sont les variétés, types, sortes, catégories et dimensions de ..... actuellement en usage, et quelle est l'importance relative de chacune de ces variantes. Les conclusions qui seront soumises aux intéressés en vue de supprimer celles de ces variantes qui, de toute évidence, sont superflues et sont une cause de pertes pour le fabricant, les marchands en gros et au détail et le consommateur.

La concentration de la production, de la vente et de la consommation sur les produits qui seront conservés aura pour effet de supprimer certains gaspillages et, en définitive, d'abaisser le prix de revient et de stabiliser les recettes.

Dès que le rapport donnant les résultats de l'enquête sera prêt, nous demanderons à la Division of Simplified Practice du Ministère du Commerce de convoquer à une conférence toutes les parties intéressées pour y discuter ce rapport et prendre les dispositions nécessaires pour supprimer des variantes toutes les fois que l'enquête aura prouvé que cette suppression est avantageuse pour toutes les parties intéressées.

En simplifiant ainsi nous n'exécutons qu'une partie d'un programme du Ministère qui se propose de collaborer avec les groupements professionnels pour conserver au pays son bien-être et sa prospérité. Nous comptons sur votre cordiale collaboration et sur votre appui. Veuillez adresser votre réponse à la date du ..... au soussigné.

Votre dévoué, Signature.

Président de la Commission de la Pratique simplifiée.

QUESTIONNAIRE.

Enquête sur l'industrie de ..... faite par (groupement professionnel).

Questionnaire à remplir et à envoyer au plus tard le .....

(Commission ou enquêteur.)

Adresse : .....

Cher Monsieur, nous vous envoyons les renseignements ci-dessous en vue de l'enquête qui doit servir de base de discussion pour la suppression du gaspillage, ceci en application de la pratique simplifiée :

TYPE, SORTE, CATÉGORIE, DIMENSIONS	MARQUE OU NUMÉRO DU MODÈLE	NOM DU PRODUIT : QUANTITÉ FABRIQUÉE, VENDUE OU EXPÉDIÉE (SOULIGNER SELON LE CAS LE MOT QUI CONVIENT) LES CONSOMMATEURS INDIQUERONT LA QUANTITÉ ACHETÉE							
		Année (nombre).	P. 100.	Année (nombre).	P. 100.	Année (nombre).	P. 100.	Année (nombre).	P. 100.
Total			100		100		100		100

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Quand le dénombrement est impossible, faire une estimation et signaler le fait.
Lesquels de ces articles sont les plus importants?
Pour quelles raisons?
Quels sont les types dont la demande croît?
Quels sont les types qu'il y a sûrement avantage à supprimer?
Quels sont ceux pour lesquels cet avantage est probable?
Quels sont ceux pour lesquels un avantage est possible?

Nom de l'entreprise.
Signature.

VI. — BIBLIOGRAPHIE (EXTRAIT DE *Factory* DE MARS 1924)

Le mouvement tendant à la simplification des opérations dans l'industrie et le commerce est devenu national. L'idée directrice est de simplifier autant que possible toutes les opérations dans chaque entreprise, et de se débarrasser de toute pièce détachée, de tout type ou modèle, de toute échelle de prix, de tout procédé de fabrication, de toute méthode de travail qui ne sont manifestement nécessaires, en un mot de tout ce qui peut être supprimé avec profit.

Cette manière de faire s'est révélée si fructueuse que, dans tout le pays, des entreprises, travaillant cependant dans des industries très différentes, ont pu abaisser constamment leurs prix de revient.

On trouvera ci-après une liste d'articles parus dans les périodiques, et de rapports, officiels ou particuliers, concernant la simplification parus jusqu'en mars 1924. Les articles ont été classés (pas de façon absolue) en tenant compte de l'opération caractéristique de l'industrie considérée, bien que les raisons invoquées pour simplifier une opération soient valables pour toutes les autres opérations et dans d'autres industries.

1. *Généralités.*

AMERICAN ENGINEERING STANDARDS COMMITTEE REPORTS. *1.000 Simplification Opportunities*, American Machinist, May 31, 1923.

BARNES, JULIUS H. *Standardization as a Creator of New Advertising*, Printers' Ink Monthly, March, 1923.

BARNES, JULIUS H. *Voluntary Adoption of Standards of Quality*, Mechanical Engineering, May 1923.

BASSET, W. R., president, Miller, Franklin, Basset and Co. *How Far Does it Pay to Carry Simplification?* System, October, 1921.

BURGESS, GEORGE K. *Traces Trend of Standardization*, Proc., Am. Soc. Testing Materials, June 26, 1923; vol. 23.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CHISHOLM, CECIL. *What Is Simplification in Industry?* British System, April, 1922.

DICKINSON, ROY. *Simplification in Industry—Its Relation to Advertising*, Printers' Ink, September 21, 1922.

Direct-Mail Advertisers to Begin Simplification Work, Printers' Ink, November 1, 1923.

DURGIN, WILLIAM A. *Alice in Modernland*, Nation's Business, June, 1923.

FEIKER, FREDERICK M. *Variety, Trail-Blazer of Waste*, Michigan Manufacturer and Financial Record, July 14, 1923.

HOLDEN, PAUL E. *To-morrow's Profits from To-day's Wastes*, American Machinist, March 15, 1923.

HUDSON, RAY M. *Simplification Is Saving Millions*, American Industries, May, 1923.

HUDSON, RAY M. *Simplification—the New Fundamental in Business*, Railway Review, June 9, 1923.

MCCULLOUGH, E. W. *Economic Progress of Simplification*, Iron Age, January 24, 1924.

MATHERLY, WALTER J. *Economic Hindrances to Standardization*, American Machinist, June 28, 1923.

MATHERLY, WALTER J. *Financial Economies of Simplified Industrial Practice*, Annalist, October 16, 1922.

PARSONAGE, EDWARD E. *How Industry Can Get Rid of Its Excess Baggage*, Printers' Ink, June 1, 1922.

PASVOLSKY, LEO. *Simplification—the Key to Business Stability*, American Review Magazine, January-February, 1923.

PAYNE, W. *Open-Door Policy at Home*, Saturday Evening Post, August 18, 1923.

SHAW, A. W. *Simplification; a Philisophy of Business Management*, Harvard Business Review, July, 1923.

SHAW, A. W. *Steps in Simplification*, Factory, June-October, 1922; May, 1923.

SULLIVAN, JOHN, secretary-treasurer of Association of National Advertisers. *What Paper Standardization Will Do for Advertisers*, Printers' Ink, October 26, 1922.

THOMAS, LEON I. *Simplification in Industry*, (1), Factory, February 15, 1921.

THOMAS, LEON I. *Simplification in Industry*, (2), Factory, March 15, 1921.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2. *Fabrication.*

BARNUM, C. L. *Standard Sheets of Paper for Forms*, Management Engineering, February, 1922.

CHAMBER OF COMMERCE OF THE UNITED STATES. Fabricated Production Department Co. *Simplification and Standardization.* 1923.

COLLINSON, STANLEY, treasurer and general manager, International Development Co. *Why We Make a Simplified Line*, System, April, 1923.

COONLEY, HOWARD, president, Walworth Manufacturing Co. *Simplification in Industry*, (7), Factory, September, 1921.

COONLEY, HOWARD, president, Walworth Manufacturing Co. *We Reduced Our Catalogue from 17,000 to 610 items*, British System, October, 1922.

CURTIS, E. E., superintendent, brush division, The Osborn Manufacturing Co., (Inc.). *It Paid Us to Cut Our Line 75 per cent*, Factory, January, 1924.

DRAKE, W. *How Simplification Made It Profitable for Us to Reduce Our Line 80 per cent*, Factory, June, 1923.

DURGIN, WILLIAM A. *Simplification of Methods and the Value of Cooperation and Coordination by Industries; a Message from Herbert Hoover*, American Petroleum Institute Bulletin, December 30, 1922.

DURGIN, WILLIAM A. *Simplification—What Does It Offer in the Machine Industry?* American Machinist, May 11, 1922.

EDISON, THOMAS A. *How I Would Double the Volume of a Business*, System, September, 1923.

EDMONDS, W. A., president, Edmonds Shoe Co. *Five Years' Growth with a One-Style Line*, System, August, 1923.

ETTLINGER, LOUIS, vice president, H. B. Rosenthal-Ettlinger Co. *What Simplification Has Done for Us—25 per cent Increased Sales, 30 per cent Lower Costs, Full Production the Year Round*, Factory, December, 1923.

FIRESTONE, HARVEY S., president, Firestone Tire and Rubber Co. *Why We Invested $7,000,000 in Simplification*, Factory, December, 1921.

FOGARTY, J. P., general manager, Westfield Manufacturing Co. *Our Five Gains from Simplification*, Factory, September, 1923.

FRARY, C. A., vice president and general manager, The Wahl Co. *We Are Getting 25 per cent More This Year from Our Pay Roll*, Factory, August, 1923.

GALLIVER, GEORGE A., president, American Writing Paper Co. *How We Applied Simplification*, System, September, 1921.

GALLIVER, GEORGE A., president, American Writing Paper Co. *Twelve Savings We Have Made*, Factory, October, 1921.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

GILBERT, JAMES S., president, Dexter Folder Co. *How Simplification Profited Us, Our Workers, and an Entire Industry*, Factory, January, 1922.

GILLER, C. W. *How Fewer Varieties Change Losses into Profits*, Factory, December, 1922.

GULBRANSEN, A. C., president, Gulbransen-Dickinson Co. *How We Got Both Quality and Volume Production*, System, January, 1923.

HARTNESS, JAMES, president, Jones and Lamson Machine Co. *How Simplification Built Profits for Six Concerns*, System, November, 1921.

HEINTZEMANN, GEORGE A. *Some Facts Regarding House Organ Sizes* Printing Art, September, 1922.

HIRSHFELD, C. F. and C. H. BERRY, Detroit Edison Co. *Size Standardization by Preferred Numbers,* Mechanical Engineering, December, 1922.

HOWARD, THOMAS W. *How a Production Manager, Single-Handed, Promotes Simplification*, Factory, November, 1922.

HUDSON, RAY M. *Design and Style in Their Relation to Simplified Manufacture*, Management Engineering, May, 1922.

HUDSON, RAY M. *New Conservation*; *Simplified Practice and What It Means to Manufacturer and User*, Scientific American, December, 1922, to February, 1923.

HUDSON, RAY M. *Simplification—the New Development in Gold Recovery.* Mining Congress Journal, April, 1923.

HUDSON, RAY M. *Will Simplified Practice Aid the Piano Industry?* Music Trades, January 27, 1923.

LANDWEHR, A. H., treasurer and manager, Holland Furnace Co. *How We Got 50 per cent More from Every Dollar of Wages*, Factory, July, 1923.

LEVERHULME, LORD. *Simplification*, British System, April, 1922.

MCCULLAUGH, JOHN NASH, secretary and industrial manager of the National Association of Hosiery and Underwear Manufacturers. *Bettering an Entire Industry's Methods with Simplification*, (1), System, April, 1923.

MCCULLAUGH, JOHN NASH. *Bettering an Entire Industry's Methods with Simplification*, (2), System, May, 1923.

MCCULLOUGH, E. W. *Reduction of Varieties in Manufactured Products*, American Ceramic Society Journal, May, 1922.

MADDOCK, A. M., president, Thomas Maddock's Sons Co. *How Simplification Removed Production Difficulties*, Factory, November, 1921.

MONTGOMERY, F. H., president, Knox Hat Co. *Just How Far Does It Pay to Go with Simplification?* Factory, February, 1924.

NORMAN, G. M., technical director, Hercules Powder Co. *Lost Motion in Explosive Making Due to Needless Variety of Products*, Chemical and Metallurgical Engineering, August 30, 1922.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

PARDOE, W. D., factory manager, Thermoid Rubber Co. *Simplification in Industry,* (4), Factory, May, 1921.

PARSONAGE, EDWARD E., general manager, John Deere Wagon Works of Deere and Co. *What Simplification Saves Us*, System, December, 1921.

PAUL, ALEXANDER M., president, Davidson Rubber Co. *Larger Volume, Lower Costs, with 6 Items Instead of 1,600,* System, September, 1923.

PAYNE, FREDERICK H., president, Greenfield Tap et Die Corp. *How Simplification of Product Widened Our Market*, American Machinist, January 5, 1922.

PLUMB, FAYETTE R., president, Fayette R. Plumb (Inc.). *Why Advertising Pays the Consumer As Well As the Manufacturer*, Printers' Ink, November 15, 1923.

POTTER, C. B., president, Potter Knitting Co. *Simplification Cut Our Costs 12 per cent, Increased Production 50 per cent, Reduced Seconds 91 per cent*, Factory, October, 1923.

POWERS, GEORGE G., vice president, Union Bed and Spring Co. *We Cut Factory Overhead Despite Smaller Volume*, Factory, March, 1922.

RAND, F. C., president, International Shoe Co. *Our Profits To-day Come from Reducing Overhead*, Factory, October, 1922.

Reports on Simplification of Page Sizes, Paper Trade Journal, November 9, 1922.

Reports on Simplification of Page Sizes, Abridged, Inland Printer, January, 1923.

ROGERT, E. M., general manager, United Brass Manufacturing Co. *Simplification Does Pay—An Outstanding Experience in a 200-Man Plant*, Factory, November, 1923.

Sentiment for simplification Spreading among Electrical Manufacturers and Jobbers, Electrical World, June 16, 1923.

Simplification in Industry. From the Experience of the Chief Industrial Engineer of a New York Company. (17), Factory, August, 1921.

Simplification of Paint and Varnisk—an Augury of Good for Other Industries, Printers' Ink, May 10, 1923.

Simplification of Paper Sizes; Abstract of Report of the Sectional Committee on Book and Magazine Paper, American Machinist, July 5, 1923.

Simplification of Products, Management Engineering, July, 1922.

SMITH, ALFRED L., general manager, Music Industries Chamber of Commerce. *Simplification in Industry,* (5), Factory, June, 1921.

SWEETSER, F. L., general manager, Dutchess Manufacturing Co. *Things We Learn from Making Over a Business*, System, November, 1923.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SWEETSER, F. L., general manager, Dutchess Manufacturing Co. *Why Our Labor Costs Are Low*, System, December, 1923.

SWEETSER. F. L., general manager, Dutchess Manufacturing Co. *Coaching Our Workers to Meet 1924 Labor Costs*, System, February, 1924.

WHITEHORNE, E. E. *Pruning the Wiring-Device Line*, Electrical World, April 28, 1923.

WILLIAMS, JOHN M., secretary, Fayette R. Plumb (Inc.). *Simplification in Industry*, (3), Factory, April, 1923.

WILLSON, S. L. *Standardization and Simplification*, Paper Trade Journal, October 26, 1922; Paper, November 15, 1922.

Working for Standard Sizes of Food Containers, Printers' Ink, January 25, 1923.

3. *Vente en gros et au détail.*

ALTERGOTT, F. JR., Altergott Furniture Co. *How We Applied Simplification in a Retail Store*, System, January, 1923.

BELDEN, AUGUST, *Simplification of Lines Gives Knox Hat Advertising Opportunity*, Printers' Ink, September 27, 1923.

BERFIELD, B. F. *New Remington Labels Reduce Line from 12,000 Items to 24*, Printers' Ink Monthly, August, 1922.

Bigger Profits through Simplification, The Dry Goods Economist, March 17, 1923; March 24, 1923; March 31, 1923; April 7, 1923; April 14, 1923; April 21, 1923.

BLISS, E. J., president, Regal Shoe Co. *Regal Scraps Experience to Adopt New Sales Policy*, Printers' Ink, February 15, 1923.

BLISS E. J., *35 per cent Lower Prices; 25 per cent Smaller Inventory; Doubled Sales through Simplification*. System, November, 1923.

BOOMER, L. M., president, Waldorf-Astoria (Inc.). *How We Fitted Ford's Principles to Our Business*, System, October, 1923.

BOSTOCK, HENRY J., managing director, Lotus (Ltd.). *Twenty Times the Volume Since Simplification*, System, July, 1923.

CHAMBER OF COMMERCE OF THE UNITED STATES. *United States Chamber of Commerce Aids Distribution*, Chemical and Metallurgical Engineering, February 28, 1923.

CHAMBER OF COMMERCE OF THE UNITED STATES. Domestic Distribution Department. *Commercial Tower of Babel*. 1923.

DICKINSON, ROY. *Du Pont Advertises Simplified Paint Line*, Printers' Ink, March 15, 1923.

DICKINSON, ROY. *Shortening the Line to Reduce Price*, Printers' Ink, November 23, 1923.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

DICKINSON, ROY. *Year-Round Advertising Made One Specialty the Leader*, Printers' Ink, July 13, 1922.

DIPMAN, CARL. W., associate editor, Good Hardware Magazine. *When Selling Can Be Simplified by Use of a Standard Unit*, Printers' Ink. April 12, 1923.

DORRANCE, J. T., president, Joseph Campbell Co. *Sticking to One Idea Made Campbell's the National Soup*, Printers' Ink Monthly, January, 1922.

DORRANCE, J. T., president, Joseph Campbell Co. *What Simplification Has Done for Us*, System, January, 1922.

DOUGLAS, W. L. *How W. L. Douglas Is Adding a Hundred New Dealers a Week; Styles Are Cut in Five*, Printers' Ink, November, 1923.

EDWARDS, W. B. *How Limited Sellers Were Swept Out of the Osborn Brush Line*, Printers' Ink, October 25, 1923.

EDWARDS, W. B. *Standardization Prepares the Ground for a New National Advertiser*, Printers' Ink, March 29, 1923.

FEIKER, FREDERICK M., assistant to the Secretary of Commerce. *Putting Advertising to Work to Eliminate Waste in Industry*, Printers' Ink, June 14, 1923.

FEIKER, FREDERICK M., assistant to the Secretary of Commerce. *The Trend of Simplification*, Factory, February, 1922.

FILENE, EDWARD A., president, William Filene's Sons Co. *How a Buyer Can Answer : When? How Much? What?* System, December, 1923.

FILENE, EDWARD A., president, William Filene's Sons Co. *How a Buying Calendar Can Help Profits*, System, February, 1924.

FILENE, EDWARD A., president, William Filene's Sons Co, *More Sales, More Satisfied Customers—but Smaller Stocks*, System, September, 1923.

FILENE, EDWARD A., president, William Filene's Sons Co. *Selling Calendar—How It Affects Profits*, System, January, 1924.

FILENE, EDWARD A., president William Filene's Sons Co. *The Three Price Levels That Move Stocks*, System, October, 1923.

FILENE, EDWARD A., president, William Filene's Sons Co. *What Is Back of a Fat Rate of Turnover?* System, November, 1923.

GALES, GEORGE M. *How We Sell Twice as Much on Half the Stock*, System, May, 1923.

GALLIVER, GEORGE A., president, American Writing Paper Co. *How Simplification Made Selling Easier for Us*, British System, August, 1922.

HUDSON, RAY M. *Fewer Products—More Customers*, Sales Management, July, 1922.

HUDSON, RAY M. *Simplification—a Profit-Making Policy*, American Exporter, April, 1923.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

HUDSON, RAY M. *Simplification—the Purchasing-Agents' Friend*, Railway Purchases and Stores, March, 1923.

HUDSON, RAY M. *Simplified Practice as a Service to American Shipping*, Marine Engineering, December, 1922; Pacific Marine Review, January, 1923.

HUDSON, RAY M. *Simplified Practice as a Service to Distributors*, Distribution and Warehousing, November, 1922.

HUDSON, RAY M. *Underselling Your Foreign Competitor*, Sales Management, October, 1922.

HUDSON, RAY M. *Will Simplified Practice Aid Banking?* Journal of American Bankers' Association, December, 1922.

JOHNSON, ROY. *How Standardization and Advertising Saved a Failing Business*, Printers' Ink Monthly, July, 1921.

LAMB, JAMES G., secretary, Scott Paper Co. *Two Thousand Brands Reduced to Three*, Printers' Ink. February 2, 1922.

LARRABEE, C. B. *How Simplification Has Affected Champion Spark Plug Advertising*, Printers' Ink, July 12, 1923.

MACLEAN, DONALD. *Fewer Sizes Aid Selling As Well As Manufacturing*, Printers' Ink, July 28, 1921.

MCLEAN, JOHN N., president, W. B. McLean Manufacturing Do. *Why Our Business Has Grown 20-Fold Since We Adopted Simplification*, System, February, 1922.

MONTGOMERY, F. H. *We Turn Stocks Seven Times as Fast through Simplification*, System, June, 1923.

MURPHY, JOHN ALLEN. *Scrapping 150 Sectional Brands and Building 6 National Brands Instead*, Printers' Ink, April 13, 1922.

Sentiment for Simplification Spreading among Electrical Manufacturers and Jobbers, Electrical World, June 16, 1923.

SIMMONS, A. E. *A Policy That Simplifies Store Management*, System, June, 1923.

SMITH, LOUIS L., vice president, Nemo Hat Co (Inc.) *Simplification Put Our Sales in the $1,000,000 Class'*, System, April, 1923.

TONK, PERCY A., president, Tonk Manufacturing Co. *Putting Simplification into a Small Factory*, British System, November, 1922.

TONK, PERCY A., president, Tonk Manufacturing Co. *Simplification in a 65-Man Plant*, System, March, 1922.

Trend Toward Simplification, Printers' Ink, May 4, 1922.

TRIGG, ERNEST T., vice president, John Lucas and Co. *We Increased Volume When We Cut Our Line 60 Per Cent*, System, October, 1922.

TRUE, J. *Increasing the Business on Two Brands with One*, Printers' Ink, April 5, 1923.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

VAN VORIS, A. H. *Small-Town Merchants' Views on Simplification and Cost Reduction*. Printers' Ink, August 17, 1922.

WELLMAN, HARRY R., professor of marketing, Amos Tuck School, Dartmouth College. *The New Selling Era*, Printers' Ink, Mary 25, 1922.

4. *Publications officielles.*

HUME, FREDERIC W., executive secretary of the National Publishers' Association. *A Research on Simplification of Periodical Page Sizes*, Printers' Ink, July 19, 1923.

SHAW, A. W., Co. *Simplification : What It Is Doing for Business*, System, and Factory, February, 1921, to July, 1922.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SEANCE PUBLIQUE DU 13 MARS 1926

Présidence de M. A. MESNAGER, *président*.

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 27 février 1926 est adopté.

Est nommé membre de la Société :
M. E. ADAM, présenté dans la dernière séance.

Sont présentés pour devenir membres de la Société :

M. AUBRY (Émile) (I ⚙), Ingénieur des Arts et Manufactures, 200, rue Lafayette, Paris (10e), présenté par MM. Féry, Lyon, Lemaire;

la SOCIÉTÉ DE RECHERCHES MÉCANIQUES ET PHYSIQUES, 40, rue de l'Échiquier, Paris (10e), présentée par MM. Laurent et Augustin Seguin;

M. BADIN (Raoul-Édouard) (✲), ancien élève de l'École polytechnique, ingénieur, 97, boulevard Saint-Michel, Paris (5e), présenté par MM. Laurent et Augustin Seguin (membre à vie).

M. MESNAGER, *président*. — J'ai le très vif regret de vous annoncer la mort de M. **André Hillairet** qui faisait partie de notre Conseil depuis 1902 au titre du Comité des Arts économiques.

M. A. Hillairet, Ingénieur des Arts et Manufactures, a fait toute sa carrière dans la construction électrique; il fut d'abord directeur des Ateliers Bréguet; puis il fonda en 1885, avec son camarade d'école Huguet, la maison de construction de machines électriques qu'il dirigea seul ensuite jusqu'à sa mort.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En 1890, il fit une communication sur le premier transport d'énergie électrique réalisé en France par lui, à Domène, au moyen de courant électrique à haute tension.

André Hillairet a pris une part active aux travaux de la Société d'Encouragement; il y a étudié de nombreuses questions, rédigé plusieurs rapports; il l'a représentée longtemps au Comité électrotechnique français où il s'attacha surtout à défendre les intérêts légitimes de l'industrie française de la construction électrique. Pendant la guerre, en mars 1915, sur la demande de M. Lindet, alors président, il nous donna une conférence remarquable sur *la construction électrique assurée par l'industrie française.*

M. A. Hillairet avait été président de la Société internationale des Électriciens et de la Société des Ingénieurs civils de France; il faisait partie du Comité consultatif des Arts et Manufactures qu'il représentait à la Commission permanente de Standardisation du Ministère du Commerce. Il y prit souvent la parole pour faire entendre la voix du bon sens et de la raison. Il était en effet un des trop rares industriels vraiment partisans de la standardisation, qui ne croient pas qu'elle doive favoriser le seul constructeur et qui ne craignent pas de réformer tout un outillage encore utilisable pour en adopter un nouveau plus rationnel. C'est ainsi qu'il fut un des premiers industriels de France, si ce n'est le premier, à introduire dans ses ateliers les filetages unifiés établis par la Société d'Encouragement il y a 33 ans. Il racontait volontiers à ceux qu'effrayait cette introduction, combien elle lui avait été facile, réalisée du jour au lendemain, grâce à une préparation un peu longue, mais judicieuse.

M. A. Hillairet était chevalier de la Légion d'honneur.

Nous adressons à sa famille l'expression de notre sympathie émue.

M. Mesnager, *président.* — J'ai le regret de vous annoncer la mort de M. **Kamerlingh Onnes**, qui était membre correspondant étranger de notre Conseil depuis 1914, au titre du Comité des Arts économiques.

Il était, depuis 1920, correspondant de l'Académie des Sciences dans la Section de Physique; le 7 décembre dernier, il y avait été nommé associé étranger à l'unanimité.

Né en 1853, à Groningue (Pays-Bas), Heike Kamerlingh Onnes étudia la physique dans le Laboratoire de Kirchhoff. Docteur en 1879, il généralisa la loi de Van der Waals sur les états correspondants.

Nommé professeur à la Faculté des Sciences de Leyde en 1882, il y organisa un laboratoire de physique qui devait comprendre bientôt le célèbre laboratoire cryogénique où ont travaillé de nombreux savants du monde entier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Avec des machines frigorifiques à compression et à détente, opérant sur trois cycles en cascade : à chlorure de méthyle, à éthylène et à oxygène, il obtint une véritable production industrielle d'air liquide et réalisa, pour l'étude des phénomènes physiques, des *cryostats* dans lesquels on peut à volonté obtenir et maintenir constante une température quelconque, comprise entre la température ordinaire et celle de l'air liquide.

Avec ces appareils, on peut facilement abaisser la température à — 200°. A ce point, une légère détente suffit pour liquéfier l'hydrogène et même, en y ajoutant l'action du vide, pour le solidifier; la température est alors de — 259°.

Dans le laboratoire ainsi créé par Kamerlingh Onnes, les travaux et les découvertes retentissantes se multiplient désormais. En 1908, il parvient à liquéfier l'hélium, dont la température critique est de 5° absolus. Plus tard, l'hélium lui sert à atteindre 1° absolu, température la plus basse qui ait jamais été atteinte.

Ces travaux et ceux qu'il fit ensuite sur les corps *supraconducteurs* valurent en 1914, à Kamerlingh Onnes, le prix Nobel de Physique.

On sait que la résistivité électrique des métaux diminue quand la température s'abaisse. Kamerlingh Onnes a montré que, pour le mercure par exemple, cette résistivité, après une chute progressive, tombe brusquement à un moment donné, jusqu'à devenir pratiquement nulle. Le métal peut alors, sans échauffement appréciable, être traversé par des courants très intenses, atteignant jusqu'à 1.200 A par millimètre carré. En circuit fermé, le courant, une fois établi, persiste longtemps encore après la disparition de la cause qui l'a engendré. On a fondé de grands espoirs sur ces propriétés, qui permettent d'entrevoir la possibilité de construire un électro-aimant à champ d'une intensité assez grande pour pouvoir « démolir les atomes ».

Aux très basses températures, et surtout au voisinage du zéro absolu, les propriétés des corps sont toutes profondément modifiées.

Il n'est pas surprenant que le Laboratoire cryogénique de Leyde ait été le rendez-vous des savants du monde entier qui, en collaboration de Kamerlingh Onnes, venaient y faire des recherches dans une branche bien déterminée de la physique ou de la chimie. Dans chaque cas, Kamerlingh Onnes trouvait le moyen de réaliser les dispositifs convenant à la nature des recherches. Les résultats qu'elles ont donnés sont publiés dans un périodique qui forme une collection unique au monde.

Kamerlingh Onnes était très heureux de ce que l'on pût comparer son laboratoire cryogénique à une véritable usine, capable de produire des froids intenses « en quantités industrielles ». En fait, fragilité de certains organes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nécessairement en verre mise à part, ce laboratoire fonctionnait comme une usine.

Nous adressons nos très vives condoléances à la famille de notre regretté collègue, à ses nombreux amis et aux non moins nombreux savants qui ont reçu la plus large hospitalité au Laboratoire de Leyde et qui regretteront profondément la disparition du grand savant.

M. Charles Daboust, ingénieur-chimiste, fait une communication sur *les matières grasses de récupération.*

Il y a longtemps qu'on récupère les matières grasses surtout celles qui sont d'origine animale, car elles ont toujours été d'un prix élevé. Toutefois le prix croissant de toute chose a donné à cette récupération un intérêt plus grand qu'avant la guerre; aussi les savants et les industriels ont-il étudié de plus près les procédés qui étaient employés autrefois. D'ailleurs, certaines matières grasses, qui étaient peu estimées, peuvent aujourd'hui, grâce à l'hydrogénation, fournir des produits de grande valeur. De très grands progrès ont été réalisés dans ces derniers temps, de sorte que cette récupération est souvent devenue une véritable industrie. C'est ainsi que le travail de l'équarrisseur d'aujourd'hui diffère complètement de celui de l'ancien fondeur de chiens, d'ailleurs disparu, qui repêchait dans la Seine, au voisinage des égouts, les chiens et les chats crevés pour n'en retirer que la peau et la graisse.

Dans les restaurants à grand débit, on emploie des machines à laver la vaisselle dans lesquelles l'eau, maintenue très chaude, n'est changée qu'une fois par jour; chaque matin, après refroidissement, on écume la matière grasse figée qui s'est rassemblée à la partie supérieure. Il suffit d'une légère épuration pour qu'on puisse en tirer une graisse avec laquelle on fabrique des savons excellents.

Les jaunes d'œufs traités en vue de l'extraction de la lécithine fournissent, avant ce traitement, une graisse très fine. Les balles de cacao, les grignons d'olives, les déchets de poissons provenant des fabriques de conserves, de sardines notamment, traités par des dissolvants appropriés comme l'essence de pétrole, le sulfure de carbone, peuvent fournir aussi des graisses ou des huiles estimées.

Dans presque tous ces cas, la récupération n'est pas généralisée et les quantités récupérées sont assez faibles. Il en est autrement des produits suivants dont la récupération fait l'objet d'une véritable industrie :

Graisse d'os. — Selon leur état de fraîcheur et de conservation, les os renferment 7 à 18 p. 100 de graisse ou suif.

Le plus ancien procédé consiste à traiter les os par de l'eau à 95°. La graisse obtenue, dite à l'eau, est très blanche mais les os gardent 4 à 5 p. 100 de suif. Le traitement à l'autoclave à 135° n'en laisse que 2 p. 100 mais l'os est altéré, la gélatine en partie perdue et le suif légèrement coloré. En ajoutant à l'eau de l'acide sulfurique, on altère ou détruit l'os, et on obtient un suif plus noir encore.

Dans les appareils modernes à dégraisser les os, ceux-ci, aussi parfaitement desséchés que possible dans l'air sec et tiède, sont traités par la vapeur de benzine. L'opération fournit un liquide qui, soumis à la distillation, donne le suif; les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vapeurs de benzine, ayant entraîné de la vapeur d'eau, sont condensées; on en décante l'eau pour récupérer la benzine. De même, les vapeurs de benzine fournies par la distillation sont condensées. C'est donc, en principe, toujours la même benzine qui sert, toutes les opérations se faisant en vase clos. Le suif obtenu est un peu coloré, mais le traitement étant méthodique, les os, nullement altérés, ne retiennent guère plus de 0,5 p. 100 de graisse.

Les os de cheval sont traités à part et fournissent une huile noirâtre beaucoup moins estimée que le « suif d'os » et qui sert surtout au graissage.

Graisse de colle. — La mégisserie, avant tannage, fournit des débris de peaux dont on fait un bouillon pour en tirer, par écumage, un suif de bonne qualité; le reste du bouillon fournit de la gélatine. Pour que celle-ci puisse être utilisée à la fabrication des plaques photographiques, elle doit être parfaitement dégraissée. A cet effet, le bouillon, après écumage, est dégraissé à chaud par un barbotage d'essence.

Lubrifiant des chiffons gras. — L'emploi de plus en plus fréquent de machines à grande vitesse oblige à un graissage abondant. Il y a donc une forte production de chiffons d'essuyage. Ils renferment surtout des graisses ou huiles minérales qui sont extraites au moyen d'essence minérale, sans perte de dissolvant. Il s'est créé une industrie de leur dégraissage : les chiffons sont loués, le loueur se paye surtout par les matières grasses récupérées. Il opère en vase clos au moyen d'un dissolvant qui est récupéré. Les matières grasses obtenues sont filtrées, épurées et rectifiées. Une petite fraction seulement peut servir à nouveau au graissage.

Graisse d'équarrissage. — Autrefois on se contentait d'enlever la peau de l'animal et d'enterrer le reste; cette industrie répandait des odeurs très désagréables. Aujourd'hui tout est récupéré; toutes les opérations s'exécutent en vase clos dans les appareils Fillot ou Hartmann. Le cadavre, dépouillé et débarrassé de ses sabots, est débité à la hache; les morceaux sont mis dans un cylindre horizontal à double paroi pouvant contenir les cadavres de cinq ou six chevaux. Le cylindre intérieur est perforé; le tout est chauffé sous pression et tourne autour de l'axe pendant trois à quatre heures. Le liquide est envoyé au décanteur où se fait la séparation de la graisse et du bouillon gélatineux. La viande s'est plus ou moins bien détachée des os; si on continue à chauffer et à tourner, elle se dessèche, se morcèle et finit par traverser peu à peu le cylindre intérieur perforé. Cette poudre sèche peut servir à nourrir les chiens et la volaille.

Les « nivets » ou rognures fraîches de boucherie, les viandes qui, quoique non putréfiées, ne peuvent être livrées à la consommation, sont soumis à un traitement analogue. Quand il y a eu putréfaction, la poudre de viande ne peut servir que comme engrais.

Les os sont broyés et fournissent un engrais phosphaté.

En Allemagne, on opère de façon continue dans un long cylindre tournant, légèrement incliné, et muni de palettes. Par l'extrémité basse arrive un courant d'air chauffé à 120° qui dessèche la viande que le mouvement désagrège et pulvérise. Le tout se déverse dans une bluterie qui sépare les os de la viande sèche pulvérisée. Les gaz sortants sont envoyés sous un foyer; de cette façon on supprime toute mau-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vaise odeur. Os et viande desséchés sont traités à part pour gélatine, graisse et phosphate de chaux. Le rendement est plus élevé que par le procédé précédent. La viande sèche en poudre peut servir à nourrir les porcs.

Graisse de dessuintage. — Le suint est une sorte de savon naturel formé par un acide gras, la suintine, et la potasse. De la suintine on peut extraire la lanoline employée comme onguent ou comme pâte de toilette ou encore comme imperméabilisant des tissus. Le suint fournissait autrefois le salin de potasse, mais cette extraction n'a plus d'intérêt depuis qu'on exploite de riches gisements de sels potassiques.

La première opération que la laine doit subir en filature est le dessuintage. Aujourd'hui cette opération et le lavage au savon, qui la suit, sont effectués dans un seul appareil imaginé par M. Duhamel, de Roubaix, dans lequel toute contamination de l'eau est supprimée et grâce auquel toutes les matières utilisables du suint sont récupérées, et cela sans consommation de sel de soude et avec une dépense de savon extrêmement réduite. La suintine obtenue est très propre, exempte d'acide, et convient particulièrement à la production de lanoline. La suintine peut être employée telle quelle à la « nourriture des peaux ».

Graisse de peaux. — Il faut entendre par là la graisse extraite des peaux de moutons tannées; elles retiennent en effet plus de graisse que les peaux tannées des autres animaux. Cet excédent de graisse forme sur le cuir des taches qui le déprécient; il cause des accidents de fabrication à la teinture ou lorsqu'on prépare le cuir dit verni. Ces peaux doivent être dégraissées. L'opération se pratique en vase clos au moyen de dissolvants, sur les cuirs parfaitement secs.

E. L.

M. Mesnager, *président.* — Je remercie vivement M. Daboust de sa très intéressante communication. Il nous a fait voir comment, par des progrès incessants, de petits métiers, ou des industries très insalubres et à mauvais rendement, sont devenus des industries exemptes de toute insalubrité et dans lesquelles tous les résidus sont utilisés.

La séance est levée à 18 h. 30 m.

SÉANCE PUBLIQUE DU 20 MARS 1926

Présidence de M. E. Sauvage, *vice-président.*

La séance est ouverte à 17 h.

M. Sauvage présente les excuses de M. Mesnager, président, empêché.

Le procès-verbal de la séance du 13 mars 1926 est adopté.

Est présenté pour devenir membre de la Société :

M. Venot (Fernand), Ingénieur des Arts et Manufactures, gérant de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Société « Venot-Peslin », 62, rue Taitbout, Paris (9e), présenté par M. de Fréminville et M. Lemaire.

Sont nommés membres de la Société : M. Aubry (Émile); la Société des Recherches mécaniques et physiques; M. Badin (Raoul-Édouard) (membre à vie), qui ont été présentés dans la dernière séance.

M. Sauvage, *vice-président*. — J'ai le très vif regret de vous annoncer la mort de M. **Félix Briot**, membre correspondant français de notre Conseil depuis 1891, au titre du Comité d'Agriculture et lauréat de notre Société. M. Briot était conservateur des Eaux et Forêts; il avait prissa retraite à Chambéry où il continua à s'intéresser vivement aux questions de reboisement de nos montagnes et d'aménagement de nos forêts; il était administrateur-délégué de la Société française d'Économie alpestre qu'il avait fondée.

M. Briot était un spécialiste de toutes les questions qui se rattachent à l'économie de la montagne et plus particulièrement des Alpes : méthodes de boisement, meilleur aménagement de la forêt et du pâturage, développement de la production laitière et perfectionnement de l'outillage des fromageries, économie dans la lutte engagée contre les torrents. C'est lui qui, de 1884 à 1894, alors qu'il était Inspecteur des Eaux et Forêts à Chambéry, fonda le Service des Améliorations pastorales qui s'étendit ensuite dans les sept départements des Alpes françaises.

Les nombreux travaux de l'éminent forestier et les idées qu'il a émises durant sa longue carrière ont rendu les plus précieux et les plus signalés services aux populations rurales montagnardes ainsi qu'à l'Administration des Eaux et Forêts.

M. Briot a publié : une *Étude sur l'économie pastorale des hautes Alpes* (1880); des *Études sur l'économie alpestre* (1896); des *Nouvelles Études sur l'économie alpestre* (1907); *Questions de montagne* (discours de réception à l'Académie de Savoie, 1916). Il laisse un ouvrage en préparation constituant une suite à ses études sur l'économie alpestre.

En 1879, les études qu'il est amené à faire en Savoie comme membre d'une commission chargée de la correction des torrents, le conduisent à reconnaître l'inefficacité des grands travaux de correction employés depuis 1860 dans les Alpes françaises dans la lutte contre les torrents. Il devient bientôt adversaire irréductible de ces grands travaux, car tôt ou tard, dit-il, le torrent sort vainqueur dans la lutte contre l'ouvrage d'art Le succès n'est possible qu'en imitant la nature dont l'action ne résulte que de l'accumulation de petits moyens.

M. Briot combat alors avec énergie tous les préjugés qui ont cours,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans les villes surtout, sur le prétendu déboisement du pays, et notamment de nos montagnes, les supposées mauvaises habitudes du montagnard, et l'importance des dégâts causés par les torrents.

Il suffit de garnir les ravins, de boiser les sols pauvres, d'améliorer les pâturages ; il ne faut pas nourrir l'espoir d'éviter absolument les grandes inondations : on ne peut que les atténuer. M. Briot a démontré que dans l'enceinte des limites de 1871, notre pays s'est enrichi de plus d'un million d'hectares de forêts au cours du XIX^e^ siècle. Enfin, le montagnard est trop intelligent, trop observateur pour ne pas comprendre l'intérêt des mesures prises en sa faveur par l'État qui peut débarrasser les municipalités de la dépense et du souci de surveiller, de conserver et d'améliorer bois et pâturages. S'il émigre vers les villes, c'est parce que les productions de la montagne n'ont pas suivi l'évolution générale : le montagnard doit donc s'efforcer désormais de produire non plus les denrées de toutes sortes nécessaires à la vie mais seulement celles que le sol est le plus apte à fournir aux moindres frais, en plus grandes quantités et de qualité supérieure. M. Briot exerça un véritable apostolat dans ce sens : il prêchait d'exemple, parcourait les vallées des hautes Alpes et ralliait gens et municipalités à ses idées. Dès 1877, s'ouvrent 4 grands établissements modèles, sans compter plusieurs autres moins importants, œuvre d'associations fromagères dues à l'inspiration de M. Briot. La Savoie, grâce à lui, est entrée la première dans la voie du progrès pastoral.

M. Félix Briot était officier de la Légion d'honneur. Nous adressons à sa famille l'expression de notre sympathie émue.

MM. H. HITIER et Ch. DE FRÉMINVILLE, *secrétaires généraux*, présentent quelques ouvrages reçus par notre Bibliothèque :

M. HITIER présente les ouvrages suivants :

Législation rurale, par E. JOUZIER et P. ANTOINE : I : Législation rurale. II : Droit administratif rural. 3^e^ édition entièrement refondue (Encyclopédie agricole publiée sous la direction de G. Wery). Paris, J.-B. Baillière et fils, 12, rue Hautefeuille (6^e^), 1924-1926 ;

Manuel pratique du radium à l'usage des agriculteurs, chimistes, ingénieurs, médecins, prospecteurs, par Félix COLOMER. Paris, Éditions d'actualités, 39, avenue de Saint-Mandé (12^e^), 1926 ;

Les sociétés à responsabilité limitée. Loi du 7 mars 1925. Commentaire, critique et formulaire, par A. POTTIER. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6^e^), 1926 ;

Nos impôts. Exposé simple, pratique et complet des impôts directs. Édition entièrement revue et modifiée d'après la loi du 15 juillet 1925 (Bulle-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tin fiduciaire n° 33, septembre 1925). Paris, Société fiduciaire de controle et de revision, 51, rue de la Chaussée-d'Antin (9e);

Ministère de l'Agriculture. — Office national du Crédit agricole. — *Rapport sur les opérations faites par les Caisses de Crédit agricole mutuel pendant l'année 1924 et sur l'application de la loi du 5 août 1920* présenté au Président de la République française par le Ministre de l'Agriculture (Extrait du *Journal Officiel* du 31 décembre 1925). Paris, 31, quai Voltaire;

Ministère de l'Agriculture. — Office national du Crédit agricole. — *Liste par départements des Sociétés coopératives agricoles et des Associations syndicales ayant bénéficié d'avances de l'Office national du Crédit agricole* (Extrait du *Journal Officiel* du 31 décembre 1925). Paris, 31, quai Voltaire;

Quelques idées d'un Français moyen sur la situation financière avec peut-être quelques suggestions pour y apporter remède. Paris, Imp. Léon Pochy, 52, rue du Château;

Fabrication de la fécule et de l'amidon d'après les procédés les plus récents, par J. Fritsch, 3e édition entièrement refondue et augmentée. Paris, Amédée Legrand, 93, boulevard Saint-Germain (6e), 1925.

M. de Fréminville présente les ouvrages suivants :

La construction des bobinages électriques. Aide-mémoire du bobinier, par C. Clément, 2e édition. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1926;

Les scieries et les machines à bois. Organisation des exploitations forestières. Machines-outils à travailler le bois. Industries utilisant le bois comme matière première, par Paul Razous et Jean Razous, 4e édition entièrement revue et mise à jour. Paris, Dunod, 1926;

Cours de thermodynamique à l'usage de l'Enseignement supérieur scientifique et technique, par G. Bruhat. Paris, Masson et Cie, 120, boulevard Saint-Germain (6e), 1926;

La coupe des aciers au chalumeau. Manuel pratique du coupage au jet d'oxygène, par R. Granjon, P. Rosenberg, A. Boutté. Paris, Office central de l'acétylène et de la soudure autogène, 104, boulevard de Clichy, 1925;

Sadi Carnot et la mécanique chimique. Discours prononcé à la Société des Ingénieurs civils, en présence du Président de la République, le mercredi 20 janvier 1926, par Henry Le Chatelier (Extrait de *X Information*, n° 8 du 25 janvier 1926). Paris, Imp. parisiennes réunies, 33-35, rue J.-J.-Rousseau (Don de l'auteur, membre du Conseil);

Comment l'emploi de foyers à écrans d'eau a permis de battre des records à la centrale de Hell Gate, par W.-E. Caldwell. Paris, Société anonyme des Foyers automatiques (Roubaix), 11 bis, rue d'Aguesseau (8e), 1925;

Diagramme de Mollier pour la vapeur d'eau, établi d'après les données les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plus récentes jusqu'à la pression critique et jusqu'à la température de 500° (Extrait de l'ouvrage *Turbines à vapeur et à gaz*, par A. STODOLA, avec notes explicatives par E. Hahn). Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1926;

Nozioni di metrologia. Strumenti e metodi di tracciamento e di misura, par Alfredo GALASSINI (Corso di tecnologia meccanica. Lavorazione a freddo dei metalli. Tomo I). Torino, Società tipografico-editrice nazionale, 1926.

M. Gabriel BOREAU, Ingénieur E. P. C. I., présente et fait entendre *le « violonista »*, *appareil pneumatique* (brevets E. Aubry et G. Boreau) *réalisant automatiquement, avec un violon et un archet normaux, le jeu du violoniste.*

Cet appareil, conçu et réalisé par M. E. Aubry, Ingénieur des Arts et Manufactures, et M. G. Boreau, le conférencier, ancien élève de l'École de Physique et de Chimie industrielles de Paris, reproduit tous les mouvements du violoniste et les commande pneumatiquement au moyen d'une bande perforée du genre de celles qu'on utilise pour les pianos pneumatiques.

Les mouvements du violoniste sont très nombreux, variés et complexes; cependant, il n'y a pas d'impossibilité absolue à leur reproduction. La hauteur du son sur les quatre cordes s'obtient assez facilement au moyen de touches de caoutchouc qui viennent appuyer sur les cordes.

Les mouvements de l'archet sont plus difficiles car ils sont donnés, soit par le bras droit tout entier, soit par le poignet seul, agissant par petits coups. La pression sur les cordes doit aussi pouvoir varier; il y a, d'ailleurs, une relation entre la vitesse et la pression : la vitesse doit être comprise entre deux valeurs limites; si elle est inférieure à la vitesse critique inférieure, le violon grince; si elle est supérieure à la vitesse critique supérieure, il siffle.

Le plan formé par le bois de l'archet et les crins, la ligne de ceux-ci étant cependant toujours perpendiculaire aux cordes, doit pouvoir être plus ou moins oblique sur les cordes de façon à intéresser à la production du son un plus ou moins grand nombre de crins.

Les vitesses de l'archet sont très variables; les durées d'un coup d'archet sont comprises entre 1/5 de seconde et 20 secondes; il faut pouvoir attaquer non seulement une corde, mais aussi deux cordes à la fois.

Le changement de corde s'obtient par la rotation du violon qui est porté par un berceau tournant autour d'un axe horizontal passant théoriquement par le centre de la circonférence sur laquelle sont les points d'intersection des cordes avec le plan dans lequel se meut l'archet. L'archet est fixé sur un chariot-support se déplaçant horizontalement.

Dans la reproduction des mouvements, il faut obtenir leur synchronisation, et pour cela tenir compte de l'inertie des pièces en mouvement, qui est très variable étant données la vitesse différente de ces mouvements et aussi la masse des organes qui interviennent dans leur exécution. On conçoit que ces organes peuvent être très nombreux et, en effet, ils le sont très souvent. Pour obtenir ces résultats, les inventeurs ont dû imaginer toute une série d'organes de commande pneumatique entièrement nouveaux. Ils ont dû aussi construire eux-mêmes certains types de soufflets.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les bandes perforées sont établies, partition musicale en main, par une analyse de la musique écrite. Chaque bande est partagée en plusieurs plages à chacune desquelles est assignée la commande d'une fonction : pression d'archet, mouvements du poignet, vitesse de l'archet (au moyen de combinaisons, l'appareil réalise 100 vitesses différentes), sens de déplacement de l'archet, corde à jouer, obtention du *vibrato*, touche de hauteur du son, etc. Il y a une grande difficulté à l'exécution des bandes : le nombre des variables est souvent plus grand que le nombre de trous disponibles. Un artifice a permis de résoudre cette difficulté.

Les premiers essais de réalisation de l'appareil remontent à 1913; les recherches ont été interrompues par la guerre, puis reprises, en 1919, pour aboutir, en 1922, à la construction d'un premier appareil assez satisfaisant; celui qui est présenté à la Société d'Encouragement est le troisième. Il est assez perfectionné pour pouvoir être présenté à une société savante, mais les inventeurs ne cachent pas qu'il possède encore des défauts auxquels cependant ils savent déjà comment porter remède : hésitation de l'attaque dans certains cas; manque d'expression et monotonie du jeu; manque d'intensité du son (il est dû à ce que la soufflerie n'a pas un débit suffisant); petits bruits parasites, dus à l'absence de feutrages aux points convenables.

On doit reconnaître cependant que le « violonista » joue juste et que la pureté des sons est parfaite, même dans les notes élevées; enfin, pour certains rythmes ou très lents, comme le *largo*, ou très rapides, l'exécution ne laisse rien à désirer, et il en est de même pour certains effets comme le *staccato* ou le *legato*.

L'uniformité de jeu et l'hésitation de l'attaque sont dues à l'imperfection des rouleaux perforés, imperfection qui reconnaît deux causes principales : les inventeurs ont établi eux-mêmes les perforations, avec un outillage rudimentaire qui ne se prête guère aux retouches; de plus, ils ont analysé la musique écrite d'une façon peut-être trop mathématique, en suivant de trop près la partition. On conçoit que cette dernière cause contribue à l'absence de toute personnalité, donc d'expression, dans l'exécution. Mais des artistes réputés se sont intéressés à l'appareil; grâce à leur concours bénévole et à la fabrication en série des rouleaux, d'après un prototype donnant satisfaction, on fera disparaître ces défauts.

On peut accompagner le violonista au piano, en recourant soit à un pianiste, soit à un piano pneumatique mis en synchronisme avec le violonista.

E. L.

M. Sauvage, *vice-président*, félicite les inventeurs du résultat remarquable auquel ils sont parvenus. Deux choses l'ont frappé, dans l'exposé de M. Boreau : 1° la réalisation de l'analyse de mouvements aussi complexes que ceux du violoniste, analyse qui, à première vue, semble impossible tellement elle est difficile; 2° la reproduction mécanique et la synthèse de tous ces mouvements élémentaires reconnus grâce à l'analyse. Cette reproduction est plus extraordinaire encore que l'analyse. Ceci doit convaincre les chercheurs qu'il n'y a pas de problème, si complexe qu'il soit, qui ne puisse être résolu si on procède avec méthode.

A un auditeur, M. Boreau répond qu'il y a plusieurs manières d'obtenir mécaniquement le *vibrato* : en agissant sur les cordes ou sur l'archet; les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

inventeurs ont agi sur les cordes parce que la réalisation est beaucoup plus facile.

A M. LEMAIRE, demandant comment le violon tient l'accord, M. BOREAU répond que, en prévision de l'utilisation par des personnes non musiciennes et incapables d'accorder le violon, les inventeurs mettent au point en ce moment un appareil comportant 4 diapasons correspondant aux notes des 4 cordes : mi, la, ré, sol; à l'aide de miroirs, on peut obtenir des figures de Lissajous, observées dans une petite lunette; quand, par exemple, chaque corde donnera bien sa note, cette figure sera un cercle.

Le Colonel RENARD dit qu'il a appris ce soir, mais 50 ans trop tard, la raison pour laquelle il a dû renoncer autrefois à jouer du violon, bien qu'il ait essayé à plusieurs reprises. Jamais aucun de ses professeurs ne lui a parlé de ces vitesses critiques au delà desquelles il n'obtenait que des sifflements ou des grincements, défaut commun à tous les débutants, alors que s'ils ont l'oreille juste, ils arrivent facilement à placer convenablement sur les cordes les doigts de la main gauche. Il est fort probable que la plupart des professeurs de violon sont complètement ignorants de ces faits fondamentaux et de bien d'autres encore; seule une analyse minutieuse pouvait les révéler. On doit en savoir gré aux inventeurs du violonista car ils ont ainsi contribué, en agissant dans une voie qu'ils n'avaient peut-être pas envisagée, aux progrès de l'art du violoniste.

M. BOREAU dit encore qu'on peut très facilement obtenir les harmoniques avec le violonista; il explique comment. Quant au passage progressif et continu d'une note à une autre beaucoup plus haute, il ne peut s'obtenir évidemment que par demi-tons successifs; le cas est le même que pour le piano.

M. SAUVAGE, *vice-président*, remercie M. Boreau et M. Aubry d'avoir donné à la Société d'Encouragement la primeur d'une audition publique de leur violonista. Il leur souhaite de réaliser prochainement l'instrument plus perfectionné encore qu'ils ont en vue; il leur demande de vouloir bien remettre pour notre *Bulletin* le texte de l'intéressante communication que M. Boreau vient de faire.

La séance est levée à 18 h. 45 m.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN MARS 1926

BRUHAT (G.). — **Cours de thermodynamique** à l'usage de l'Enseignement supérieur scientifique et technique. In-8 (24 × 16) de VIII + 407 p., 159 fig. Paris, Masson et Cie, 1926. **17091**

GRANJON (R.), ROSEMBERG (P.), BOUTTÉ (A.). — **La coupe des aciers au chalumeau.** Manuel pratique du coupage au jet d'oxygène. In-12 (18 × 12) de 80 p., 89 fig. Paris, Office central de l'acétylène et de la soudure autogène, 104, boulevard de Clichy, 1925. **17092**

JOUZIER (E.) et ANTOINE (P.). — **Législation rurale.** 3e édition (*Encyclopédie agricole publiée sous la direction de M. G. Wery*). In-12 (18 × 12). I : 450 p.; II : **Droit administratif rural**, 286 p. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1924-1926. **17093-4**

COLOMER (FÉLIX). — **Manuel pratique du radium** à l'usage des agriculteurs, chimistes, ingénieurs, médecins, prospecteurs. In-8 (23 × 14) de 252 p., 29 fig., I pl. Paris, Éditions d'actualités, 39, avenue de Saint-Mandé, 1926. **17095**

GALASSINI (ALFREDO). — **Corso di tecnologia meccanica. Lavorazione a freddo dei metalli.** Tomo I : **Nozioni di metrologia.** Strumenti e metodi di tracciamento e di misura. In-8 (26 × 17) de IX + 236 p., 144 fig. Torino, Societa tipografico-editrice nazionale, 1926. **17096**

FRITSCH (J.). — **Fabrication de la fécule et de l'amidon d'après les procédés les plus récents.** 3e édition entièrement refondue et augmentée. In-8 (23 × 14) de VIII + 422 p., 90 fig. Paris, Amédée Legrand, 1925. **17097**

REISER (JOSEPH). — **L'organisation du contrôle et la technique des vérifications comptables.** In-8 (24 × 16) de VI + 200 p. Paris, Dunod, 1926. **17098**

Dictionnaires techniques illustrés en six langues : Français, Allemand, Anglais, Russe, Italien, Espagnol, publiés par ALFRED SCHLOMANN. Tome XVI : **Le tissage et les tissus.** In-8 (23 × 16) de X + 710 p., 1300 fig. et formules. Paris, Dunod, 1925. **17099**

***

LE CHATELIER (HENRY). — **Sadi-Carnot et la mécanique chimique.** Discours prononcé à la Société des Ingénieurs civils en présence du Président de la République le 20 janvier 1926 (Extrait de *X Information*, n° 8, 25 janvier 1926). In-12 (18 × 13) de 14 p. (*Don de l'auteur, membre du Conseil d'Administration.*) **Pièce 13023**

Nos impôts. Exposé simple, pratique et complet des impôts directs. Édition entièrement revue et modifiée d'après la loi du 13 juillet 1925 (N° 33 du *Bulletin fiduciaire.* septembre 1925). In-8 (24 × 15) de 56 p. Paris, Société fiduciaire de contrôle et de revision, 51, rue de la Chaussée-d'Antin (9e), 1925. **Pièce 13024**

CALDWELL (W.-E.). — **Comment l'emploi de foyers à écrans d'eau a permis de battre des records à la centrale de Hell Gate.** In-4 (27 × 21) de 10 p., fig. Paris, Société anonyme des foyers automatiques (Roubaix), 11 *bis*, rue d'Aguesseau (8e), 1925. **Pièce 13025**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. — OFFICE NATIONAL DU CRÉDIT AGRICOLE. — **Rapport sur les opérations faites par les Caisses régionales de Crédit agricole mutuel pendant l'année 1924** et sur l'application de la loi du 5 août 1920 présenté au Président de la République française par le Ministre de l'Agriculture (Extrait du *Journal Officiel* du 31 décembre 1925). In-4 (31 × 23) de 39 p. Paris, 31, quai Voltaire, 1926. **Pièce 13026**

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. — OFFICE NATIONAL DU CRÉDIT AGRICOLE. — **Liste par département des Sociétés coopératives agricoles et des Associations syndicales ayant bénéficié d'avances de l'Office national du Crédit agricole** (Extrait du *Journal Officiel* du 31 décembre 1925). In-4 (31 × 23) de 24 p. Paris, 31, quai Voltaire, 1926. **Pièce 13027**

Diagramme de Mollier pour la vapeur d'eau, établi d'après les données les plus récentes jusqu'à la pression critique et jusqu'à la température de 500° (Extrait de l'ouvrage *Turbines à vapeur et à gaz*, par A. STODOLA, avec notes explicatives par E. HAHN). In-8 (27 × 18) de 20 p., II pl. Paris, Dunod, 1926. **Pièce 13028**

Quelques idées d'un Français moyen sur la situation financière avec peut-être quelques suggestions pour y apporter remède. In-8 (21 × 13) de 15 p. Paris, Imp. Léon Pochy, 52, rue du Château, 1926. **Pièce 13029**

RICHARD (JULES). — **La vérité sur la vie chère. La solution : 12 milliards en une année offerts à la Caisse d'Amortissement par les ouvriers et les patrons.** In-12 (17 × 12) de 33 p. Paris, chez l'auteur, 25, rue Mélingue (19e), 1925. **Pièce 13030**

VALLANTIN (R.). — **Locomotive compound à grande vitesse avec surchauffeur de vapeur,** à quatre essieux couplés, à roues de 1 m 800, bogie de deux essieux à l'avant et essieu porteur bissel à l'arrière de la Compagnie des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée (Extrait de la *Revue générale des chemins de fer*, février 1926). In-4 (30 × 22) de 12 p., 6 fig., I pl. Paris, Dunod, 1926. (*Don de l'auteur.*) **Pièce 13031**

***

Don de M. Arnould, membre du Conseil d'Administration.

COMITÉ FRANÇAIS DES EXPOSITIONS A L'ÉTRANGER et Réunion des jurys et comités des Expositions universelles. — **Bulletin officiel, 1908, 1909, 1910, 1911, 1912, 1913, 1914, 1917 et 1918, 1919, 1920, 1921, 1922, 1923, 1924, 1925.** Paris, 42, rue du Louvre (1er). **Pér. 516**

***

SERVICE TECHNIQUE DE L'AÉRONAUTIQUE. — **Bulletin technique, n° 31** (février 1926) : *Influence de la zone thermique de travail sur la sélection des métaux pour moteurs d'aviation.* Application aux soupapes d'échappement, par l'Inspecteur général GRARD, 24 p., III pl. Issy-les-Moulineaux (Seine), 2, rue Jeanne-d'Arc. **Pér. 117**

COMITÉ DES TRAVAUX HISTORIQUES ET SCIENTIFIQUES (Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts). — **Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes de Paris et des départements tenu à Paris en 1925.** *Section des Sciences.* Paris, Imp. nationale, 1925. **Pér. 26**

CHAMBRE SYNDICALE DES CONSTRUCTEURS D'AUTOMOBILES. — **Annuaire 1926.** Paris, 59, avenue Hoche (8e). **Pér. 493**

DIRECTION GÉNÉRALE DES DOUANES. — **Tableau général du commerce et de la navigation.** Année **1924.** 1er vol. : *Commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères*; 2e vol. : *Navigation* (*Navigation internationale, Cabotage français et effectif de la marine marchande*). Paris, Imprimerie nationale, 1925. **Pér. 34**

INSTITUT POLYTECHNIQUE DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE. — **Publications,** nos **128**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

(mai 1925) : *Quelques types caractéristiques de stations centrales modernes de production d'énergie électrique*, par L. BARBILLION, 12 p., 4 fig. — **129** (juin 1925) : *Derniers progrès accomplis en matière d'organisation des stations centrales*, par L. BARBILLION, 12 p., 6 fig. — **130** (juillet 1925) : *Le Congrès de Grenoble de la Société française des Électriciens*, 34 p. — **131** (août-septembre 1925) : *L'Institut polytechnique de l'Université de Grenoble et sa participation à l'Exposition internationale de la Houille blanche et du Tourisme*, 32 p., 13 fig. — **131 bis** (octobre 1925) : *La participation des Écoles techniques françaises à l'Exposition internationale de la Houille blanche et du Tourisme (25 mai-25 octobre 1925)*, par L. BARBILLION, 9 p. — **132** (novembre-décembre 1925) : *Situation générale de l'Institut polytechnique de l'Université de Grenoble au 15 novembre 1925 et son activité durant l'année scolaire 1924-1925*, par L. BARBILLION, 26 p. Grenoble, 1, rue Général-Marchand. **Pér. 331**

Science et industrie. — N° **150** (1926) : *Appareils de levage et manutention mécanique. Chaînes de transmission. Matériel de transport*, 176 p., fig. Paris, 22, avenue Montaigne. **Pér. 111**

ROYAUME DE BELGIQUE. — MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE, DU TRAVAIL ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALE. Secrétariat général. — **Statistique des accidents du travail élaborée d'après les documents fournis en exécution de la loi du 24 décembre 1903 sur la réparation des dommages résultants des accidents du travail.** Exercice **1921** : *Exposé des résultats.* Bruxelles, Imp. du Moniteur belge, 40, rue de Louvain, 1925. **Pér. 277**

THE DEPARTMENT OF FINANCE (TÔKYÔ). — **The twenty-fifth financial and economic annual of Japan, 1925.** Tôkyô. **Pér. 90**

L'agent général, gérant.
E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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

VŒU
DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE CONCERNANT L'ORGANISATION DES FUTURES EXPOSITIONS D'ART INDUSTRIEL (1)

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, constatant :

Que le succès de la Section française à l'Exposition internationale des Arts décoratifs et industriels modernes de Paris, 1925, est dû à la coopération des artistes et des industriels;

Que cette coopération a été obtenue grâce au règlement de l'Exposition, établi par le Ministère du Commerce en accord avec la Direction des Beaux-Arts, mettant les artistes et les industriels sur un pied d'égalité absolue pour l'admission des œuvres, la formation des jurys et l'attribution des récompenses;

Qu'il est indispensable, pour le développement du succès obtenu par la France en 1925, que les principes nouveaux, fixés par ce règlement, soient maintenus,

Émet le vœu :

Que le Ministère du Commerce, d'accord avec la Direction des Beaux-Arts, fixe pour les expositions futures d'art industriel moderne un règle-

(1) Ce vœu a été adressé le 19 mai 1926 à M. le Ministre du Commerce et à M. le Directeur des Beaux-Arts.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment analogue à celui de l'Exposition de 1925, établisse le calendrier de ces expositions et fasse aboutir le projet de construction des galeries destinées à ces expositions et de reconstruction de l'École nationale des Arts décoratifs sur les terrains du Mobilier national et du Dépôt des Marbres.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LES MATIÈRES GRASSES DE RÉCUPÉRATION (1)

par

M. CHARLES DABOUST,
Ingénieur-chimiste.

M. LE PRÉSIDENT, MESDAMES, MESSIEURS,

Permettez-moi en commençant cet exposé de remercier bien vivement notre Président, notre Conseil d'administration et M. Lindet, pour l'honneur qu'ils nous ont fait en demandant à la Compagnie de Dégraissage de Saint-Denis de venir vous parler des matières grasses de récupération.

Bien que le sujet nous ait, à première vue, semblé peu propice à intéresser des auditeurs, nous avons accepté volontiers, car nous gardons envers M. Lindet des sentiments de très vive reconnaissance. A une époque, il y a 18 ans, où, à la suite d'explosions répétées, notre industrie était à deux doigts de sa perte, M. Lindet a bien voulu nous écouter, se pencher sur nos travaux et nos expériences, en approuver les résultats, et sa haute compétence, jointe à celle de M. le professeur Perot, a eu raison des prétentions d'experts mal documentés.

De tels appuis, dans des moments difficiles, ne s'oublient pas, et nous renouvelons à M. Lindet l'expression de notre gratitude.

*
* *

Le prix toujours croissant des matières grasses, le désir toujours plus grand des industriels de tirer toute la quintessence des matières qu'ils travaillent, ont amené les savants à étudier de très près cette question de la récupération des matières grasses; aussi le travail de l'équarrisseur est-il bien loin maintenant de celui de l'antique fondeur de chiens qui repêchait en Seine les chiens et chats crevés, au voisinage des égouts, pour en retirer la peau et la graisse.

De nos jours la récupération des matières grasses, de quelque nature

(1) Communication faite par l'auteur en séance publique le 13 mars 1926.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'elles soient, est faite dans des conditions bien étudiées; chaque récupération constitue, pour bien des cas, une véritable industrie.

Je n'ai pas l'intention de faire passer devant vous tous les procédés de récupération. Certains d'entre eux, quoique fournissant des quantités assez intéressantes de matière grasse récupérée, ne constituent pas cependant une industrie.

Un auteur humoriste a raconté autrefois, comment, selon lui, dans les restaurants à bon marché, on faisait les yeux sur le bouillon. Cela consistait, toujours d'après l'auteur, à mettre de l'huile dans sa bouche et à souffler vigoureusement pour projeter de fines gouttelettes d'huile sur le potage des clients. Je ne crois pas d'ailleurs que ce procédé ait été exploité; il tomberait de nos jours, sous les coups de la répression des fraudes. Mais ce qu'on fait dans les restaurants à grand débit, c'est la récupération de la graisse. Certains établissements possèdent des machines à laver la vaisselle dans lesquelles l'eau n'est pas changée de la journée, mais chaque matin après refroidissement; on écume alors précieusement la matière grasse figée à la partie supérieure. On obtient ainsi une graisse, qui, après un faible nettoyage, peut collaborer à la production de savons d'excellente qualité.

Un autre procédé fournissant une certaine quantité de graisse consiste à extraire du jaune d'œuf la matière grasse qu'il contient avant que ce jaune soit traité en vue d'obtenir la lécithine, reconstituant de grande valeur.

On extrait aussi de l'huile de la balle de cacao. A noter aussi l'emploi du sulfure de carbone ou de la benzine pour extraire les dernières traces de matières grasses contenues dans les grignons d'olives, et aussi la remarquable conférence faite récemment par M. Émile André, au Collège de France, sur l'extraction, au moyen de l'essence de pétrole, des graisses contenues dans les déchets de poissons.

Mais ce sont là, peut-on dire pour certains de ces procédés, des à-côtés de la récupération. Nous nous en tiendrons aux substances qui fournissent à l'industrie des quantités assez importantes de matières grasses d'une utilité courante.

GRAISSE D'OS.

D'après M. Liger, secrétaire général de la Société d'Utilisation des Os et Produits similaires, les os contiennent des quantités très variables de matières grasses suivant leur état de conservation et leur plus ou moins grande fraîcheur. C'est ainsi que des os frais non bouillis peuvent contenir jusqu'à 18 p. 100 de suif, que cette proportion descend à 10 p. 100 dans l'os qui a été séché à l'air, et n'est plus que de 7 à 8 p. 100 dans les vieux os.

Quatre procédés d'extraction sont employés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le plus ancien est le *procédé à l'eau* ne nécessitant qu'une installation rudimentaire; il est encore employé dans certaines vieilles usines. Il consiste à plonger les os dans des bacs remplis d'eau à 95°, et à les agiter quelque temps. Le suif vient nager après refroidissement à la surface et on l'écume. Ce procédé a des avantages et des inconvénients : il donne une graisse plus blanche que les autres procédés, mais il occasionne une perte de gélatine, et laisse à l'os 4 à 5 p. 100 de suif.

Un deuxième procédé, qu'on peut appeler barbare, consiste à chauffer les os en *autoclave* avec de l'eau. Dans ce cas on recueille environ 2 p. 100 de suif en plus, mais l'os est altéré et la gélatine en grande partie perdue.

Un troisième procédé consiste à traiter dans l'eau les os par l'*acide sulfurique*. Inutile de dire que ce procédé altère ou détruit la matière osseuse.

Enfin un quatrième procédé — et c'est le plus intéressant — consiste à traiter les os broyés par les *hydrocarbures*.

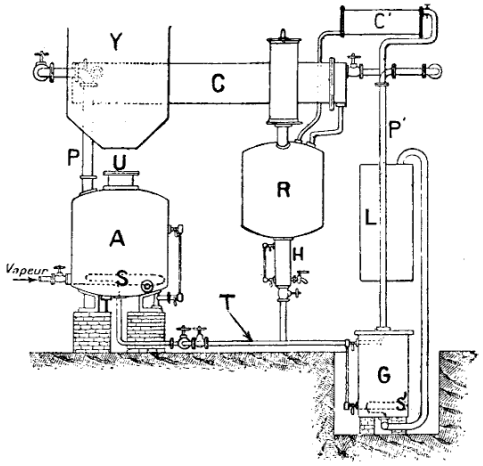


Fig. 1. — Schéma de l'appareil à dégraisser les os par l'action d'un dissolvant.

Dans son remarquable ouvrage, véritable livre de chevet du fabricant de colle, M. Victor Cambon (2) a donné, page 20, un schéma des appareils à dégraisser les os. Plusieurs de ces appareils sont utilisés, entre autres, l'appareil V. Cambon et F. Charuau et l'appareil Schirm.

Voici, d'après l'ouvrage de M. Cambon, la figure schématique du premier appareil (fig. 1) :

A est la chaudière en tôle dans laquelle on introduit les os; placé au bas, un serpentin S permet de chauffer le dissolvant; au-dessus de ce serpentin, une plaque perforée retient les os. Le tube T permet la vidange du dissolvant chargé de matière grasse; P est le tuyau par lequel monte la benzine volatilisée; C le condenseur à benzine et eau; R le réservoir à benzine avec ajutage H muni d'un indicateur de niveau permettant par décantation la séparation de l'eau et de la benzine, car en principe, c'est toujours la même benzine qui sert.

(2) *La fabrication des colles et gélatines. Traitement industriel des animaux abattus*, par Victor Cambon, Ingénieur des Arts et Manufactures, Dunod, éditeur, Paris, 1923.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

G est une chaudière munie d'un serpentin où la graisse est débarrassée par volatilisation des dernières traces de dissolvant grâce au serpentin S′ au bas de la chaudière. P′ est le tuyau d'échappement de vapeur de benzine qui va se condenser dans le condenseur C′, les condenseurs C et C′ restituant au réservoir R la benzine et l'eau distillées; Y est un récipient d'attente contenant les os broyés. Tout un jeu de robinets permet de diriger les gaz, les liquides et la graisse. Celle-ci peut être soutirée de la chaudière G par pression de vapeur et envoyée dans le réservoir L.

Ce schéma permet de se rendre compte facilement du fonctionnement de l'appareil.

Les os chargés en A par l'ouverture U sont soumis à l'action de la vapeur de benzine, le suif se dissout dans la benzine qui reflue en A. La benzine évaporée est remplacée par une nouvelle quantité prise en R, et finalement la graisse est récupérée en L.

Le suif obtenu est plus coloré que par le procédé à l'eau, mais les os ne sont nullement altérés, la perte en suif n'est que de 0,5 à 1 p. 100, en dissolvant 1 p. 100 à peine.

Le suif ainsi obtenu peut être nettoyé par un traitement à l'eau additionnée d'acide sulfurique.

Le suif d'os est généralement estimé à 4 p. 100 au-dessous du cours du suif de place lorsqu'il est extrait à l'eau, et 8 p. 100 de moins dans les procédés à la benzine, mais l'os est respecté.

Ces indications s'appliquent au traitement de tous les os, sauf ceux de cheval. Le suif de bœuf est le plus côté. Quant à la matière grasse retirée des os de chevaux, elle est huileuse et de valeur commerciale beaucoup plus faible; elle est très employée comme huile de graissage.

GRAISSE DE COLLE.

Les débris de peau tombés en mégisserie par l'opération du rognage sont fournis par les pattes, les mamelles, les rognures que détache l'ouvrier au chevalet pour donner à la peau sa forme définitive. Tous ces déchets n'ont pas encore subi l'opération du tannage; ils sont donc propres à fournir de la gélatine ou de la colle.

Suivant la nature de la peau et les traitements subis, la proportion de matière grasse contenue dans cette peau est très variable. En général, ces deux éléments, nature et traitement, font que les rognures de bœuf, de veau et de chèvre contiennent très peu de matière grasse, alors que les déchets de peau de mouton en fournissent une quantité appréciable.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La graisse de colle constitue un suif de bonne qualité. Son extraction est des plus simples; il suffit d'écumer les bouillons de cuisson qui se trouvent de ce fait dégraissés.

A noter cependant que les gélatines destinées à la fabrication photographique doivent être dégraissées à fond. Aussi, les bouillons de cuisson destinés à cet usage sont-ils traités par un barbotage de vapeur d'essence, barbotage qui a lieu à une température voisine du point d'ébullition de l'essence, de sorte que les fines gouttelettes de ce dissolvant entraînent la graisse. Un décantage permet de séparer la solution de graisse du bouillon de gélatine dégraissé. La figure 2, empruntée à l'ouvrage de M. Cambon précité, montre clairement comment s'exécute cette opération. La graisse est récupérée par distillation du dissolvant.

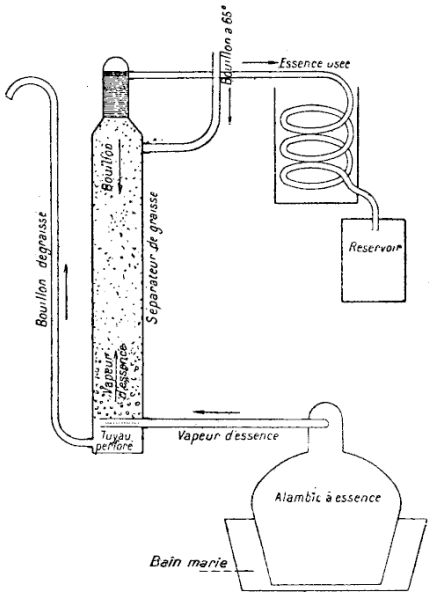


Fig. 2. — Appareil à dégraisser les bouillons de gélatine par barbotage de vapeur d'essence.

CHIFFONS GRAS.

L'industrie du dégraissage des tissus et vêtements ne compte pour ainsi dire pas dans la production des matières grasses de récupération. Les quelques taches disséminées sur les vêtements ne représentent que des quantités infimes de graisse.

L'usage des machines à mouvement rapide, nécessitant un graissage intensif, a donné naissance à une industrie de récupération qui n'est pas sans importance. C'est le dégraissage des chiffons d'essuyage dégouttants d'huile. L'achat de chiffons représente une dépense assez sérieuse; aussi des industriels se sont-ils outillés pour dégraisser ces chiffons gratuitement, n'ayant comme bénéfice que la valeur de la graisse extraite. Certains autres vont même plus loin : ils fournissent les chiffons propres moyennant une légère redevance, le principal bénéfice de l'exploitation consistant toujours dans la graisse extraite.

Ce n'est pas là une industrie importante de récupération, mais il n'est pas sans intérêt de la signaler.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ÉQUARRISSAGE.

L'équarrissage a été longtemps pratiqué en France d'une manière rudimentaire. Autrefois, on se contentait d'enlever la peau des animaux morts et d'enterrer le reste. Des améliorations n'ont été apportées que lentement; aujourd'hui cette industrie, qui fut longtemps un objet d'horreur pour le voisinage, tend à devenir moins odorante, disons le mot moins écœurante.

Mes contemporains voyageant il y a 40 ans sur la ligne du Nord entre Paris et Saint-Denis, se souviennent sans doute de la surprise désagréable qui les attendait chaque jour lorsqu'ils passaient en chemin de fer à la hauteur du cimetière parisien de Saint-Ouen. C'était l'époque où la maison Souffrice, considérée alors comme industriel important parmi les équarrisseurs, traitait les cadavres d'animaux dans des cuves ouvertes où, par ébullition prolongée, la graisse se séparait du reste pour venir flotter à la surface. Ce pot-au-feu infernal répandait sur un rayon de plus d'un kilomètre une odeur nauséabonde, et les plaintes étaient nombreuses, mais, à vrai dire, inefficaces, car on ne connaissait pas d'autre moyen de faire cette récupération de matières grasses.

Plus tard, on eut l'idée de faire cette cuisson en autoclave. Ce fut là une amélioration, l'odeur repoussante ne se produisait plus toute la journée, mais seulement à l'ouverture des autoclaves. Tout comme dans l'ancienne méthode, la graisse était décantée et la viande séchée, soit pour l'engrais, soit pour la nourriture des porcs, suivant l'état des animaux traités.

Un progrès remarquable fut réalisé par l'emploi de l'appareil Fillot ou Hartmann.

Cet appareil se compose d'un corps cylindrique horizontal de 4 m de longueur environ sur 1,50 m de diamètre, qui rappelle comme forme la machine à laver actuelle; le cylindre porte sur une de ses génératrices une ouverture rectangulaire de 1 m environ de longueur sur 0,50 m de largeur. Il peut tourner sur un axe au moment du chargement et l'ouverture peut être fermée au moyen d'un tampon solidement maintenu par des boulons. A l'état de marche, le cylindre extérieur est immobile. A l'intérieur, se trouve un deuxième cylindre perforé de larges trous et possédant une ouverture pouvant se mettre en face de celle du cylindre extérieur au moment du chargement. Comme pour le cylindre extérieur, cette ouverture peut être fermée au moyen d'un tampon bien assujetti. Le cylindre extérieur peut être chauffé par une chemise de vapeur.

A l'arrivée chez l'équarrisseur, l'animal mort, généralement un cheval,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

est saigné; on sépare la peau qui servira à la fabrication du cuir; à la hache, on sépare les sabots; on coupe les crins; puis on débite le reste à la hache en morceaux volumineux pouvant être introduits dans le cylindre intérieur. On charge ainsi les carcasses de 5 ou 6 chevaux. On ferme, on introduit de l'eau dans l'enveloppe extérieure, puis on chauffe pendant 3 heures et demie à 3 kg : cm² de pression en faisant tourner le cylindre perforé contenant la viande dans le bain bouillant. L'opération terminée et après un moment de repos, on envoie le liquide dans un décanteur où la graisse se sépare de l'eau. La graisse peut être soumise à une filtration : c'est l'*huile de cheval* employée au graissage ou à la fabrication des savons à bon marché. L'eau va retrouver dans des bacs d'attente d'autres eaux acides provenant du traitement des nivets ou menues rognures de boucherie. On traite à la chaux, on décante et après séparation de l'eau, les boues peuvent être utilisées comme engrais.

La viande restée dans l'appareil a, pendant la cuisson, passé dans l'enveloppe extérieure; les os sont restés en grande partie dans le cylindre intérieur. On chauffe alors l'enveloppe de vapeur et on fait le vide. La viande et les os se sèchent. On ouvre le premier tampon et on sort la viande qui est ensuite broyée. Cette viande peut servir à la nourriture des chiens, de la volaille. Les os, extraits en dernier, sont divisés; les uns comme les tibias s'en iront à la fabrication des boutons, des manches de couteaux; les autres sont broyés et constituent de la poudre d'os pour engrais. Les os provenant des boucheries chevalines, os qui donnent des colles peu appréciées, sont simplement bouillis avec de l'eau en autoclave et, après séchage, broyés comme précédemment.

Pour les *nivets* et les viandes avariées, le traitement est un peu différent. On se contente encore souvent de les faire bouillir pendant 6 heures avec de l'eau acidulée à l'acide sulfurique, d'écumer la graisse, de presser la viande après l'avoir séparée des os, et, après séchage, de broyer les os d'une part, la viande de l'autre; celle-ci n'est pas utilisée pour la nourriture des animaux et sert seulement d'engrais.

Quant aux cornes de cheval, peu épaisses, elles ne peuvent être utilisées pour la fabrication d'objets en corne, elles sont passées au four et broyées pour engrais; ce sont les cornes torréfiées pour engrais.

La viande pour engrais contient environ 6 p. 100 d'azote et une certaine proportion de phosphate de chaux.

Tout autre est le procédé utilisé dans les usines possédant les derniers perfectionnements.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On trouve décrit dans le livre de M. Cambon, déjà cité, un procédé de traitement rationnel qui est paraît-il d'origine allemande.

Par ce procédé, non seulement les odeurs sont presque complètement supprimées, mais les produits obtenus sont de plus grande valeur.

Les quartiers de viande sont introduits au moyen d'un conduit T (fig. 3) dans un grand cylindre légèrement incliné et muni à l'intérieur de palettes. Ce cylindre est mis en mouvement au moyen d'un engrenage extérieur commandé par une vis sans fin. Les quartiers de viande doivent donç être soulevés par les palettes et progresser lentement vers la sortie du cylindre.

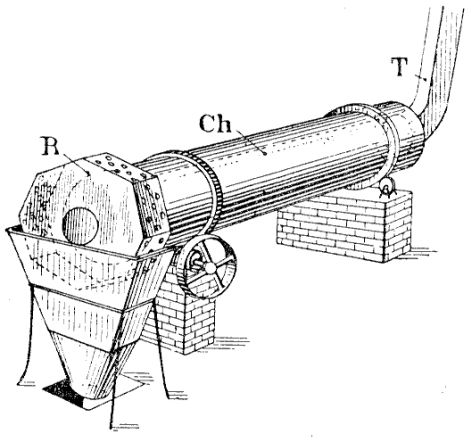


Fig. 3. — Appareil allemand pour le traitement des viandes d'équarrissage.

Pour dessécher cette viande, un fort courant d'air chauffé à 120° est envoyé dans l'extrémité inférieure du cylindre. La rotation de celui-ci soumet toutes les parties de viande à l'action de l'air chaud ; l'agitation continue désagrège les morceaux qui se divisent peu à peu, la viande se sépare des os et le tout vient tomber dans une sorte de bluterie R formée par un vase horizontal dont les parois extérieures sont percées de trous de deux centimètres de diamètre, où peuvent passer la viande et les petits os. Les gros os restent dans la bluterie; on les retire en arrêtant la machine et en ouvrant une porte de côté.

L'installation est telle que l'air chaud qui a servi à sécher la viande passe sous la grille d'une chaudière où les gaz odorants brûlent et se désodorisent, par conséquent, avant d'aller à la cheminée.

Il ne reste plus qu'à retirer la matière grasse de la viande et des os séchés.

Cette opération peut se faire soit sur les os séparés de la viande et sur la viande elle-même, soit sur l'ensemble, la séparation de la viande et des os pouvant être effectuée après coup. L'appareil utilisé pour ce dégraissage (fig. 4) est peu différent de celui que nous avons décrit pour le dégraissage des os.

Ce procédé a le grand avantage d'utiliser entièrement le corps de l'animal, d'éviter la production de liquides malodorants et de réserver entièrement les os qui peuvent, après dégraissage, être utilisés pour la fabrication de la colle.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

De plus, la viande sèche broyée peut constituer un aliment sans odeur pour les porcs et d'autres animaux. Le rendement en farine de viande et en suif est supérieur à ceux qu'on obtient par les autres procédés.

SUINTINE.

La suintine est une substance grasse, onctueuse, odorante, qui provient

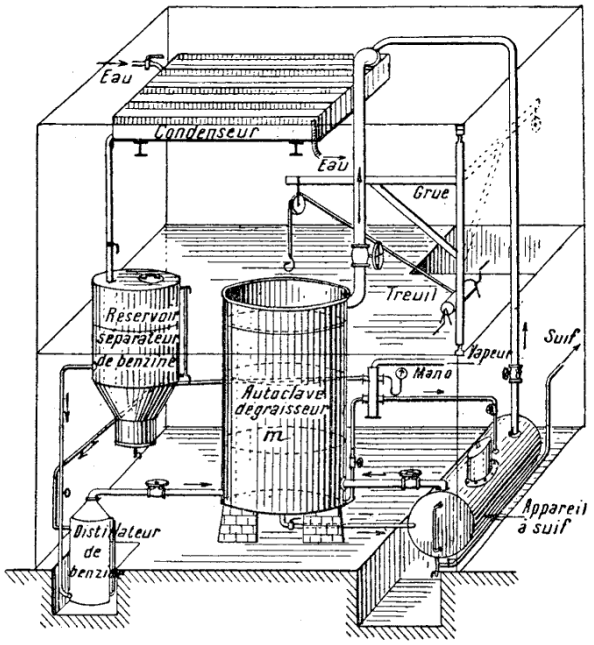


Fig. 4. — Schéma de l'appareil à dégraisser la viande et les os desséchés.

du dégraissage de la laine. Elle est produite par la transpiration des moutons et se mélange à leur toison.

Vauquelin est le premier qui ait étudié sa nature chimique. Il constata que, en traitant la laine brute par l'eau, on dissolvait un corps qui, après filtration et évaporation, donnait un extrait brun, d'une saveur âcre, salée et amère. Il constata que la dissolution se coagulait par les acides et qu'on obtenait ainsi une substance grasse insoluble dans l'eau. Sur la laine, d'après Vauquelin, la graisse se trouverait combinée à la potasse pour former des sels solubles dans l'eau froide en donnant une solution qu'on appelle *suint*, et il y aurait excès de graisse non combinée. Celle-ci est la graisse de laine ou *suintine*; on peut en extraire une matière grasse, la *lanoline*, utilisée en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pharmacie aux lieu et place de l'antique cérat et aussi pour certaines pâtes de toilette. La lanoline peut être utilisée pour imperméabiliser les étoffes aux liquides sans les imperméabiliser à l'air.

La suintine est très employée, en dehors de la fabrication de la lanoline, pour la nourriture des peaux. Mélangée à diverses matières grasses, elle donne une graisse émulsionnable dont la pénétration est parfaite.

Le suint est d'une composition très complexe : Chevreul y a signalé la présence de 29 substances différentes. D'autres chimistes, parmi lesquels Maumené, ont également étudié le suint.

La composition suivante a été donnée pour la laine en suint :

Laine pure	46 p. 100.
Élaérine ou stéarine	10 —
Suintine	22 —
Humidité	22 —

Le suint calciné donne un salin de composition assez variable, mais contenant 75 à 80 p. 100 de carbonate de potasse, 5 à 8 p. 100 de chlorure de potassium et un peu de sulfate de potasse.

Le suint est extrait de la laine de mouton par son arrosage méthodique à froid. Le désuintage de la laine est une des premières opérations que celle-ci doit subir avant d'entrer au peignage et à la filature. Puis, a lieu son lavage.

La lavage de la laine a progressé peu à peu, et on est arrivé à construire des appareils appelés léviathans dans lesquels la laine entre par un bout pour sortir à l'autre bout complètement lavée. Pour cela, la laine passe successivement dans plusieurs bacs en tôle, d'abord dans un bac d'eau, puis dans un deuxième bac contenant une faible proportion de carbonate de soude, puis dans un troisième bac contenant du savon, et enfin dans un quatrième bac, bac de rinçage. L'eau du premier bac désagrège la terre et toutes les souillures grossières de la laine. Au bout d'un certain nombre d'opérations, cette eau très chargée est envoyée dans des bacs de décantation : c'est le coulage.

Les autres bains : bain de sel de soude, de savon et d'eau terminent le nettoyage de la laine.

Le liquide sale est traité par un acide qui précipite un magma d'où on extrait, par pression à chaud, la suintine.

Un ingénieur, M. Elisée Duhamel, de Roubaix, par ses fonctions à la Compagnie générale des Industries textiles, très souvent en contact avec la question du lavage de la laine, a poussé la question à fond.

S'inspirant des travaux de J. Duclaux sur les colloïdes, il a été amené à considérer la laine comme un colloïde, le suint comme un colloïde.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Vous savez que les substances peuvent être divisées en deux grandes classes : les cristalloïdes, à dissolution parfaite, capables de traverser les membranes, c'est-à-dire dialysables, et les colloïdes, non dialysables.

M. Duhamel a imaginé un outillage s'adaptant aux installations existantes et permettant le lavage de la laine sans emploi de sel de soude, avec des quantités de savon 6 fois plus faibles que celles employées dans l'ancien procédé, en même temps qu'il retire la suintine au fur et à mesure de sa production, sans employer d'acide et sans séchage. Cet isolement de la suintine au fur et à mesure de sa production, lui permet de l'obtenir très pure, exempte d'acide, éminemment propre à la production de la lanoline.

Procédé Duhamel. — La solution concentrée des sels solubles de la laine brute a un grand pouvoir détersif, tandis que cette même solution, étendue, n'en a pas. On a cherché à utiliser cette propriété, mais on s'est heurté au fait qu'on manquait de cette solution pour arriver à laver toutes les laines; on pouvait bien laver sur une colonne de lavage avec la solution concentrée retirée des laines alimentant 10 colonnes de lavage; mais ce mode de lavage sur une colonne unique revenait très cher, tandis que néanmoins, les neuf autres colonnes devaient encore utiliser les agents détersifs habituels.

D'autre part, on a cherché à récupérer la graisse qui se trouve dans les eaux de lavage des laines; cette étude a été poursuivie avec un très vif intérêt en Angleterre, par suite des exigences des services d'hygiène au sujet de la pollution des rivières; il y a des cas en effet où les règlements ont été appliqués si sévèrement qu'il a fallu évaporer toute l'eau sortant des lavages de laines. On a ainsi été conduit en Angleterre, où on ne désuinte pas la laine, à turbiner, après décantation, les eaux de lavage pour en retirer de la graisse. Quand le bain d'une colonne était usé, on l'évacuait dans un bassin de décantation; après plusieurs heures, on le turbinait, et, dans le but d'évacuer moins d'eau à la rivière, on refaisait passer ce liquide dans les bains de lavage; après trois réemplois successifs, le bain ne lavait plus et on le soumettait à l'évaporation.

Toutefois, ce système donnait un lavage irrégulier, car la composition du bain était elle-même irrégulière, d'abord comme proportion d'impuretés en suspension, et aussi comme proportion de sels solubles dans le liquide. D'autre part, ce bain, qui restait pendant des heures dans des bassins de décantation, fermentait, et cette fermentation était nuisible à la laine qui perdait cette fraîcheur de couleur qu'on désire lui voir après le lavage.

Certainement, la purification du bain prolonge sa durée d'action, et on pouvait espérer laver 1 kg de laine non plus avec les sels solubles de 10 kg de laine, mais, peut-être, avec ceux de 4 kg. A Roubaix, la Compagnie géné-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rale des Industries textiles a démontré qu'on pouvait aller beaucoup plus loin, et que, non seulement toutes les laines brutes pouvaient être lavées avec leurs propres sels solubles, mais bien plus, qu'on dispose encore d'un excès de solution détersive capable de laver une égale quantité de laine, laquelle aurait perdu ses sels solubles par des traitements préalables, comme c'est le cas des laines de peau, ou des laines déjà grossièrement lavées dans les pays d'origine.

Le même liquide sert toujours; on prélève, pour le purifier, le liquide du bain aux points où il est le plus sale. A cet effet, sous le faux-fond du bac, se trouvent des pyramides; des chasses automatiques sont effectuées aux pointes de ces pyramides. D'autre part, lorsque la laine quitte le bain,

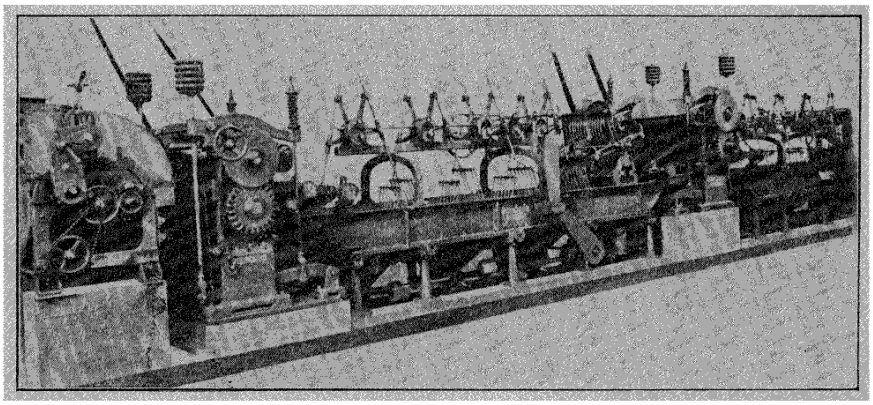


Fig. 5. — Machine à laver.

elle est soumise à l'action d'une presse : on recueille ce jus d'expression pour le purifier également. La figure 5 montre l'ensemble d'une machine où sont nettement visibles les pyramides des bacs ainsi que les presses.

La purification est faite rapidement pour éviter toute fermentation; on obtient ce résultat en soumettant le liquide à l'action de la force centrifuge qui sépare du liquide les parties en suspension les plus denses et les moins denses.

La partie moins dense est la graisse; elle est à l'état liquide à la température à laquelle on opère et son extraction peut se faire d'une façon continue. Il n'en est pas de même pour la partie plus dense qui est solide. S'il fallait enlever cette terre à la main, l'opération ne serait pas pratique, car, pour 1 kg de laine lavée, on extrait au moins 1 kg de boue à 50 p. 100 d'eau, or, une unité de lavage produit à l'heure 200 kg de laine lavée. Heureusement, une machine a été créée (fig. 6) 'pour extraire cette boue mécaniquement et très rapidement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'opération de purification se fait en deux fois; la première fois, le liquide traverse cette machine destinée à recueillir la partie dense; la seconde fois, le liquide traverse une autre centrifugeuse (fig. 7) destinée à séparer la graisse en suspension.

Évidemment, cette opération de purification n'est pas parfaite, mais elle fournit un liquide d'une propreté relative, suffisante pour qu'on puisse commencer le nettoyage des laines sales.

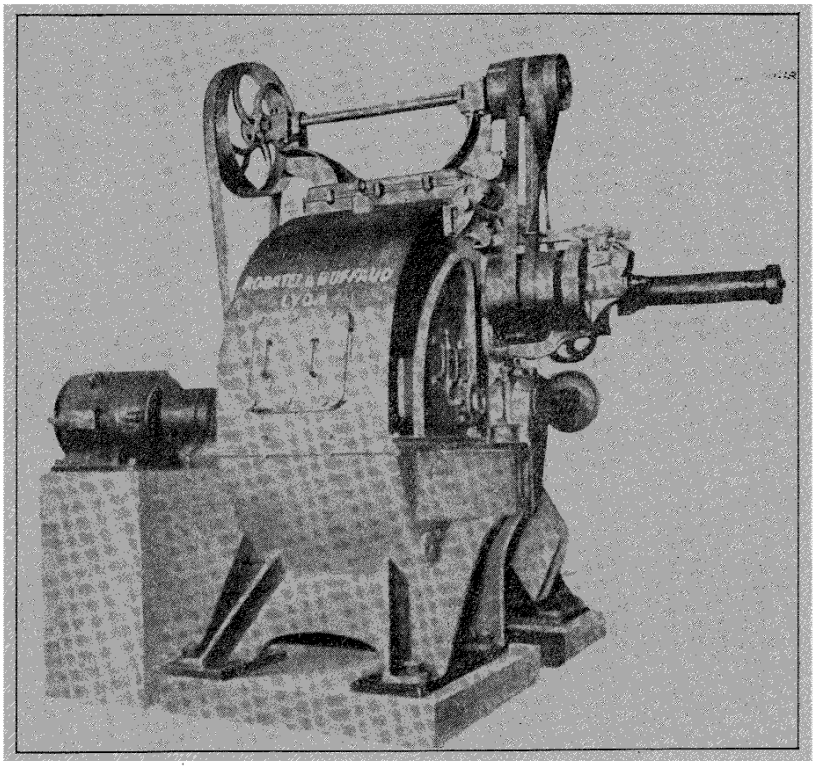


Fig. 6. — Éboueuse.

Il n'y aurait aucune raison de ne pas terminer entièrement le lavage des laines avec une solution de sels solubles de la laine brute, si cette solution pouvait être maintenue dans un état de propreté parfaite; mais on n'en est pas encore arrivé là, et la laine termine son lavage dans des bains propres, ce qui est obtenu en employant un bain de savon. On sait qu'il faut très peu de savon dans l'eau pour qu'elle mousse et lave; il suffit donc d'employer suffisamment d'eau pour que la laine termine son lavage dans un milieu suffisamment propre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour augmenter l'efficacité du bain, il faut que sa proportion en impuretés soit plus faible, et on arrive d'autant mieux à ce résultat que le bain a un volume plus faible. En effet, la laine abandonne une grande partie de ses impuretés à la presse, et le bain est d'autant plus propre que le volume du bac est plus petit et que le débit des appareils de purification est plus grand.

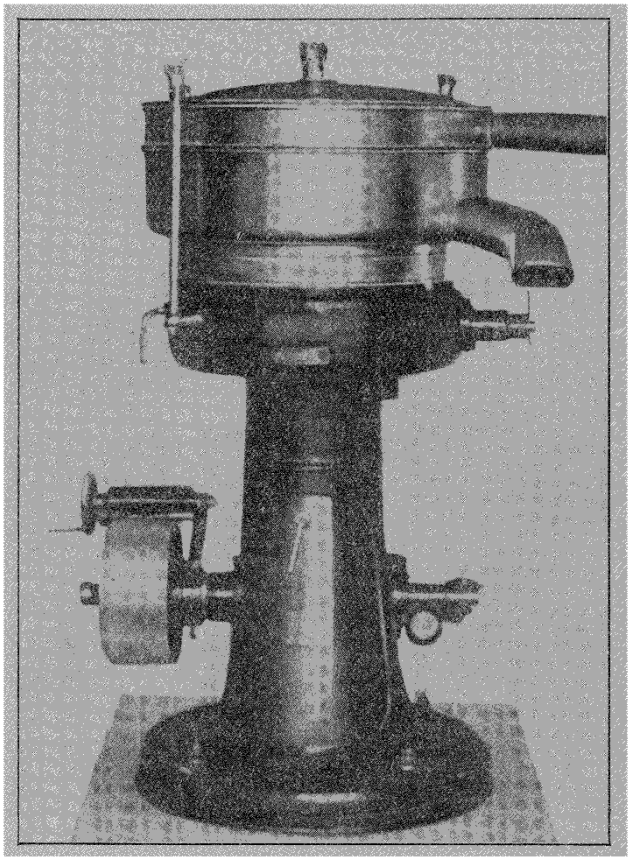


Fig. 7. — Centrifugeuse à dégraisser.

Si le bac renferme 1,5 m³ de liquide et si on turbine son bain à la vitesse de 5 m³ par heure, ce bain se trouvera purifié toutes les 20 minutes. Un seul bac suffit dans la plupart des cas. Dans certains cas cependant, on emploie plusieurs bacs au suint. Alors, le liquide du bac le plus sale est purifié et renvoyé dans le bac le plus propre, d'où il revient sur le bac le plus sale en sens contraire du parcours de la matière à laver. La figure 8 indique la circulation de liquide dans le cas d'un seul bac au suint.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

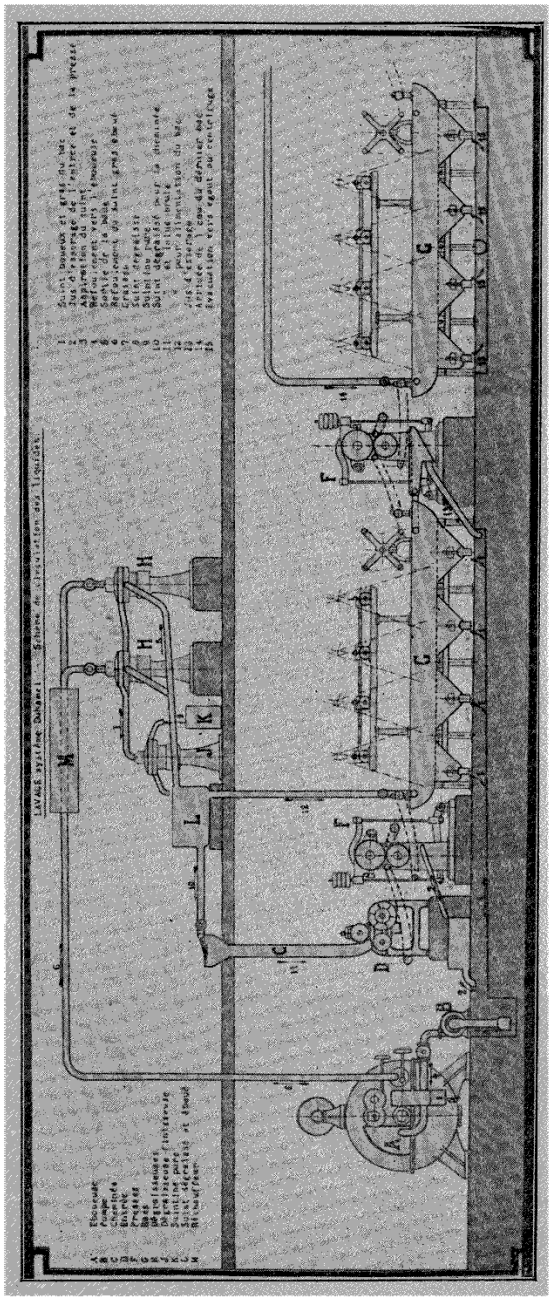


Fig. 8. — Schéma montrant la circulation des liquides dans les appareils de lavage du système Duhamel.
(Un seul bac au suint, suivi d'un bac de rinçage).

Pour la purification, on mélange les liquides des bains de diverses colonnes, et il se trouve que, dans les conditions précédentes, on atteint généralement une concentration de 4° B., suffisante pour laver.

Les impuretés extraites par les appareils de purification emportent leur poids de solution détersive; la laine qui sort de la presse emporte également son poids de cette solution détersive; il faut donc admettre un litre d'eau par kilogramme de laine brute pour alimenter la colonne de la figure 5. Le poids de ces sels solubles par litre du bain est donc égal au poids des sels solubles par kilogramme de laine brute.

Le nouveau liquide à introduire peut, au lieu d'être de l'eau, s'être enrichi préalablement en sels solubles, si on a retiré, par des opérations de préférence méthodiques, les sels solubles emportés par la laine essorée ou ceux qui sont emportés par les impuretés extraites au moyen des appareils de purification.

Si ces opérations de récupération sont bien menées, on pourra laver dans des bains plus concentrés, ou encore on pourra recueillir l'excès des sels solubles de la laine brute.

Avec le système de lavage Duhamel, on évite la pollution des rivières puisque le liquide purifié retourne au bain et sert à nouveau. Le lavage est continu; on n'a pas à arrêter les machines pour nettoyer les bacs; ce nettoyage, jusqu'à présent, faisait perdre environ 20 p. 100 de la production. L'économie de savon est très grande; on n'en use presque plus. Les boues recueillies constituent un engrais estimé qui peut être mis en poudrette en utilisant la chaleur des gaz des générateurs. Quant à la graisse, c'est de la lanoline pure, alors que la suintine habituelle renferme une grande fraction des acides gras provenant du savon qui a servi à laver la laine. 30 minutes après que la laine est entrée dans la laveuse, ses impuretés se trouvent soit en sacs, sous forme de poudrette, soit en fûts, sous forme de graisse.

La pratique a montré que ce procédé a, pour la laine, des avantages d'une importance bien plus considérable encore que pour les sous-produits.

Alors que la laine se feutre dans des bains de savon, elle ne se feutre pas, elle se défeutre même, dans les bains concentrés des sels solubles de la laine brute, de telle sorte que dans l'opération ultérieure du cardage, elle est moins « châtiée »; on en voit nettement la conséquence après le peignage : la laine peignée qu'on obtient a plus de brins longs; ce qu'on énonce en disant que « la mèche est plus carrée ». De plus, le court, qu'on appelle la « blousse » et qui est séparé par la peigneuse, est en proportion plus faible, ce qu'on énonce en disant que « la romaine est plus faible », ou qu'il y a moins de blousse.

Dans le lavage ordinaire il se forme des agglomérations de laine, qu'on

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

appelle des « boutons », semblables à de fines têtes d'épingle; le lavage dans des solutions des sels solubles de la laine brute ne produit pas ce défaut.

Le deuxième avantage que ce procédé confère à la laine est curieux : la fibre de laine renferme des petits canaux qui doivent être remplis des sécrétions du mouton pour conserver à la laine ses qualités; cette nourriture intérieure de la fibre doit être respectée par les agents détersifs, tandis que l'extérieur de la fibre doit être nettoyé. Quand la laine est plongée dans une solution concentrée des sels solubles de la laine brute, elle se trouve dans son milieu naturel et, par la surface énorme des petits canaux dont il vient d'être question, elle adsorbe, retient une partie des substances avec lesquelles elle est en contact intime. En tout cas, elle ne perdra pas celles qu'elle contient déjà. Or, si une laine fine, comme une laine d'Australie ou une laine du Cap, a reçu de son mouton tout ce qu'il lui faut, il est des laines qui ont pu recevoir et perdre cette nourriture intérieure, comme celles qui sont en contact avec des poussières, lesquelles sucent hors de la laine les principes qui l'avaient nourrie. Il y a aussi des laines, comme celles d'agneaux ou les grosses laines croisées, qui n'ont pas reçu de leur mouton ce qui leur était nécessaire; d'autres qui ont perdu leur nourriture intérieure par les traitements qu'on leur a fait subir; le nouveau procédé de lavage rend aux laines qui avaient ainsi souffert, des qualités de douceur, de souplesse, d'élasticité, de solidité.

Une laine teinte, qu'on dit « brûlée par la teinture », peut devoir cette brûlure uniquement à ce qu'elle a perdu sa nourriture intérieure; cette laine peut être revivifiée si on la plonge dans une solution concentrée des sels solubles de la laine brute.

Il est probable que l'avenir conduira à traiter par cette solution non seulement la laine en flocons qu'on lave, mais aussi la laine teinte avant filature, ce qui permettra de filer aussi fin avec les laines teintes qu'avec les mêmes laines écrues. Il est probable aussi que, pour terminer le traitement des tissus et leur donner plus de souplesse, de douceur, plus de « main », on les trempera dans cette solution, un tel traitement devant être suivi d'un nettoyage par le savon.

GRAISSE DE PEAUX.

Les peaux, préparées par divers procédés, sont plus ou moins grasses. Nous avons vu, en parlant des colles de peaux, que les peaux de moutons contiennent, lorsqu'elles sont tannées, plus de matières grasses que les peaux des autres animaux.

Cette graisse en excès est nuisible, ou bien parce qu'elle forme des taches sur la peau, ou bien parce que la teinture ne permet pas à la couleur de se

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

répartir uniformément sur la surface, ou bien encore, comme dans les cuirs vernis, parce que cette graisse remonte au repos et donne un nuage, qu'on appelle repousse, sur la belle surface brillante qui constitue le cuir verni.

En ce qui concerne les peaux tannées destinées à la teinture, on obtenait autrefois un dégraissage superficiel et imparfait au moyen des terres d'infusoires telles que la terre de Salinelle. Les peaux étendues étaient placées fleur contre fleur mais séparées par une couche de 1 cm environ de terre absorbante, puis soumises à une forte pression. Ce moyen rudimentaire donnait des résultats très variables, les déboires étaient fréquents. Un industriel anglais eut l'idée d'employer les hydrocarbures ; les résultats obtenus furent si encourageants que, à notre époque, presque toutes les peaux tannées destinées à la teinture sont préalablement dégraissées ; il en est de même pour celles qui seront traitées en vue de vernissage.

Le dégraissage des peaux est souvent nécessaire dans le tannage au chrome.

Alors que le tannage végétal s'effectue sans aucune addition à la matière tannante, dans le tannage au chrome les peaux doivent être soumises à l'action de ce qu'on appelle une nourriture. Celle-ci est formée généralement d'un savon et d'une matière grasse : suif ou huile de pied de bœuf, dans des proportions telles que le savon puisse donner avec la matière grasse une émulsion parfaite. Sans l'emploi de cette nourriture, la peau tannée au chrome serait dure, cartonneuse et inutilisable. La présence de la nourriture se logeant entre les fibres de la peau permet après séchage de faire jouer l'une sur l'autre ces fibres et d'obtenir cette souplesse de gant que possède, par exemple, le chevreau glacé pour chaussure.

Mais cette opération de nourriture n'est pas sans difficulté : il faut souvent peu de chose pour altérer l'émulsion grasse et la détruire : température trop basse, légère acidité dans les peaux, etc. Si bien que la matière grasse, en partie précipitée, se répartit mal, ce qui oblige à un dégraissage. D'ailleurs, quand la nourriture a permis l'assouplissement de la peau, elle n'est plus indispensable et, pour les cuirs au chrome destinés à être vernis, il est bon de l'enlever par un dégraissage sérieux.

Le dégraissage des peaux, quel que soit leur genre de tannage, peut s'effectuer de différentes façons, soit par aspersion au moyen du dissolvant, soit par trempage. Le procédé le plus employé consiste à immerger les peaux dans le dissolvant.

Les peaux sont suspendues dans une cuve fermée ; par la partie inférieure on fait arriver le dissolvant jusqu'à ce que le niveau du liquide assure une immersion complète. Au bout de quelques heures, la graisse est dissoute ;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

on fait écouler la solution grasse puis les peaux sont séchées soit par étendage, soit par insufflatien directe d'air dans la cuve.

L'opération ainsi pratiquée présente certains dangers : le passage de l'air sur les peaux développe, dans certaines conditions, une tension électrique qui peut devenir considérable, chaque peau pouvant devenir comparable au plateau de verre d'une machine de Ramsden; des étincelles peuvent jaillir dans un milieu qui renferme des vapeurs combustibles et des explosions soudaines et violentes peuvent avoir lieu (1). De grandes précautions sont donc à prendre; des dispositifs spéciaux sont donc nécessaires pour éviter ces dangers. C'est pourquoi à plusieurs reprises on a préconisé l'emploi comme dissolvant du tétrachlorure de carbone, du trichloréthylène et d'autres composés incombustibles bien que ces composés chlorés attaquent les appareils.

L'opération du dégraissage enlève en moyenne 200 g de graisse par douzaine de peaux. Cette graisse est brune avec les peaux simplement tannées, elle est noire avec les peaux préalablement teintes. A ces états, elle peut être utilisée directement, lorsque sa nuance n'est pas gênante. Dans le cas contraire, il faut procéder à son épuration. Celle-ci s'effectue en utilisant le procédé employé pour la fabrication des acides oléique et stéarique. Comme la plus grande partie des acides gras sont déjà libres alors que les éthers de la glycérine sont saponifiés du fait de l'action prolongée de l'air sur la matière grasse divisée dans les pores de la peau, on utilise la saponification sulfurique qu'on fait suivre d'une distillation à la vapeur d'eau surchauffée; on obtient ainsi une graisse blanche dont le point de fusion peut atteindre 30 à 35° et avec laquelle on fabrique d'excellents savons.

(1) L'électrisation des courroies de transmission en cuir, par suite de leur glissement et de leur frottement sur les poulies, est un phénomène du même genre; il atteint son maximum d'intensité par les temps secs, en particulier par les très grands froids. En 1912, alors que la température extérieure était de —24°, M. B. J. Ougrimof a pu observer une électrisation particulièrement intense sur une courroie animée d'une vitesse de 20 m : s; elle avait pris la forme d'effluves et d'auréoles d'un blanc violacé, entre le milieu des deux brins de cette courroie et les parties saillantes d'une clôture protectrice en fer les plus rapprochées du milieu des deux brins de la courroie. La décharge était accompagnée d'un bruissement particulier; en même temps on percevait une forte odeur d'ozone. Plus tard, M. Ougrimof a pu mesurer le phénomène dans un laboratoire de Moscou. Voici, d'après le *Tekhniko-ekonomitchéski Viéstnik* de janvier 1924, les résultats qu'il a trouvés sur une courroie transmettant 75 ch et animée d'une vitesse de 21,5 m : s. Le potentiel est négatif sur les deux brins de la courroie; dans leur milieu, il peut atteindre 80 kV. On peut, au moyen d'un système convenable de peignes, obtenir un courant continu d'une intensité de l'ordre du milliampère. Le potentiel croît avec la vitesse de la courroie mais semble tendre vers une valeur limite quand cette vitesse croît.

(N. D. L. R.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SUR LE VERSOIR DES CHARRUES

par

M. MAX RINGELMANN,

membre du Conseil.

La résistance que présente une charrue, c'est-à-dire la traction qu'elle nécessite, est la somme des résistances élémentaires de ses diverses pièces travaillantes ou de support.

Dans le même sol, et pour le même labour (le même jour) une bonne charrue à versoir bien établi demandant une traction totale représentée par 100, une mauvaise charrue à versoir mal tracé exige souvent une traction représentée par 170.

Il m'a semblé intéressant de chercher la répartition de la traction totale de la charrue, afin de déterminer les pièces qui demandent la plus grande quantité d'énergie; c'est sur ces dernières qu'il y a lieu de porter d'abord l'attention afin d'améliorer le matériel, car la qualité globale d'une machine quelconque est toujours celle de sa partie la moins bonne.

De Gasparin est le premier, à ma connaissance, qui ait tenté de chiffrer les résistances élémentaires opposées par les diverses pièces travaillantes d'une charrue. On les trouve dans le tome III (page 171) de son *Cours d'Agriculture*, admirable pour l'époque où il fut publié (1843-1850).

Je dois cependant faire une réserve préliminaire, qui ne diminue en rien l'œuvre magistrale de Gasparin. Il ne se base pas sur des observations personnelles, mais sur celles d'autrui, afin, dit-il, de « se mettre au-dessus de tout soupçon de complaisance pour ses propres idées, et pour y chercher la confirmation de ses propres chiffres » résultant d'expériences dont il ne nous donne aucun résultat.

De Gasparin prend comme point de départ les expériences faites à Metz par Arthur Morin sur l'araire Dombasle (1) fonctionnant dans « des terres légères, des terres de dureté moyenne, et des terres fortes » dont Gasparin

(1) Ces expériences furent, à leur époque, communiquées par A. Morin à l'Académie d'Agriculture qui existait alors sous le titre de *Société centrale d'Agriculture.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

suppose et estime la ténacité, ou la résistance, d'après la bèche dynamométrique (2).

Si nous admettons comme exactes les tractions indiquées par le dynamomètre de Morin, il y a une lacune dans les calculs de Gasparin, car ce dernier estime la résistance du sol dans lequel la charrue a travaillé sans en avoir fait ou sans qu'on en ait fait la mesure avec la bèche dynamométrique.

D'ailleurs, je ne suis plus partisan de la bèche dynamométrique, laquelle, lors de très nombreux essais, me donnait dans des conditions très uniformes et à un ou deux mètres d'écartement, des chiffres variant dans le rapport de 1 à 3, variations qui n'autorisent pas à faire des moyennes arithmétiques; d'autre part, la bèche dynamométrique agit par percussion, et verticalement de haut en bas, alors que les pièces travaillantes de la charrue, auxquelles de Gasparin applique les chiffres donnés par la bèche dynamométrique, agissent par pression et toujours horizontalement.

Malgré ces réserves, je crois bon de rappeler ici les chiffres donnés par de Gasparin pour les trois essais de Morin.

Les ténacités des trois terres étaient estimées par de Gasparin (et non mesurées) dans les rapports indiqués ci-dessous, selon l'enfoncement de la bèche dynamométrique, en millimètres, nombres qui, à mon avis, ne parlent pas à l'esprit, la terre la plus légère offrant une plus grande profondeur de pénétration à la bèche dynamométrique. J'y ajoute les *ténacités* ou *résistances relatives* que je donnais autrefois dans mon Cours, alors que j'admettais la bèche dynamométrique jusqu'à ce que je fusse convaincu expérimentalement qu'il n'y avait pas lieu, pour les motifs indiqués plus haut, de continuer à utiliser ce procédé de mesure; ces résistances relatives sont les inverses des enfoncements de la bèche dynamométrique et on peut les comparer entre elles en fixant à 100 la résistance de la terre considérée comme étant la plus légère.

Terres.	Enfoncement de la bèche dynamométrique (mm).	Ténacités relatives.
Légère	60	100
Moyenne	50	120
Forte	30	200

(2) Le principe en avait été donné par Charles-Augustin de Coulomb (1736-1806), officier au corps du Génie, comme moyen d'évaluer le travail de terrassement que pouvait effectuer un homme dans un temps donné. Le principe fut repris par Jean-Victor Poncelet (1788-1867), professeur à l'École d'application du Génie et de l'Artillerie de Metz, et vulgarise ensuite par le comte de Gasparin pour les applications agricoles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La charrue expérimentée (araire Dombasle) pesait 60 kg; le versoir avait 0,32 m de longueur (?) (sans indiquer où est prise cette mesure). Le coutre pénétrait à 0,15 m. Le labour avait une profondeur de 0,16 m et une largeur de 0,28 m. Le rapport de la largeur à la profondeur était donc de 1,75, alors qu'on admettait autrefois qu'il fallait un rapport de 1,41 pour caractériser un bon labour. La section de la bande de terre retournée était de 4,48 dm².

	TRACTION CALCULÉE (par de Gasparin) DES DIVERSES PIÈCES DE LA CHARRUE DANS LA TERRE		
	légère.	moyenne.	forte.
Ténacités relatives des terres	100	120	200
	(kg)	(kg)	(kg)
Coutre	48,8	59,5	96,0
Soc	85,4	103,6	168,0
Versoir	23,2	23,2	23,2
Sep	37,0	37,0	37,0
Traction (en kilogrammes) totale	196,4	225,3	326,2
Traction (en kilogrammes) par décimètre carré de section du labour.	43,8	50,2	72,7

Notons que les tractions par décimètre carré, que j'ai calculées d'après les chiffres de Gasparin, concordent avec les ténacités relatives des terres, telles que je l'ai indiqué plus haut (rapport des inverses des enfoncements de la bêche dynamométrique et en prenant la terre légère égale à 100). La figure 1 en donne le tracé graphique : les tractions l, m, f, par décimètre carré de section du labour en terre légère (l), moyenne (m) et forte (f) étant portées en ordonnées y et les ténacités relatives sur les abscisses x.

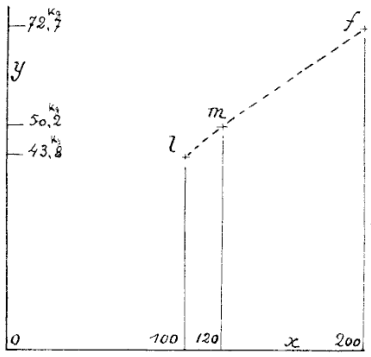


Fig. 1. — Traction d'une charrue selon la ténacité du sol.

Il est surprenant que la méthode de calcul employée par de Gasparin donne au versoir et au sep la même résistance (23,2 kg et 37,0 kg) quelle que soit la nature du sol, alors qu'il ne doit certainement pas en être ainsi.

Du tableau précédent, si nous faisons la traction totale égale à 100 pour chacun des trois essais, le calcul nous indique les répartitions en centièmes des résistances des diverses pièces de la charrue :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pièces.	RÉSISTANCE CALCULÉE EN CENTIÈMES DES DIVERSES PIÈCES DANS LA TERRE légère.	moyenne.	forte.
Coutre	24,8	26,4	29,4
Soc	43,6	46,0	51,6
Versoir	12,8	11,2	7,7
Sep	18,8	16,4	11,3

De Gasparin applique aussi sa méthode de calcul à l'essai d'une charrue de Valcourt, pesant 60 kg, effectuant un labour de 0,19 m de profondeur sur 0,24 m de largeur, soit une section de 4,56 dm², en terre dite moyenne (ténacité relative de 120). Voici les résultats indiqués, avec le calcul des résistances en centièmes des diverses pièces :

Pièces.	Traction (kg).	Résistance en centièmes.
Coutre	69,3	30,0
Soc	89,1	38,5
Versoir	28,8	12,5
Sep	43,9	19,0
Traction (en kilogrammes) totale	231,1	—
Traction (en kilogrammes) par décimètre carré de section du labour.	50,6	—

En résumé, les seuls documents que nous avions, provenant d'une méthode de calcul imaginée par de Gasparin, sont insuffisants et même très critiquables à plusieurs points de vue.

*
* *

Appelé à donner mon avis sur l'énergie dépensée par le versoir seul, j'ai recherché dans les résultats de mes expériences faites autrefois dans un autre ordre d'idées. J'étais alors professeur à l'École nationale d'Agriculture de Grignon et je disposais de nombreux aides attentionnés et intelligents constitués par quelques-uns de mes élèves.

Mes essais avaient pour but de chercher l'influence de la configuration géométrique du versoir, les autres pièces de la charrue restant constantes.

Il s'agissait d'essais préliminaires; plusieurs indications manquent; le relevé des versoirs avec mon profilographe que je n'avais pas à l'École, les indications relatives au sol (densité, teneur en eau et analyse physique), mais il faut dire que je n'étais alors pas aussi avancé qu'aujourd'hui dans l'étude expérimentale et rationnelle de la charrue.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ces essais préliminaires servirent de base à un programme à appliquer avec des dispositifs moins rudimentaires de montages de fortune que ceux auxquels j'eus recours; cela n'a pu encore se faire faute de temps et surtout de crédits nécessaires, difficiles à obtenir pour de semblables recherches scientifiques qui n'intéressent pour ainsi dire personne.

Dans les essais dont il est question, j'ai utilisé une charrue dont l'age en fer, assez lourd, était supporté par une seule roue passant sur le guéret; la charrue était pourvue de deux mancherons soutenus à la hauteur voulue par un dispositif indépendant de la machine et se déplaçant comme cette dernière. L'age reçut, avec des montages appropriés (étriers et boulons), trois corps de charrue ayant des configurations très différentes, mais pouvant effectuer des labours de mêmes dimensions (profondeur et largeur); des surcharges fixées à l'age, en arrière de l'étançon antérieur, assuraient le même poids total à la machine dans les trois conditions différentes.

Le coutre, provenant d'une charrue anglaise de ma collection, était le même dans les trois essais et fut réglé à la même profondeur (3 cm au-dessus du niveau de la pointe du soc). La verticale passant par la pointe du coutre était à 1 cm en avant de la pointe du soc.

Tous les socs avaient été taillés de façon à n'agir que sur 0,18 m de largeur; ils avaient à très peu près le même angle d'action et travaillaient sur les $\frac{3}{4}$ de la largeur du labour.

Pour la mesure de la résistance due au *biseau* du soc (et non au soc proprement dit dont je considère la face supérieure comme faisant partie du

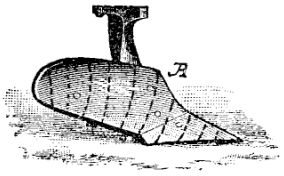


Fig. 2. — Versoir A.

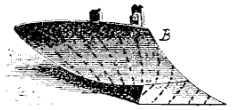


Fig. 3. — Versoir B.

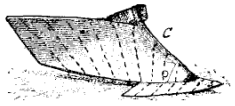


Fig. 4. — Versoir C.

versoir), j'ai employé une mince lame d'acier ayant les mêmes angles et positions que les socs (largeur d'action de 0,18 m). Comme la lame ne put être mise horizontalement, elle soulevait un peu la terre (2 cm au plus) de sorte que sa résistance est un peu plus grande que celle réellement due au biseau du soc. L'étançon spécial supportant la lame avait presque la même épaisseur que le dos du coutre derrière lequel il passait, et dans la même tranchée ouverte par le coutre, mais, cependant, cet étançon occasionnait

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

un léger supplément de traction au soc, supplément qui ne fut pas mesuré.

Les figures 2, 3 et 4 donnent l'aspect des trois versoirs A, B et C qui ont été essayés; j'ai indiqué, en pointillé, le tracé général des génératrices de ces versoirs et de leur raccordement avec le soc.

Les talons des seps des charrues furent remplacés par une plaque de 7 mm d'épaisseur, qu'on put enlever pour certains essais.

Le sol, argilo-calcaire, en très bon état de culture, frais, était très légèrement engazonné à la surface.

Les trois corps de charrue furent, par tâtonnements, réglés pour effectuer un même labour de :

Profondeur	0,13 m
Largeur	0,24 m
Section.	3,6 dm²

Ici la largeur est 1,6 fois la profondeur.

Le programme des essais fut le suivant :

1° *Roue.* — En travail avec le corps de charrue, on constata que la roue r (fig. 5.) s'enfonçait dans le sol x en marquant un frayis f, dont la profondeur $(y' - y)$ fut mesurée relativement à un plan de rapport x'.

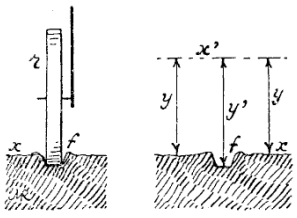


Fig. 5. — Compression du sol produite par la roue-support.

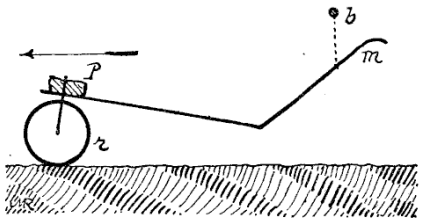


Fig. 6. — Essai pour déterminer la résistance opposée par la roue-support.

Pour mesurer la résistance r de la roue, les mancherons m (fig. 6) furent soutenus par un bois transversal b; une surcharge P fut appliquée par tâtonnements au-dessus de la roue jusqu'à ce qu'on obtînt le même frayis $(y' - y)$ mesuré antérieurement.

L'effort de traction alors nécessaire fut trouvé de 3,3 kg, chiffre appliqué aux trois corps de charrue expérimentés.

Des essais de roulement effectués dans le même champ avec un petit chariot dont les 4 roues avaient la même largeur de bandage que la roue de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la charrue, donnèrent un coefficient de roulement de 0,10 à 0,11 ; en utilisant ce coefficient, on voit qu'en travail, la pression verticale de la roue-support sur le sol, était de 30 à 33 kg.

2° *Coutre.* — Le coutre *c* (fig. 7), réglé pour agir à 0,12 m de profondeur, fut essayé avec la roue, les mancherons *m* toujours soutenus par le bois *b*. En travail, on fit passer le coutre *c* à une distance *l* du bord de la muraille *n* égale à la largeur du labour, soit 0,24 m.

La traction dans cet essai, était la somme des résistances *r* de la roue et

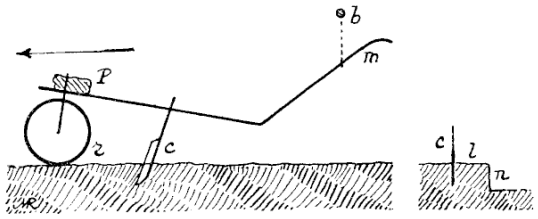


Fig. 7. — Essai pour déterminer la résistance opposée par le coutre.

du coutre *c* et, par différence, celle du coutre $c = 38{,}6$ kg, chiffre qui fut appliqué aux trois corps de charrues.

Dans d'autres de mes essais portant uniquement sur les coutres, j'ai constaté que, tant qu'on reste dans la couche de terre habituellement cultivée, la résistance opposée par un coutre peut se calculer par centimètre de profondeur d'action, mesurée perpendiculairement à la surface du sol, diminuée de 2 cm environ. Les deux premiers centimètres comptés à partir de la surface du sol, n'agissent pas sur le coutre; la terre est éclatée et soulevée avant le passage de l'arête du coutre.

La traction de 38,6 kg constatée dans mes essais pour le coutre agissant à 0,12 m de profondeur verticale, se rapporte en réalité à 0,10 m de profondeur, représentant ainsi 3,86 kg par centimètre de profondeur en plus des 2 cm superficiels.

Si l'on se reporte aux chiffres de Gasparin donnés au début de ce mémoire, on peut calculer la résistance qu'il indique, opposée par le coutre par centimètre de pénétration verticale diminuée des 2 cm de la surface :

Terre légère	3,44 kg
— moyenne	4,57 —
— forte.	7,38 —

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

3° *Soc.* — La projection de la longueur d'action l' du soc s (fig. 8), était de 0,18 m pour une largeur l du labour de 0,24 m ($l' = 0{,}75\ l$).

L'étançon e (fig. 9) suivait juste derrière le coutre c, le soc agissait à la profondeur de 0,15 m, et l'ensemble, toujours soutenu aux mancherons m

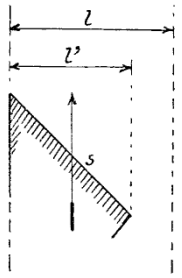


Fig. 8.
Projection horizontale du soc.

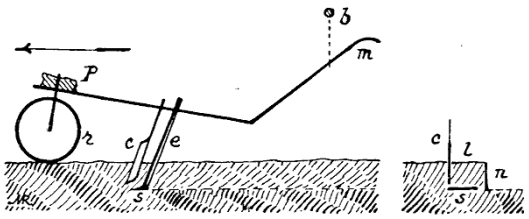


Fig. 9. — Essai pour déterminer la résistance opposée par le soc.

par le bois b, passait à une distance l de 0,24 m du bord de la muraille n.

Le dynanomètre indiquait alors la somme des résistances de la roue r, du coutre c et du biseau du soc s; on avait cette dernière par différence :

$$(r + c + s) - (r + c) = s = 74{,}5 \text{ kg},$$

qui fut admise pour les trois corps de charrues expérimentés.

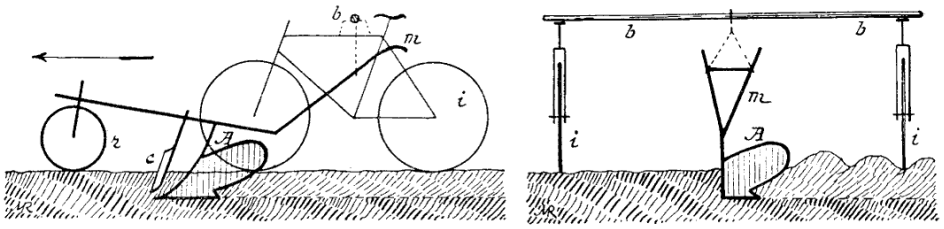
Rapporté à l'unité de largeur l' (fig. 8), le biseau du soc nécessitait une traction de 4,14 kg par centimètre de projection l', alors que le coutre ne demandait dans le même sol, que 3,86 kg par centimètre de profondeur verticale, c'est-à-dire dans les rapports de 107 à 100 ; il est vrai que la traction s représentait non seulement celle due au biseau de la lame, mais celles dues au léger soulèvement de la bande de terre, ainsi que cela a été expliqué plus haut, et à l'étançon e un peu plus épais que le coutre au niveau de la pointe de ce dernier située à 3 cm au-dessus de la pointe du soc ; la partie inférieure de l'étançon agissait donc à la façon d'un coutre. D'autre part, le soc travaille dans une zone plus résistante que celle voisine de la surface du sol, dans laquelle agit le coutre.

En résumé on appliqua aux trois charrues les résistances constantes suivantes :

Roue	3,3 kg
Coutre	38,6 —
Soc	74,5 —
Total	116,4 kg

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

4° *Talon.* — Chiffre obtenu par différence de la traction T de toute la charrue, avec celle constatée pour le même montage, mais en enlevant le talon rapporté, de 7 mm, et en soutenant les mancherons par le bois *b* déjà signalé afin de maintenir le corps de charrue au même niveau relativement au guéret. La résistance due au talon était alors supportée par le bois *b* (fig.10) maintenu par deux bicyclettes *i* poussées à la main comme dans les essais précédents, l'une roulant sur le guéret (fig. 11), l'autre sur le labour,



Dispositif général de l'essai d'une charrue.
Fig. 10. — Vue en long. Fig. 11. — Vue en travers.

à une grande distance (1,50 m) du plan des étançons pour atténuer les variations dues aux oscillations verticales résultant de l'inégalité des chemins de roulement des bicyclettes.

La résistance due au talon augmenta avec celle des versoirs essayés; mais les résistances constatées dans mes essais sont très probablement plus élevées que celles présentées par les talons amovibles de nos bonnes charrues. La plaque de tôle employée grattait et entaillait un peu le pied de la muraille. Des recherches spéciales sur la résistance opposée par le talon d'une charrue devaient être reprises car elles ne représentent pas seulement la résistance due au glissement de la pièce exerçant une pression oblique dans l'angle dièdre formé par la muraille et le fond de la raie de charrue, il y a, en plus, un travail important de déformation de la voie de glissement du talon et la déformation, de haut en bas, ou la compression dans le fond de la raie, dont la terre est déjà très tassée, doit nécessiter une dépense d'énergie.

5° *Versoir.* — Obtenu par différence de la traction totale T et des sommes des tractions dues à la roue *r*, au coutre *c*, au biseau du soc *s* et au talon *t* :

$$v = T - (r + c + s + t).$$

Le tableau ci-après donne les tractions dues au talon et au versoir.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Charrue.	TRACTION DUE au talon. (kg).	TRACTION DUE au versoir. (kg).
A.	26,8	21,0
B.	32,0	58,9
C.	47,8	98,6

6° *Mancherons.* — Dans ces essais, que je considérais comme préliminaires à d'autres recherches, la résistance due à l'action de l'homme sur les mancherons n'a pas été mesurée; elle n'est cependant pas négligeable, surtout quand le laboureur appuie sur les poignées lorsque la charrue a tendance à piquer en terre. D'ailleurs, avec le montage employé (fig. 10, 11) on agissait très peu sur les mancherons sauf avec le versoir de la charrue C, l'équilibre dans le plan vertical et longitudinal étant assuré par la roue et par le bois *b* porté par les deux bicyclettes *i* (fig.11). La chaîne d'attelage était très longue pour atténuer les déviations dans le plan horizontal afin que le laboureur n'ait à agir que d'une façon insignifiante, et de temps en temps, dans le plan vertical et transversal pour maintenir les étançons perpendiculairement au guéret.

Plus tard j'eus l'occasion de vérifier l'action de l'homme sur les mancherons d'une même machine montée en araire, puis en charrue-support à une et à deux roues.

Résumé. — Les indications précédentes sont récapitulées dans le tableau suivant pour les trois charrues :

A. — Versoir du genre cylindrique (fig.2).
B. — — — hélicoïdal un peu médiocre (fig.3).
C. — — très mauvais, avec soc presque horizontal (fig.4).

Genre de versoir :	CHARRUES A cylindrique.	B hélicoïdal.	C mauvais.
Traction constante :			
due à la roue	3,3 kg	3,3 kg	3,3 kg
— au coutre	38,6 —	38,6 —	38,6 —
— au soc	74,5 —	74,5 —	74,5 —
Traction constante.	116,4 kg	116,4 kg	116,4 kg
Traction variable :			
due au talon.	26,8 kg	32,0 kg	47,8 kg
— au versoir.	21,0 —	58,9 —	98,6 —
Traction totale	164,2 kg	207,3 kg	262,8 kg
Traction en kilogrammes par décimètre carré de section du labour.	45,6 kg	57,6 kg	73,0 kg
Rapport des tractions totales.	100	126,4	160,3
Rapport des tractions dues au versoir seul.	100	280,4	469,5

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi, un très mauvais versoir exige, seul et dans les mêmes conditions de travail, plus de 4,5 fois plus d'énergie qu'un autre versoir convenablement tracé.

Si j'ai pu décomposer la traction due au versoir d'avec celle nécessitée par le talon, il semble qu'on ait intérêt à réunir ces deux résistances qui varient dans le même sens : le versoir qui oppose plus de résistance supporte

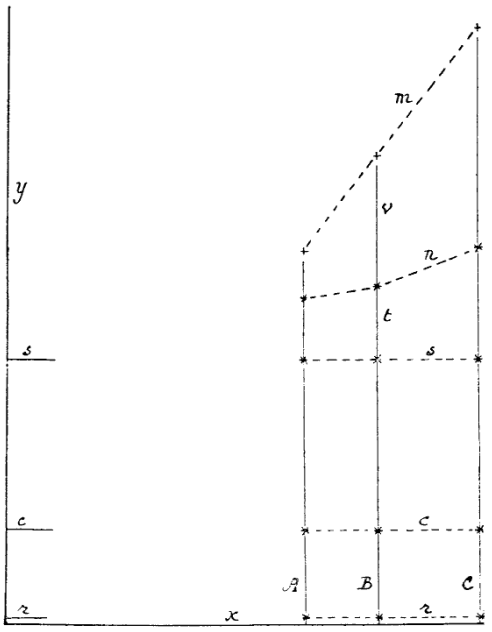


Fig. 12. — Résistances élémentaires des diverses pièces des charrues A, B et C.

une plus grande pression qui se transmet obliquement au talon, lequel, à son tour, présente plus de résistance à la traction. Cela se voit bien dans le graphique de la figure 12, dans laquelle les tractions totales sont portées sur l'axe des x et les tractions élémentaires de la roue r, du coutre c, du biseau du soc s, du talon t et du versoir v sur l'axe des y : le tracé m (versoir) croît plus rapidement que n (talon). En prenant la traction du versoir égale à 100, celle du talon diminue relativement :

Charrue.	TRACTION RELATIVE DU Versoir.	Talon.
A	100	127,6
B	100	54,2
C	100	48,4

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour raccorder avec les calculs en centièmes tirés de Gasparin et cités plus haut, je puis procéder de même pour mes essais des charrues A, B et C; en voici le résultat, la traction totale de chaque machine étant représentée par 100.

Pièces.	RÉSISTANCE EN CENTIÈMES DES DIVERSES PIÈCES DE CHARRUE A	B	C
Roue	2,0	1,6	1,2
Coutre	23,5	18,6	14,7
Soc	45,4	40,0	28,3
Somme	70,9	60,2	44,2
Talon	16,3	15,4	18,1
Versoir	12,8	24,4	37,7

Il est donc impossible de dire (ce que je cherchais) que dans une charrue, telle pièce nécessite tant pour 100 de la traction totale. Ces résistances en centièmes sont influencées surtout par la forme géométrique des versoirs travaillant, comme dans mes essais, dans des conditions identiques de sol.

Tout ce qu'on peut dire c'est que le versoir exerce une grande influence : dans les bonnes charrues, il n'absorbe que 13 p. 100 de la traction totale, alors qu'on trouve près de 25 p. 100 avec les charrues médiocres et 38 p. 100 pour les mauvaises.

La traction élevée du versoir de la charrue C peut s'expliquer ainsi : le soc *s* (fig. 13) presque horizontal forme avec le versoir *v* un angle dièdre, lequel, après un faible parcours, est effacé par une masse immobile *tt'* de terre fortement comprimée qui constitue un nouveau versoir à génératrices courbes, et la bande de terre retournée frotte, non sur la surface métallique du versoir, mais sur une surface constituée par de la terre comprimée présentant un bien plus grand coefficient de frottement.

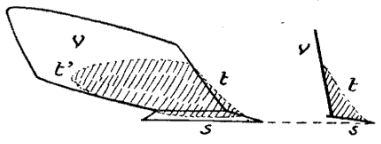


Fig. 13. — Bourrage du versoir de la charrue C.

Cela n'est d'ailleurs pas spécial au versoir essayé mais à beaucoup de charrues mal tracées, dont on est obligé de racler à chaque instant certaines portions du versoir.

Cela explique aussi pourquoi des charrues américaines, à versoir cylindrique, se sont rapidement répandues dans le bas de la vallée du Rhône, permettant de labourer dans l'après-midi alors qu'il avait plu le matin, tandis qu'avec les charrues du pays, dont le versoir est analogue à celui de la charrue désignée par C dans mes essais, il fallait attendre plusieurs jours

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour que la terre soit ressuyée. Je me souviens qu'à cette époque, vers 1898, 1899, j'ai soutenu des discussions à ce sujet : on attribuait l'avantage précité de la charrue américaine à ce que son versoir était en fonte manganésée, alors que la composition chimique du versoir n'intervient pas dans la traction qui n'est influencée que par l'état de poli de la face travaillante, et, surtout, par la génération géométrique de cette face. Par contre, la constitution du métal joue un grand rôle relativement à l'usure de la pièce.

Dans mes expériences précitées, avec la charrue A, un essai a été fait en enlevant le coutre; on devait réaliser une économie de traction de 38,6 kg; cette économie n'a été que de 16,6 kg, le reste, 22 kg, s'est reporté sur l'avant du versoir, et probablement en partie sur le talon, mais je n'ai pas eu le temps de faire la vérification. Les tractions élémentaires peuvent alors se représenter ainsi pour cet essai.

	TRACTION ÉLÉMENTAIRE DE LA CHARRUE A	
	avec coutre.	sans coutre.
Roue	3,3 kg	3,3 kg
Coutre	38,6 —	—
Soc	74,5 —	74,5 kg
Talon	26,8 —	26,8 — (?)
Versoir	21,0 —	43,0 —
Total	164,2 kg	147,6 kg
Rapports	100	89,8

En supprimant le coutre d'une charrue, au moins dans certaines terres, on peut réaliser une économie de traction voisine de 10 p. 100, mais, par contre, on reporte l'usure sur la gorge ou arête antérieure du versoir.

Dans un de mes essais, en plaine de Montrouge, sur un brabant-double, l'enlèvement du coutre donnait une réduction de la traction, par décimètre de profondeur du labour, variant de 14 kg en terre légère à 22 kg en terre forte.

Le travail effectué par la charrue dépourvue de coutre se fait donc avec une économie de traction, mais la muraille n'est pas bien nette par suite de l'angle de l'arête du versoir, bien plus grand que celui d'un coutre et quelques herbes restent à la surface du labour, de sorte que l'enlèvement du coutre, ou l'emploi de charrues sans coutre comme on en rencontre un certain nombre à l'étranger, ne convient bien que pour les premiers labours de certaines terres légères.

J'ai fait allusion plus haut à l'état de poli des faces travaillantes. Je puis citer à ce propos des résultats de mes anciens essais lorsque j'étais répétiteur à l'École nationale d'Agriculture de Grand-Jouan (aujourd'hui trans-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

férée à Rennes). Je disposais d'une charrue neuve, à deux roues-supports réglables verticalement avec des vis, et dont le versoir était en fonte brute. Par suite de la précision qu'on pouvait apporter dans son réglage, cette charrue me servait toujours de type de comparaison, ou d'étalon, lors des essais d'autres charrues.

Au début, avec le versoir neuf, brut de fonte, et un peu rugueux, la traction en terre argilo-siliceuse, était de 40 kg par décimètre carré de section du labour; plus tard, le versoir était poli par le travail et la traction tomba, dans les mêmes conditions de labour, à 34 kg par décimètre carré.

Ce qui précède est un fait général que j'ai constaté sur d'autres machines qui ont des axes et des engrenages et je fus amené à donner le tracé de la figure 14. En y sont portées les énergies nécessaires relevées pour le même travail réalisé à des époques a, b,... portées sur l'axe des x, qui peuvent représenter des hectares labourés s'il s'agit d'une charrue, des surfaces récoltées dans le cas de faucheuses et de moissonneuses, des heures de travail

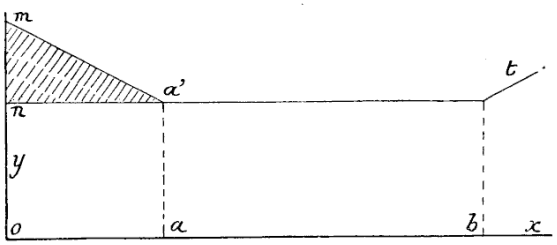


Fig. 14. — Énergie absorbée par une machine selon son ajustage préalable.

ou des poids de marchandises travaillées (gerbes, pailles, grains, tourteaux, etc.).

Si la machine neuve a ses pièces travaillantes bien polies ou taillées ou ajustées, l'énergie nécessaire à son fonctionnement est n, jusqu'à une quantité d'ouvrage effectué b.

Si la machine neuve a des pièces brutes, elle demande au début une énergie m (fig. 14) qui va en diminuant jusqu'en a' correspondant à un certain ouvrage a; à ce moment l'usure a produit un ajustage, la machine est *frayée* comme on dit en pratique, et ses résistances sont les mêmes que celles de la machine précédente.

Mais, à partir d'une certaine quantité d'ouvrage effectué b (fig 14), les pièces sont trop usées, il y a trop de jeu et de vibrations; ces résistances passives augmentent énormément l'énergie t nécessaire au fonctionnement de la machine, jusqu'au moment où il faut changer les pièces pour les remplacer par des neuves.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Au point de vue dépense, la machine à pièces brutes est d'un prix d'achat moins élevé, mais pour la *frayer*, il faut dépenser une énergie représentée par le triangle *nma'* dans la figure 14. Le tout est de savoir si cette énergie supplémentaire demandée aux attelages, aux hommes ou au moteur inanimé, et se traduisant dans les deux premiers cas (animaux et hommes) par une diminution de la quantité d'ouvrage effectuée dans l'unité de temps, revient à un prix plus ou moins élevé que le supplément de dépense occasionnée par l'achat de la machine bien polie et ajustée dans les ateliers du constructeur.

*
* *

J'ai pu réaliser la vérification des expériences précédentes lors de la belle série d'essais que j'eus l'occasion d'effectuer au Plessis, en 1901, à propos du centenaire de la Société d'Agriculture de l'Indre.

Les essais du Plessis ont porté sur seize charrues dont les versoirs ont été relevés avec mon profilographe.

Le résumé des essais montre que les charrues à versoir cylindrique exigeant une traction représentée par 100, la traction relative des charrues à versoir hélicoïdal, dans les mêmes conditions de travail, serait représentée par 116,2 à 127,1.

L'économie de traction nécessitée par une charrue permet d'augmenter la surface labourée dans l'unité de temps avec la même énergie dépensée par le moteur, qu'il s'agisse d'un attelage ou d'un tracteur, et la même dépense de main-d'œuvre, laboureur ou mécanicien.

Avec les mêmes frais (attelage et laboureur) on peut travailler par jour, par exemple, de 39 à 40 ares, au lieu de 33 dans la même terre et à la même profondeur, suivant qu'on utilise le versoir cylindrique ou le versoir du type hélicoïdal.

En résumé, il y a lieu de recommander les charrues pourvues d'un versoir du type cylindrique continuant le soc sans que le raccordement des deux pièces fasse un angle rentrant où s'accumulerait la terre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LE VILLAGE DU JOUET A L'EXPOSITION INTERNATIONALE DES ARTS DÉCORATIFS DE PARIS, 1925.

par

M. HENRY RENÉ D'ALLEMAGNE,

membre du Conseil.

Est-il encore temps d'entretenir nos lecteurs de l'Exposition internationale des Arts décoratifs de 1925? Peut-être, répondrons-nous, surtout si nous nous appliquons à tirer de cette grande manifestation les conclusions qui semblent en résulter.

Le programme qui avait été imposé se résumait en ces simples mots : du nouveau, encore du nouveau, toujours du nouveau!

A voir la faveur avec laquelle le public a accueilli l'effort accompli par nos artistes et nos artisans, il semble que cette formule ait été particulièrement heureuse. On a toujours reproché à notre époque de n'être pas marquée par un style spécial. Certes, il était fort difficile de trouver quelque chose qui n'eût pas encore été essayé et cependant on peut dire qu'on y est réellement parvenu.

Dans le domaine de l'art pur, il est plus facile de sortir des chemins battus qu'en ce qui concerne l'industrie dans laquelle on doit toujours se préoccuper de la possibilité des moyens de fabrication. Au moment où, dans le Musée du Luxembourg, on vient d'ouvrir une salle nouvelle complètement consacrée aux écoles nouvelles de peinture, on ne saurait nier la nécessité de la recherche d'une formule inédite dans la manière de voir et d'exprimer la représentation de la nature.

Quelle a été la répercussion sur le jouet de cet esprit nouveau? C'est ce que nous allons essayer de montrer ici.

Dans le jouet, il faut établir deux catégories bien distinctes : le jouet classique et le jouet de fantaisie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le jouet classique comprend plus spécialement tout ce qui doit être fait sur un modèle connu, sous peine de voir la vente complètement arrêtée. Tels sont, par exemple, les jeux de table, depuis les cartes à jouer jusqu'aux dominos et aux échiquiers.

D'autre part, dans la catégorie des jouets à évolution lente, nous ferons entrer les poupées, car l'enfant est beaucoup plus traditionaliste qu'on ne serait tenté de le supposer. Dès son plus jeune âge, l'enfant adopte un type

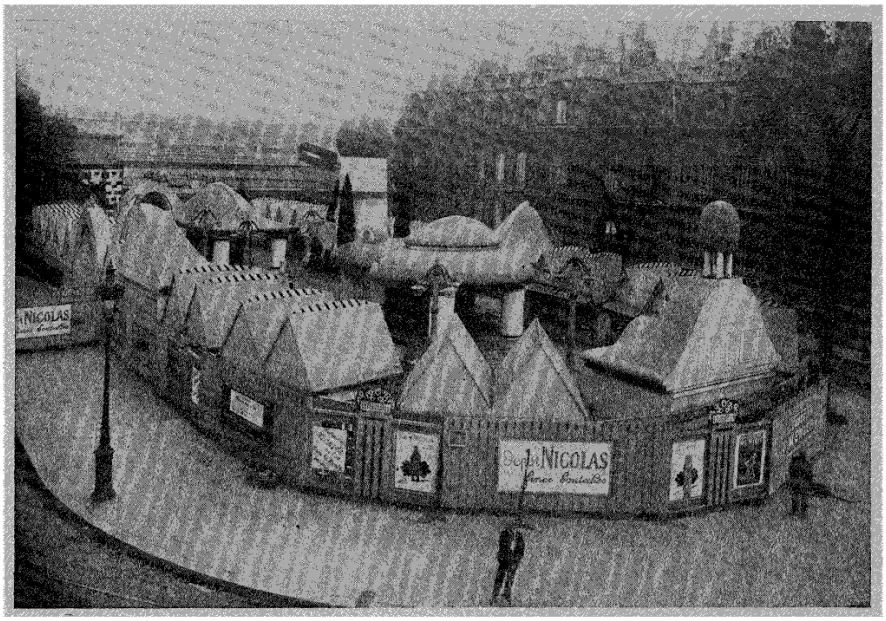


Fig. — 1. — Le Village du Jouet. Vue générale prise du haut de la passerelle.

de bébé, jouet dont il n'aime pas du tout à voir changer les traits et la configuration générale. Tout ce qu'on a appelé poupées à caractères et bébés plus ou moins fantaisistes déplaît souverainement à la jeune clientèle. Faites-en l'épreuve si le cœur vous en dit, et si vous apportez à une petite fille de trois à quatre ans ces poupées mascottes avec des figures étranges, vous verrez de quelle façon sera accueilli votre cadeau.

Je ne viens pas dire par là que l'enfant, dans un avenir plus ou moins éloigné, ne modifiera pas sa manière de voir, mais il lui faudra pour cela une longue acclimatation et ce sera certainement le travail de plusieurs générations avant que la forme nouvelle n'ait obtenu droit de cité dans tout ce petit monde.

Est-ce un signe de décadence? est-ce simplement la fureur d'une mode

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

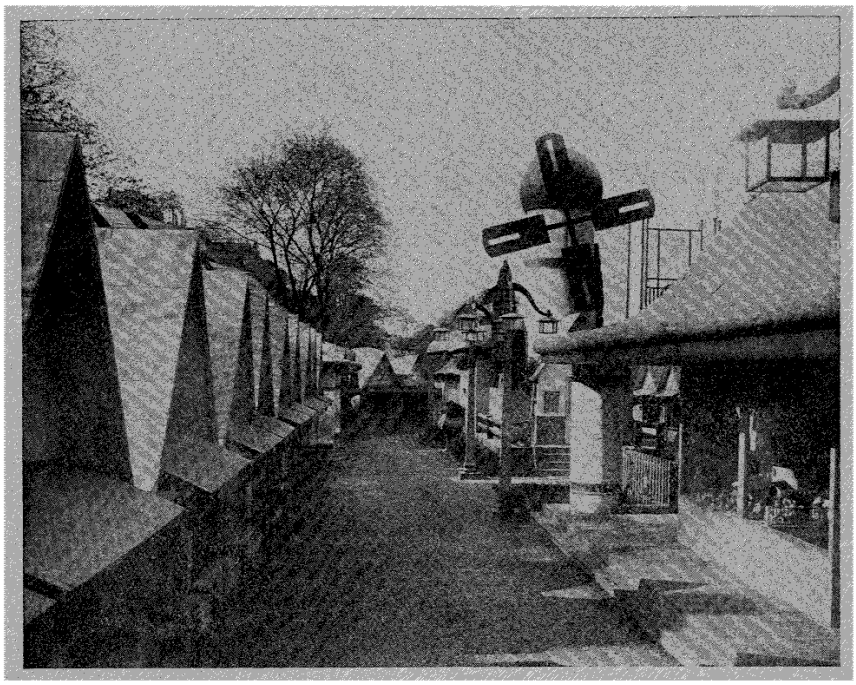


Fig. 2. — Le Moulin et la rue principale du Village du Jouet.

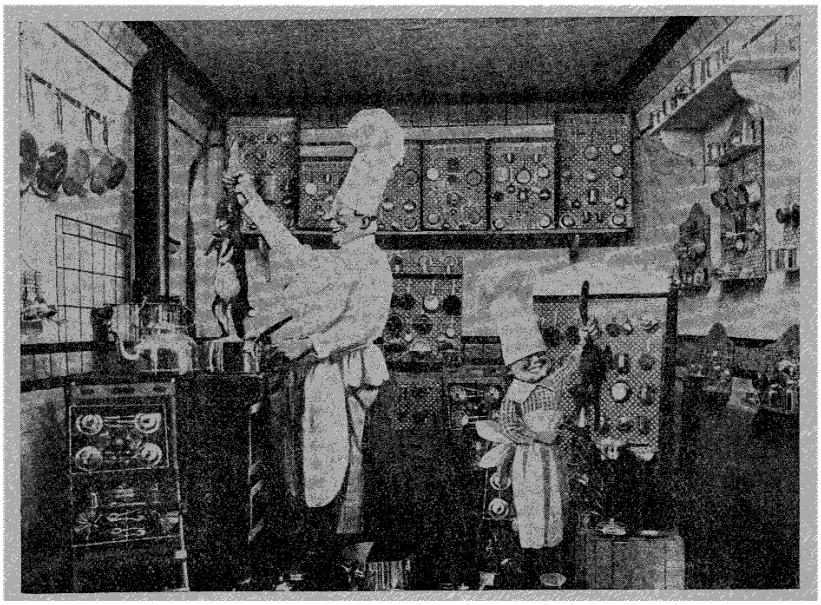


Fig. 3. — Le Jeune Cuisinier « Tout comme Papa », présenté par M. Gratieux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nouvelle? Mais il semble que depuis quelques années, je dirais même depuis quelques mois, ce sont les grandes personnes qui jouent le plus volontiers à la poupée.

Quand, au début de 1924, le Commissaire général m'a fait l'honneur de me commander un « Village du Jouet » j'avais voulu, par une sorte de pudeur peut-être excessive, en bannir expressément toutes ces poupées de salon qui n'ont, à bien réfléchir, qu'une parenté bien éloignée avec les jouets

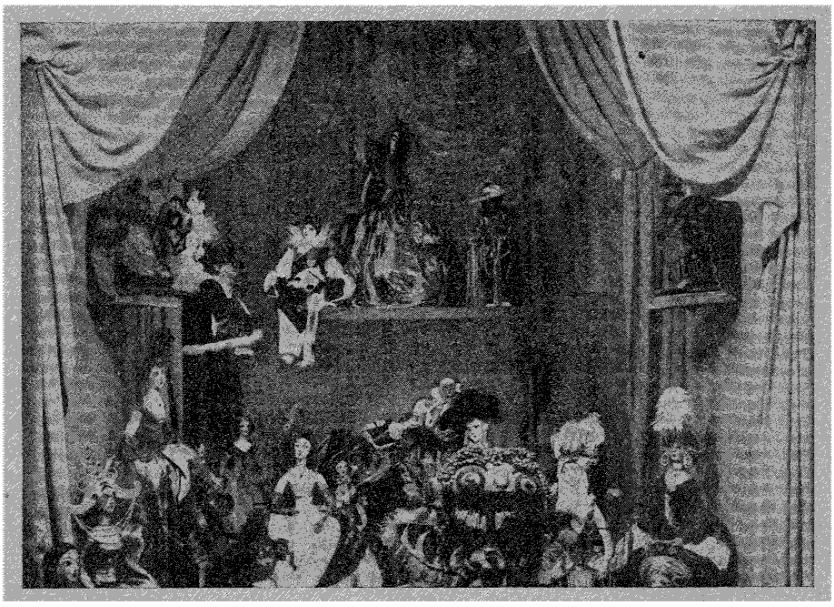


Fig. 4. — Les poupées de salon, pour grandes personnes, éditées par Mme Morawski, marque « La Princesse ».

proprement dits. Je dois reconnaître que j'ai dû, suivant une expression un peu vulgaire, mettre de l'eau dans mon vin, et entr'ouvrir d'abord puis accepter ensuite à bras ouverts toutes ces productions des fabricants du dernier bateau qui ont créé ces enfants d'adoption dont raffolent maintenant grandes et petites dames.

Je me suis décidé à recevoir ces poupées dans le domaine de *Joujouville* parce que j'ai senti qu'il y avait là un effort considérable au point de vue artistique. Je ne me suis pas reconnu le droit de remonter le courant et de me mettre à la tête d'une nouvelle croisade contre cette transformation des mœurs, contre ce retour tout au moins inattendu aux plaisirs de l'enfance.

Il s'est créé un type spécial de poupée pour les gens qui aiment à s'amuser et à mener la vie joyeuse. Vous remarquerez, en effet, que c'est dans les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« music-halls » et dans les lieux de plaisir que s'est débité par douzaines, que dis-je, par grosses, par centaines de grosses, ce type de poupée aux grands yeux naïfs qui éclairent une figure poupine encadrée d'une véritable forêt de cheveux ébouriffés. Dans les restaurants de nuit, dans les endroits où l'on s'amuse, et plus encore à l'étranger qu'en France, on vend par quantité ces petits personnages en caoutchouc soufflé dont le type quelque

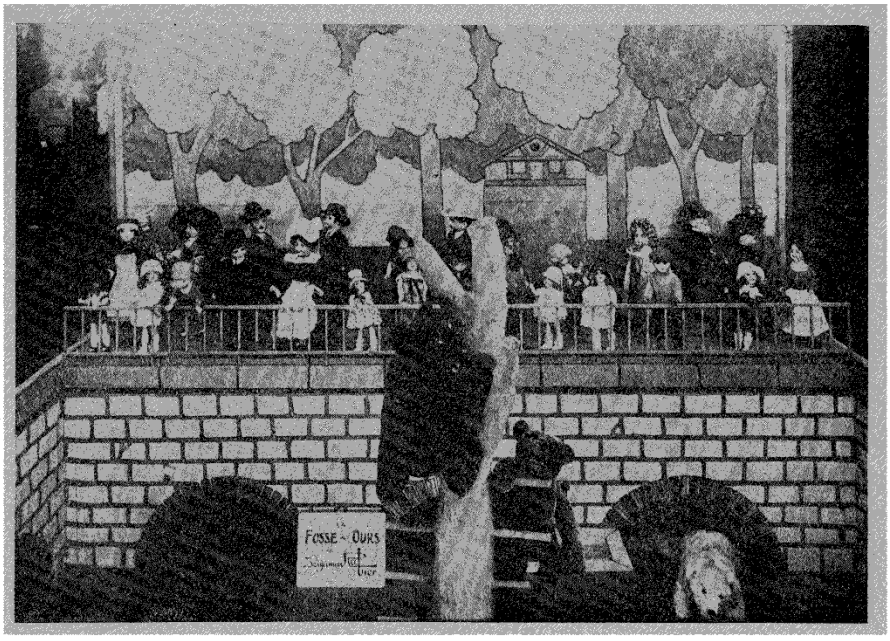


Fig. 5. — La Fosse aux Ours, par Benjamin Rabier, édité par la Société des Bébés et Jouets.

peu satanique a été dénommé je ne sais trop pourquoi : « Félix le chat ». Il y aurait dans ce nom une allusion, paraît-il, à un personnage de la pièce de Mirbeau intitulée « Les affaires sont les affaires ».

Mais c'est assez parlé de ces poupées pour grandes personnes dont le succès à notre sens, prouve un peu péniblement une certaine déviation du sens moral. Constatons plutôt avec joie la progression étonnante de l'industrie générale du jouet qui, depuis l'Exposition de Paris de 1900, a fait un bond véritablement prodigieux.

Dans la fabrication des poupées, il s'est produit une rénovation absolument complète par la fabrication des poupées en bourrée. Il y a environ 20 ans, une maison autrichienne, mais qui avait des attaches allemandes tout à fait évidentes, avait lancé dans la circulation ces petits personnages en étoffe

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dont les corps étaient entièrement garnis de fibre de bois bourrée à la main. Ces personnages étaient des caricatures, de grotesques réalisations d'une plaisanterie un peu lourde, un peu teutonne, si j'ose m'exprimer ainsi. C'est aux alentours de 1910 que certains fabricants français entreprirent de faire concurrence à l'industrie allemande; ils sont arrivés à un résultat infiniment supérieur, sous tous les rapports, à ce qui se faisait de l'autre côté du Rhin.

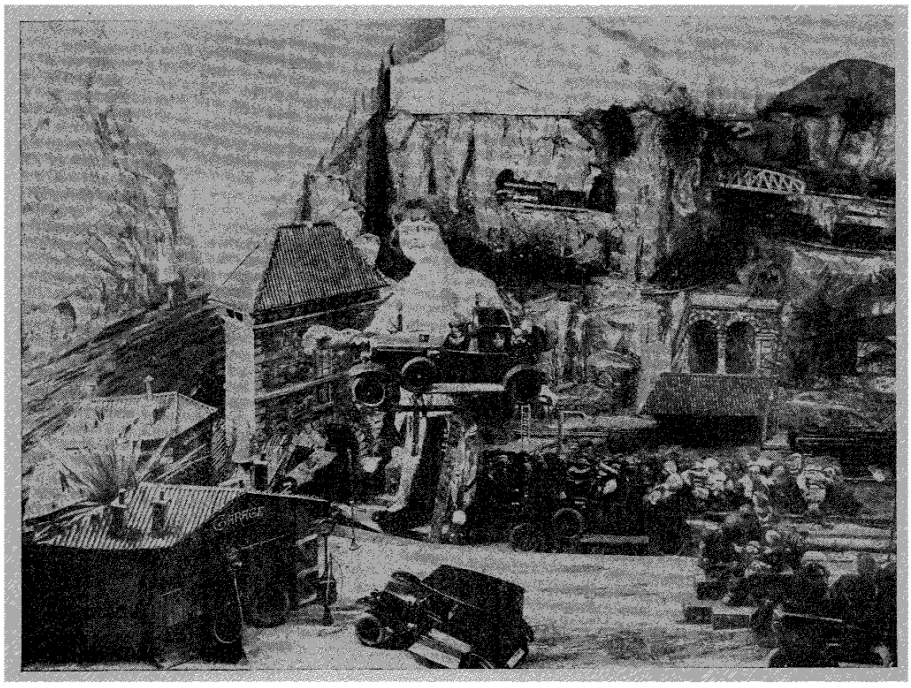


Fig. 6. — Les jouets mécaniques : automobiles et chemins de fer, édités par « Le Jouet de Paris », M. Bonnet directeur.

L'industrie du jouet métallique est en progression extrêmement sensible et les chemins de fer qui sortent des usines travaillant pour les enfants sont maintenant des merveilles de mécanisme et de correction dans leurs lignes.

Une matière qui a également fait particulièrement son chemin, c'est le celluloïd. Pendant de longues années, pour des raisons que nous n'avons pas à discuter ici, on a fait au celluloïd une guerre acharnée, exagérant à plaisir les dangers d'incendie qu'il pouvait occasionner. Les étrangers, surtout les Japonais, ont compris tout le profit que l'on pouvait tirer de cette matière si merveilleusement malléable et ils ont créé des usines qui, malgré les droits de douane, font une concurrence sérieuse à l'industrie parisienne.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le celluloïd, plus que toute autre matière peut-être, permet une production artistique très appréciable, car l'immense quantité d'épreuves tirées d'un même moule permet de faire les frais d'un modèle très soigné, établi par nos meilleurs artistes.

D'autre part, le jouet scientifique, qui n'existait pour ainsi dire pas il y a quelques années, prend maintenant un développement considérable. On reproduit d'une façon économique nos inventions les plus nouvelles, mettant

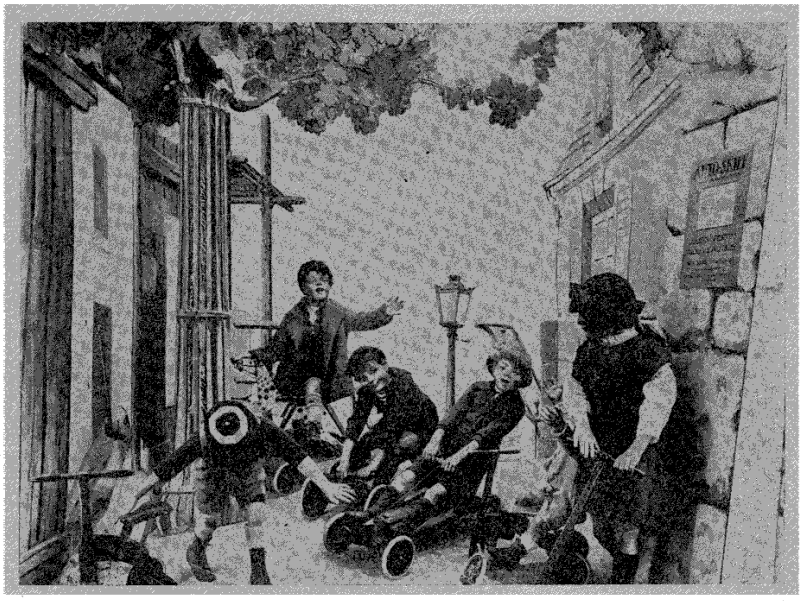


Fig. 7. — L'Auto-Skiff, par Poulbot, édité par la Manufacture d'Ameublement de Saint-Étienne.

ainsi les enfants à même de faire une sorte d'apprentissage qui les rendra, dans l'avenir, plus attentifs et plus adroits.

Une autre classe de jouets qui a également évolué, c'est le jouet sportif. On cherche maintenant à mettre entre les mains des enfants des jouets qui développent leurs muscles et leur adresse. En dehors des balles et des raquettes, tout ce qui de près ou de loin est un succédané de l'automobile jouit d'une vogue toujours croissante aux dépens, il est vrai, de l'antique cheval mécanique qui fit cependant la joie et l'admiration de notre enfance, hélas! déjà lointaine.

Il nous est difficile, dans les limites d'un exposé aussi court, de passer en revue toutes les branches dans lesquelles se manifeste l'ingéniosité des fabricants de jouets, car ce serait vouloir entreprendre l'étude de toute l'activité

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

humaine. Tout ce qui est exécuté pour les grandes personnes est immédiatement copié en réduction pour l'amusement des enfants. Le bois, sous toutes ses formes, est mis à contribution, tant pour la fabrication des mobiliers en miniature que pour les jeux utilisés soit pour les tout petits, soit pour les adultes. Les métaux, tels que l'aluminium, le cuivre, le fer, sont continuellement employés pour la reproduction de tout ce qui sert à la vie réelle. Le plomb, utilisé jadis simplement pour produire des armées dignes du royaume de Lilliput, est maintenant façonné en ronde bosse et sert à produire les sujets les plus variés et les plus intéressants.

Les automates sous toutes leurs formes sont devenus à l'ordre du jour; ils servent maintenant d'enseignes parlantes pour les expositions de fin d'année des grands magasins de nouveautés, et leur bon marché relatif a permis de les distribuer généreusement dans la classe aux ressources moyennes.

Nous sommes heureux de constater que le Village du Jouet a été une véritable révélation pour tous ceux qui s'intéressent à cette branche de l'industrie française. Le public a largement répondu aux efforts des industriels et la modeste enceinte du square Fabert n'avait jamais, certes, reçu, depuis sa création, un tel nombre de visiteurs. Pour donner une idée de la faveur avec laquelle le public a accueilli Joujouville, j'ajouterai simplement qu'à trois reprises différentes, le service des Parcs et Jardins de l'Exposition a dû refaire le sol qui s'était émietté et était parti en fine poussière entraîné par les pieds des visiteurs de tous genres qui se pressaient devant les minuscules baraques.

Si grand qu'ait été le succès de cette industrie, il ne faudrait cependant pas nous endormir sur nos lauriers. Nos fabricants se doivent à eux-mêmes de se souvenir de cette devise « Toujours plus haut »; il faut qu'ils progressent sans cesse, il faut que dans le monde entier on dise : C'est parfait, c'est un article incomparable puisque c'est un jouet français.

*
* *

Quel que soit le degré de perfection auquel est arrivé le jouet français, il ne faut cependant pas manquer de jeter un coup d'œil sur ce que font les nations voisines. La dernière exposition des Arts décoratifs a permis de se faire, sur ce point, une idée assez précise. Il y a trois nations qui se sont distinguées plus particulièrement dans la fabrication du jouet. Nous citerons en première ligne la *Tchécoslovaquie*, qui fabrique d'une manière vraiment industrielle du jouet. Ses productions ont bien le caractère naïf qui convient à ce genre d'article, et les verreries, si nombreuses dans ce pays, lui ont

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

permis d'intercaler dans le jouet l'usage de la perle dont elle a tiré souvent un très heureux résultat.

En second lieu il faut signaler la *Russie*, qui s'appelle maintenant l'U. R. S. S. (Union des Républiques Socialistes Soviétiques). Dans ce pays où tout devrait sembler être abandonné à l'initiative particulière, on rencontre un élément important, mais parfaitement canalisé : c'est l'art paysan, le travail des *koustari*. Les koustari ont trois centres de production : la Région de

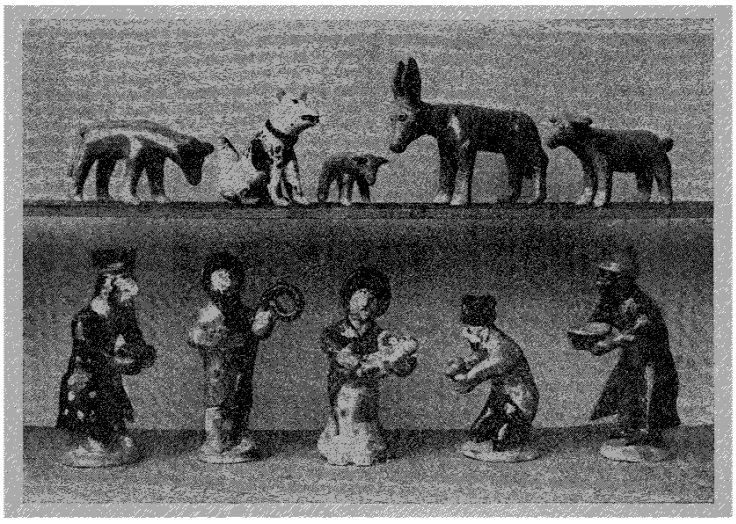


Fig. 8. — Jouets en bois peint exposés par la Section tchécoslovaque.

Serguiévo, le Gouvernement de Moscou et la région de Semenovskoé, dans le Gouvernement de Nijni-Novgorod, où l'on travaille plus spécialement le bois. Les jeux et jouets sont tout particulièrement fabriqués dans la région de Serguiévo.

Il ne faudrait pas se figurer que cet art paysan soit laissé à sa propre initiative et que chaque village fabrique à sa guise ce qui lui convient. Toute cette industrie est entre les mains de deux ou trois firmes très importantes ayant leur siège à Moscou. Le directeur de chacune de ces firmes possède à sa disposition une organisation très complexe d'inspecteurs qui vont dans les villages apporter les modèles et les outils, qui transmettent les commandes et font la cueillette de toute la production qui a été faite depuis leur dernier passage. Ils limitent les prix et le paysan russe se trouve être pour ces firmes un docile instrument sans qu'aucune initiative propre lui soit

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tolérée. Je me hâte d'ajouter que, dans tout ce qui a été exposé au Grand Palais, je n'ai guère vu que la répétition des modèles que j'avais rencontrés en Russie lors des différentes visites que j'y ai faites il y a une vingtaine d'années. Les koustari tournent leurs jouets, ils les sculptent et il les enluminent de couleurs vives souvent avec un réel bonheur.

Un peuple qui se distingue d'une façon tout à fait particulière surtout dans les poupées, ce sont nos voisins et amis les *Italiens*. Ils fabriquent des

Fig. 9. — Les poupées modernes pour enfants, présentées par Mme de Kasparek.

poupées en chiffons, bourrées de fibre, et ils réalisent ainsi de véritables merveilles; dans les expressions données aux figures, dans la coloration du visage, ils sont parvenus à donner à tous ces petits personnages un teint que nos plus élégantes doivent certainement envier.

L'Italie fabrique aussi du jouet en bois sculpté assez naïf mais d'une conception souvent fort originale.

Il existe encore un peuple grand producteur de jouets : c'est le *Japon*. Par une sorte de scrupule tout à fait en leur honneur, les Nippons n'avaient

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

voulu envoyer comme jouets à notre grande manifestation internationale que des pièces tout à fait hors pair et qui forcément ne représentaient pas la production commerciale et industrielle normale. Les Japonais nous avaient envoyé notamment ces merveilleuses figurines qui sortent une fois par an pour la fête des poupées. Mais ce sont plutôt des objets d'étagère que du jouet à proprement parler. Dans les vitrines de leur section, nous

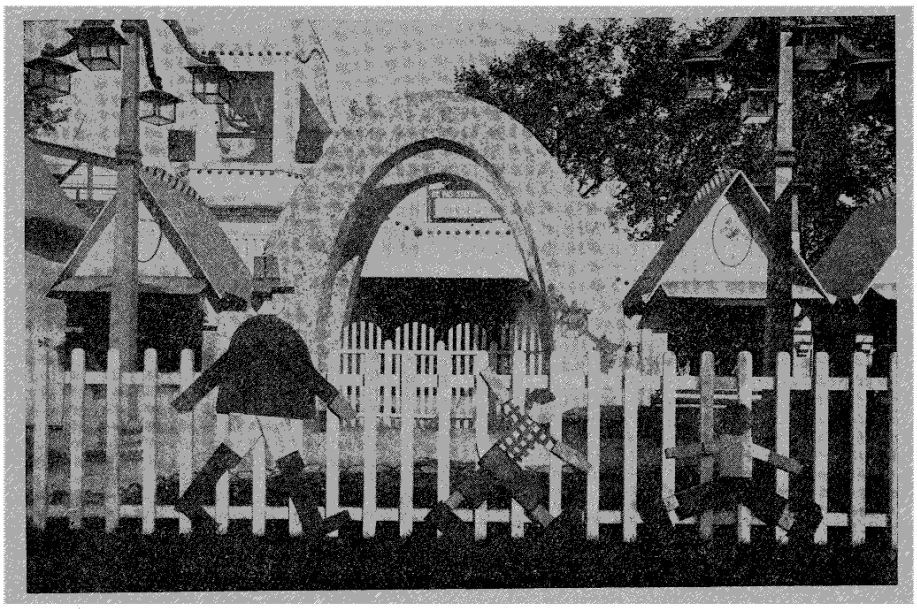


Fig. 10 — La Barrière du Garde-Champêtre et la porte latérale du « Village du Jouet ».

avons admiré de nombreuses figurines en porcelaine qu'ils ont cataloguées comme jouets, mais qui sont plutôt, à notre avis, de petits chefs-d'œuvre de céramique.

Comme on peut le voir par le rapide exposé que nous venons de faire, l'industrie du jouet est très en honneur chez les étrangers; chacun a sa spécialité dans laquelle il excelle. Mais nous pouvons affirmer sans crainte d'être démenti que c'est certainement en France que cette industrie atteint généralement le niveau le plus élevé. Le jouet français est spirituel, bon enfant et toujours il porte l'empreinte de ce merveilleux goût français qui le fait préférer à tous autres par les véritables amateurs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

COMITÉ DES CONSTRUCTIONS ET DES BEAUX-ARTS

SÉANCE DU 27 AVRIL 1926

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

La brique de pavage type U. S. A.

par

M. R. FERET,

membre du Conseil.

Dans une note insérée au *Bulletin* de la Société d'Encouragement de mai 1924, M. Bechmann, membre du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, a rendu compte d'une notice rédigée par la « Société de la Brique extra-dure » ayant son siège social à Paris, 61, avenue Victor-Emmanuel-III et son usine à Hydrequent, par Rinxent, Pas-de-Calais.

Cet opuscule relatait notamment l'immense développement pris aux États-Unis par l'emploi de briques spéciales pour le pavage des chaussées, les bons résultats fournis à l'usage depuis près de 30 ans par ces matériaux, à la condition qu'ils fussent mis en œuvre d'une manière judicieuse, les épreuves de laboratoire propres à déceler leurs qualités et divers essais pratiques dans lesquels ils s'étaient montrés supérieurs à maints autres procédés de revêtements de chaussées.

Depuis cette époque, après de nombreuses recherches et une étude approfondie de la question, la société a mis au point, dans son usine d'Hydrequent, la fabrication de produits similaires, qu'elle a lancés récemment sur le marché français. Se basant sur les excellents résultats pratiques obtenus en Amérique, elle s'est efforcée d'obtenir des matériaux aussi identiques que possible à ceux qui avaient déjà fait leurs preuves. A cet effet, dans un laboratoire parfaitement outillé, elle a journellement soumis ses produits aux divers essais normaux fixés par l'American Society for Testing Materials, et elle déclare qu'actuellement ils satisfont régulièrement à toutes les prescriptions officielles américaines.

Le principe de la fabrication consiste à employer une argile de composition bien définie, à fondant surtout ferrugineux, donner à la pâte une granulation constante et une consistance qui ne soit ni trop sèche ni trop molle, mouler les briques à la filière sans les represser, les plus grandes faces, coupées au fil et moins lisses, devant être les faces d'usure, les sécher lentement avant l'enfournement, enfin les cuire à un degré tel que seules les particules les plus fines du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mélange commencent à entrer en fusion, se soudant avec les plus gros grains, restés à peu près entiers. De la sorte, la brique s'use, sous le trafic, en présentant toujours une surface rugueuse, alors qu'un excès de cuisson aurait pour effet de donner une matière plus ou moins vitrifiée, fragile, à cassure conchoïdale et à faces glissantes, même après usure partielle.

Après diverses prospections, M. F. Wattebled, membre de la Société d'Encouragement et jadis distingué par elle pour des études sur la combustion dans les fours de l'industrie céramique, a trouvé une carrière dont l'argile satisfait pleinement aux conditions requises, et c'est là qu'il a établi son usine. Secondé par M. F. Carini, ingénieur-chimiste, il dirige la fabrication dans un esprit nettement scientifique, et sa connaissance approfondie de la question permet d'espérer que le succès couronnera ses efforts.

Toutefois, la bonne tenue de ces sortes de pavages ne dépend pas seulement de la qualité des briques. Elle est non moins fortement influencée par les conditions dans lesquelles est établie la base sur laquelle on doit asseoir celles-ci, les soins apportés à la pose et la nature des joints. Ceux au sable ont été abandonnés et l'on recourt le plus souvent à du mortier de ciment et surtout à des coulis asphaltiques.

Quelques applications d'essai ont été faites l'année dernière sur diverses routes du Pas-de Calais : 850 m² à Brebières, 650 à Saint-Pol, 2.000 à Calais; d'autres aux abords d'établissements industriels employant des camions lourdement chargés; une aussi à Paris, quai de la Rapée, à l'entrée du pont d'Austerlitz. Leur durée de service est encore trop courte pour qu'on puisse formuler aucune conclusion nette et définitive. De nouvelles sections, plus importantes, doivent être construites d'ici peu. Il sera intéressant de suivre attentivement les unes et les autres, surtout si les prix des nouveaux matériaux et de leur mise en œuvre leur permettent de concurrencer avantageusement les divers autres modes de revêtement des chaussées modernes, expérimentés aujourd'hui en de nombreux points du territoire.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

Production, condensation de la vapeur, par M. E. SAUVAGE, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers. Un vol. (23 × 15 cm) de l'*Encyclopédie de mécanique appliquée*, de 366 p., avec 303 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1923 (Prix : 45 f).

Nous avons de temps à autre la bonne fortune de voir paraître sous la plume de M. Edouard Sauvage, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, des livres ou d'importants articles présentant la mise au point des questions techniques relatives aux appareils à vapeur. La sûreté de la documentation, la clarté des idées et du style, une parfaite rectitude scientifique sans pédanterie ni fatras de formules, l'abondance des figures, font de chacune de ces publications un mémorial aussi attrayant qu'instructif.

Chacun connaît la *Revue de l'état actuel de la construction des machines*, insérée aux *Annales des Mines* en 1890-91 (8e série, tomes XVII, XVIII et XX); la *Revue de la construction des machines en l'an 1900*, donnée en 1901 dans le même recueil (9e série, tomes XIX et XX); les ouvrages intitulés *La machine à vapeur* (deux volumes, 1896), *Les divers types de machines à vapeur* (2e édition en 1904), *Manuel de la machine à vapeur* (1905, 3e édition en 1924), *La machine locomotive* (1894, 7e édition en 1923).

Le livre le plus récent de M. Sauvage, dans le même ordre d'idées, est un volume des 350 pages sur la *production* et la *condensation de la vapeur*, qui fait partie de l'Encyclopédie de Mécanique appliquée publiée sous la direction de M. L. Lecornu, de l'Institut.

L'ordre de l'exposé et les divisions de l'ouvrage sont conformes à la nature du sujet et à la tradition didactique. D'abord un résumé des propriétés de la vapeur d'eau; de brèves indications sur les combustibles servant à la production de la vapeur, leurs méthodes d'essai, leur conservation et leur manutention. Puis un exposé général des conditions de production de la chaleur dans les foyers des divers systèmes, de sa transmission à l'eau, de son utilisation pour le réchauffage de celle-ci, pour la surchauffe de la vapeur, pour le pré-chauffage de l'air comburant. Vient ensuite la description des principaux types de chaudières, des économiseurs, des surchauffeurs, des réchauffeurs. Les eaux d'alimentation, leur épuration, leur dégazage, leur réchauffage au moyen de vapeur; les appareils de sûreté; la tuyauterie et ses accessoires, ainsi que les compteurs de vapeur; les essais des générateurs de vapeur, leur entretien, leur nettoyage : tel est le sommaire des chapitres subséquents. Après quoi des renseignements sont donnés sur les causes d'accidents et sur les prescriptions réglementaires, telles du moins qu'elles se comportaient avant le décret tout récent du 2 avril 1926. Voilà pour la première partie de l'ouvrage, con-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sacrée à la production de la vapeur. Dans la seconde partie, qui traite de la condensation, on trouve en premier lieu des généralités sur l'historique et l'utilité de cette transformation inverse, non moins intéressante que l'autre, et sur la division des procédés de condensation en deux catégories, par mélange ou par surface. Ensuite sont successivement décrits les condenseurs à mélange, avec leurs dispositifs d'extraction d'eau et d'extraction d'air (pompes alternatives, pompes rotatives, appareils à jet), et les condenseurs à surface, avec des précisions sur leur mode de fonctionnement, leurs types principaux et les dispositions susceptibles de donner à leur rendement une valeur particulièrement élevée.

Toutes les parties de ce vaste et double sujet sont ainsi passées en revue dans l'ordre classique. Mais, à propos de chacune d'elles, que de nouveautés par rapport à la technique d'il y a quinze ou vingt ans! On utilise des pressions allant couramment, dans les grandes installations modernes, jusqu'à l'ordre de grandeur de 20 ou de 25 kg : cm², sans parler des essais, dont il serait prématuré de parler, et qui ont pour objectif l'utilisation éventuelle de pressions encore beaucoup plus élevées. Des soins plus éclairés qu'autrefois sont donnés au choix des combustibles. Les foyers à grille, avec chargement à la main, font place, dans les installations importantes, aux grilles mécaniques ou aux foyers à charbon pulvérisé. Les procédés de tirage artificiel se perfectionnent et se répandent, et le tirage est étudié rationnellement, notamment sous la forme du tirage équilibré. On contrôle, au moyen d'appareils perfectionnés et au grand profit de l'économie de combustible, la marche du tirage et de la combustion. Les chaudières aquatubulaires prennent une place qui tend à devenir prédominante dans la grande industrie, et leurs types les plus récents ont une physionomie toute spéciale avec leurs faisceaux vaporisateurs verticaux ou presque verticaux; dans certains établissements, leur importance unitaire, caractérisée par une surface de chauffe qui est souvent de l'ordre de grandeur de 500 m² ou même davantage, allant en certains cas jusqu'à plus de 2.000 m², dépasse tout ce qu'on aurait imaginé autrefois. La surchauffe est d'une utilisation de plus en plus générale. La pureté des eaux d'alimentation, résultant non seulement de l'emploi des condenseurs à surface et des soins donnés au déshuilage de l'eau de condensation, mais encore de l'épuration et du dégazage de l'eau d'appoint, place les générateurs dans des conditions toutes nouvelles en ce qui touche l'entretien. D'autre part, dans l'art de la condensation, que de perfectionnements récents d'une importance capitale, en particulier ceux qui furent le fruit des inventions de Maurice Leblanc! Le *vacuum increaser* de Parsons, les extracteurs à jets étagés Westinghouse-Leblanc, l'*éjectair* Bréguet dû à M. Delaporte, parviennent à réduire la contre-pression à une valeur infime, assurant ainsi aux turbines à vapeur le maximum de rendement.

Le livre de M. Sauvage, d'un caractère surtout descriptif et d'une étendue limitée, n'a pu entrer dans les détails de tous ces perfectionnements. Mais il les indique, les précise par des figures bien choisies et donne ainsi de l'état actuel de la technique de la vapeur un résumé clair, simple, et marqué au coin de la prudence de jugement qui caractérise et honore l'auteur.

WALCKENAER.

Céréales, par MM. C.-V. Garola, ancien directeur des Services agricole d'Eure-et-Loir, ancien directeur de la Station agronomique de Chartres, et P. Lavallée, directeur technique de l'École supérieure d'Agriculture d'Angers. 5e édition,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2 vol. (19 × 12 cm) de l'*Encyclopédie agricole* publiée sous la direction de M. G. Wery, de 288 p. avec 75 fig. et 439 p. avec 186 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1925.

Les travaux de Garola sont connus et appréciés de tous les agriculteurs. Les recherches au laboratoire, et dans les fermes expérimentales, qu'il avait organisées en Eure-et-Loir, lui avaient donné une autorité toute particulière pour traiter les questions : engrais et production des céréales. Aussi son ouvrage sur les céréales obtint-il le plus grand succès. Une nouvelle édition devint rapidement nécessaire. Mais à la mort prématurée de Garola, il fallut trouver le savant et le praticien qui pût continuer son œuvre ; très heureusement M. Lavallée, Ingénieur-agronome, directeur technique de l'École supérieure d'Agriculture d'Angers, fut choisi et nous avons aujourd'hui en deux volumes l'édition nouvelle attendue, de l'ouvrage de Garola, complètement mise au point, en tenant compte des dernières données acquises. La parfaite connaissance des questions agricoles, et tout ce qui concerne notamment la production des céréales, acquise par M. P. Lavallée à la suite d'années déjà longues de minutieuses observations culturales, à la suite de longues années d'enseignement qui l'ont obligé à une grande clarté dans l'exposition des sujets traités, explique les qualités exceptionnelles de ce livre, que tous les agriculteurs ont intérêt à avoir et à souvent consulter.

HENRI HITIER.

Les professions agricoles. Ce qu'elles sont. Comment s'y préparer. Comment y réussir, par M. JEAN PONSARD, Ingénieur-agronome. Un vol. (19 × 12 cm) de XIV + 389 p. Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, 26, rue Jacob (6e). (Prix 12 f).

Préface.

Voici un livre qui est appelé à rendre de grands services, un livre qu'un père de famille soucieux de l'avenir de ses fils devra lire et consulter, qu'il lira et consultera toujours avec profit. C'est au fond un livre très simple, mais dont la caractéristique semble bien être le bon sens et la logique avec lesquels sont successivement examinées les questions. Enfin, ce livre renferme une mine de renseignements précis et complets qu'on ne saurait trouver nulle part ailleurs.

M. Ponsard a voulu avant tout faire œuvre utile, il y a pleinement réussi. En dehors de la classe des familles proprement terriennes, adonnées de longue date à l'agriculture, combien aujourd'hui y en a-t-il d'autres, en France, chez lesquelles on pense pour un fils, pour une fille même, à la carrière agricole, parce que le jeune homme, la jeune fille, paraissent marquer un goût prononcé pour cette carrière, parce qu'aussi, comme l'observe très justement M. Ponsard, le cataclysme mondial que nous avons subi a attiré l'attention de beaucoup de personnes, qui avant ne s'en rendaient pas compte, sur la valeur de l'agriculture, sur son rôle essentiel dans la vie d'une nation, sur les profits que, somme toute, sont en droit d'en retirer ceux qui s'y adonnent, en raison des services rendus et du travail fourni.

Seulement, combien de pères de famille, de jeunes gens ayant l'idée d'embrasser la carrière agricole, ignorent, hélas ! tout de l'agriculture ou — ce qui est singulièrement plus grave et plus dangereux — se font des idées erronées sur l'agriculture et le métier d'agriculteur : aptitudes physiques, intellectuelles, morales indispen-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sables, grandeur des capitaux à engager dans une entreprise agricole, risques inhérents à la profession, aléas à prévoir, etc., etc. Combien aussi ignorent les carrières que M. Ponsard classe sous la rubrique de carrières annexes de l'agriculture qui, souvent, permettent à des jeunes gens que le manque de capitaux, par exemple, empêche d'être à la tête d'une ferme, de donner cependant libre cours à leur activité dans le sens souhaité comme officiers des Haras, des Eaux et Forêts, ingénieurs du Génie rural, professeurs d'agriculture, experts, géomètres, etc., etc.

Une simple énumération des différentes parties de l'ouvrage de M. Ponsard donne déjà une impression de la clarté avec laquelle l'auteur expose l'ensemble des questions qu'il a entrepris de traiter.

La première partie est consacrée aux *carrières agricoles proprement dites*. Et, d'abord, M. Ponsard, en observateur avisé et en homme ayant vécu ce dont il parle, nous définit le métier d'agriculteur, puis les aptitudes physiques, intellectuelles et morales requises, les avantages et les inconvénients du métier, le rôle des capitaux en agriculture, la préparation au métier de cultivateur. L'agriculture comporte des branches multiples, l'exploitation d'une ferme à céréales et prairies avec élevage du bétail peut être qualifiée d'agriculture non spécialisée, tandis qu'au contraire, la viticulture, l'horticulture, l'aviculture, etc., se rangent dans l'agriculture spécialisée. Pour chacune de ces diverses branches, M. Ponsard nous indique quels en sont les caractères spéciaux, les conditions de réussite, l'instabilité plus ou moins grande des bénéfices à prévoir.

Dans une seconde partie, l'auteur nous décrit les *carrières agricoles aux colonies* avec même bon sens et logique dans l'exposé du sujet. Après avoir mis en lumière quelques points caractéristiques d'ordre général : genre de vie, exigences du métier de colon, voie à suivre pour se créer une situation, il passe en revue nos différentes colonies avec leurs cultures et leurs élevages, les conditions d'installation du colon, les modes de concession, d'acquisition des terres et indique les agences et offices français auxquels s'adresser pour tous renseignements.

Les *carrières annexes de l'agriculture* : carrières administratives et situations privées comme celles de vétérinaire, d'inspecteur du crédit foncier, d'agent dans les différents services des associations agricoles, dans les services commerciaux des compagnies de chemins de fer, etc., sont étudiées dans une troisième partie : conditions requises pour l'admission dans ces carrières, écoles à suivre, examens à passer, traitements, etc.

Les *carrières offertes par l'industrie et le commerce agricoles* font l'objet de la quatrième partie de l'ouvrage.

La cinquième est consacrée aux *carrières agricoles féminines*. Une jeune fille ou une jeune femme disposant de capitaux peuvent-elles prétendre à exploiter elles-mêmes? Dépourvues de ressources trouvent-elles facilement un emploi honorable dans l'agriculture ou dans l'une de ses branches? Les réponses sont aussi franches que les questions nettement posées.

Enfin, la sixième partie de l'ouvrage, très développée, a pour titre : *l'enseignement agricole*. Après une vue d'ensemble sur l'état actuel de l'enseignement agricole en France, M. Ponsard a réuni dans les chapitres de cette dernière partie tous les renseignements qu'on peut souhaiter avoir sur les établissements d'enseignement public et privé. Il n'y a peut-être pas une école d'agriculture, depuis l'Institut national agronomique de Paris jusqu'à la plus petite ferme-école d'une de nos cam-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pagnes, qui ne soit signalée avec le lieu de son siège, la nature de son enseignement, le régime, les conditions d'admission, etc. Il n'y a pas une forme d'enseignement temporaire ou par correspondance qui ne soit expliquée. Une liste par départements des écoles et établissements d'enseignement public et privé, cités dans cet ouvrage, complète cette sixième partie.

Ainsi œuvre vraiment utilitaire, tel apparaît, nous le répétons, le caractère que M. Ponsard a voulu donner et a réussi à donner à son livre. Nous devons l'en remercier vivement parce qu'il attirera à la terre et à l'agriculture des bonnes volontés, des énergies, des capitaux, des intelligences, des forces qui eussent autrement pu être perdues, ou qui risquaient de prendre une mauvaise voie.

Nos remerciements doivent aller aussi à la Librairie agricole qui a entrepris la publication de cet ouvrage. Auteur et éditeurs, une fois de plus, auront bien servi l'agriculture.

HENRI HITIER.

L'annuaire industriel. Répertoire analytique général de l'industrie suivant la classification de MM. PERNET, GENSEL et THIRION. 2e éd. 1925, 3 vol. (28 × 22 cm). Paris, Société d'Éditions documentaires industrielles, 35, avenue des Champs-Élysées et 29, rue de Marignan (8e).

Cet ouvrage comprend trois gros volumes, sans trop d'annonces encombrantes, et représente un travail considérable, établi sur un plan de classification entièrement nouveau, basé sur une méthode rationnelle, et dans lequel la classification alphabétique n'est employée que dans chaque question particulière. Ceci permet au lecteur d'effectuer plus rapidement la recherche véritablement scientifique des matières qui l'intéressent, et cela, sans pagination, et seulement par la nomenclature logique de ces matières.

C'est pourquoi le premier volume, l'index, est entièrement consacré à cette nomenclature, et constitue, à lui seul, une énorme table des matières, comprenant la classification proprement dite, les notices, et une table alphabétique résumant l'ensemble.

Le second et le troisième volumes traitent en détail des diverses industries et arrivent ainsi à présenter en 612 articles : l'un, tout ce qui concerne les mines, les carrières, le bâtiment, et les travaux publics, en 295 articles; l'autre, le mobilier, le ménage, les services techniques de l'État, des départements et des communes, en 317. Chacune des grandes tranches de l'industrie est accompagnée d'une table alphabétique.

Ainsi un ordre logique règne dans la répartition des sujets et des producteurs industriels, ce qui donne au lecteur de très grandes facilités de recherches.

Et c'est un ordre rationnel, comme il est dit plus haut, comprenant cinq grandes divisions comportant un nombre restreint de catégories. Ces divisions groupent successivement : l' « extraction » et la « récolte » des matières premières proprement dites; — la « transformation » ou le « traitement » de ces matières pour obtenir des produits semi-ouvrés ou finis; — la « destination » de ceux-ci comme produits de consommation directe pour les besoins humains : alimentation, habillement, logement, etc.; — la « transformation de l'énergie et l'outillage mécanique »; — enfin « l'organisation et l'administration » de l'industrie par le facteur humain (écoles, banques, assurances, etc.).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En outre, dans chacune de ces grandes divisions, les industries sont exposées successivement et analytiquement, suivant l'ordre normal des diverses opérations à effectuer, en chapitres et sous des titres appropriés, désignant les produits obtenus, le matériel ou les fournitures nécessaires à leur fabrication. On a ainsi rapidement une vue d'ensemble de chaque industrie spéciale.

Enfin, une double documentation, fournie par des répertoires des industriels, classés suivant la profession ou la fabrication, et des raisons sociales, avec des notices monographiques ; leurs adresses s'y trouvent, bien entendu.

Ces notices sont données en six langues, ce qui forme une contribution importante visant les consommateurs de l'extérieur, en vue de contribuer au plus grand développement de l'expansion française.

Des cartes nombreuses d'ordre économique illustrent l'ouvrage.

Cette deuxième édition a permis de développer le plan établi dans la précédente, l'améliorant et le complétant.

Pour faire les recherches utiles, l'ouvrage, dans chacune de ses cinq grandes divisions, porte des numéros par catégories et une deuxième numérotation pour les subdivisions, lesquelles se répartissent à leur tour en articles, mais sans nouvelle numérotation. Ainsi chaque subdivision correspond à une spécialité et chaque article à une espèce. Finalement, à la table de chacun des trois volumes, chaque espèce ou chaque article est repéré par deux chiffres séparés par un trait d'union, qui permettent de trouver aussitôt le texte correspondant dans le volume considéré.

On ne peut donc qu'applaudir à cet essai intéressant de rénovation en matière d'annuaires industriels, qui permet de procéder à une étude d'une façon méthodique, scientifique et rationnelle. Cet ouvrage paraît donc destiné à rendre les plus grands services, en même temps qu'à servir puissamment l'expansion française en développant dans le monde entier le rayonnement du génie français.

J. M. BEL.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE
EN AVRIL 1926.

EYER (PH.). — **Installation et aménagement d'une émaillerie.** Traduit sur la 2e édition allemande par MARCEL THIERS. In-8 (21 × 13) de VIII + 95 p., 76 fig. Paris, Dunod, 1926. **17100**

CAMBON (VICTOR). — **La fabrication des colles et gélatines.** Traitement industriel des animaux abattus. 2e éd. In-8 (21 × 13) de VI + 270 p., 49 fig. Paris, Dunod, 1923. **17101**

GREBEL (A.) et BOURON (H.). — **Gaz et cokes.** Manuel de la fabrication et de l'utilisation des gaz de distillation et des autres gaz industriels, des cokes et des sous-produits de la houille. In-8 (25 × 16) de VI + 700 p., 323 fig. **Bibliographie**, p. 670-671. Paris, Dunod, 1924 (*Don des auteurs*). **17102**

PASSAGEZ (ALBERT). — Les grands problèmes de paix et de guerre. — **L'azote et le pétrole.** Engrais et explosifs. Pétrole, alcool et houille. Les travaux de M. Georges Claude. In-8 (23 × 15) de XV + 176 p., 3 fig. Bruxelles, Agence Dechenne; Paris, Gaston Doin, 1924 (*Don de l'auteur*). **17103**

BISCHOF (CARL). — **Les argiles réfractaires.** Matières premières et leur emploi dans l'industrie des produits réfractaires. 4e édition allemande revue et remaniée par K. JACOB et E. WEBER. Traduction par A. SCHUBERT. In-8 (24 × 16) de IX + 414 p., 114 fig. Paris, Dunod, 1926 (*Don de M. A. Schubert, membre de la Société*). **17104**

GUEIDON (J.-P.). — **Réparation, montage et réglage des instruments de pesage usuels.** Manuel pratique à l'usage des ouvriers balanciers. In-8 (21 × 13) de VII + 190 p., 171 fig. Paris, Dunod, 1926. **17105**

MOLINARI (ETTORE). — **Chimie générale et industrielle.** 4e édition revue et augmentée. Traduit de l'italien par B. DE VIVIÈS et MARCEL AMIC. Tome V : *Chimie organique. Série forménique (suite). Série cyclique.* In-8 (25 × 16) de 793 p., 253 fig., I planche en couleurs. Paris, Dunod, 1926. **17106**

MAURER (P.). — **Appareillage électrique** (École d'électricité et de mécanique industrielles). In-8 (24 × 15) de VI + 317 p., 198 fig. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1926. **17107**

Les problèmes agricoles traités par les Ingénieurs-agronomes. In-8 (25 × 16) de 128 p. Paris, Association amicale des anciens élèves de l'Institut national agronomique (Ingénieurs-agronomes), 5, quai Voltaire (7e), 1926 (*Don de l'Association des anciens élèves de l'Institut national agronomique*). **17108**

PONSARD (JEAN). — **Les professions agricoles.** Ce qu'elles sont. Comment s'y préparer. Comment y réussir. Préface de M. HENRI HITIER. In-12 (19 × 12) de XIV + 389 p. Paris, Librairie agricole de la Maison rustique. **17109**

APPELL (PIERRE). — **Les économies de combustibles. Combustibles inférieurs et de remplacement.** (*Encyclopédie Léauté, 2e série*). In-12 (19 × 13) de V + 203 p., 45 fig. **Bibliographie**, p. 185-190. Paris, Gauthier-Villars et Cie; Masson et Cie, 1926. **17110**

Don de M. P. Fourmarier.

LOHEST (M.) et FOURMARIER (P.). — **L'évolution géographique des régions calcaires** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XXX, *Mémoires*). In-8 (24 × 17)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de 30 p., 10 fig., I planche en couleurs. **Bibliographie**, p. 29-30. Liége, Imp. H. Vaillant-Carmanne, 1903. **Pièce 13032**

FOURMARIER (P.). — **Esquisse paléontologique du bassin houiller de Liége** (Extrait des *Publications du Congrès international des mines, de la métallurgie, de la mécanique et de la géologie appliquée.* (Section de géologie appliquée). *Liége, 25 juin-1er juillet 1905*). In-8 (24 × 16) de 15 p., I pl. Liége, 1905. **Pièce 13033**

FOURMARIER (P.). — **La structure du massif de Theux et ses relations avec les régions voisines** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XXXIII, *Mémoires*). In-8 (25 × 16) de 32 p., 2 fig., III pl. en couleurs. Liége, 1906. **Pièce 13034**

FOURMARIER (P.). — **Les calcaires dévoniens de l'Ardenne belge** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XXXIV, *Mémoires*). In-8 (24 × 16) de 26 p., 2 fig., I pl. Liége, 1907. **Pièce 13035**

FOURMARIER (P.). — **Le cours de la Meuse aux environs de Huy** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XXXIV, *Mémoires*). In-8 (24 × 16) de 20 p., 7 fig., I pl. en couleurs. Liége, 1907. **Pièce 13036**

FOURMARIER (P.). — **La structure du bord nord du bassin de Dinant entre Wépion s/ Meuse et Fosse** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XXXV, *Mémoires*). In-8 (24 × 16) de 28 p., 2 fig., II pl. en couleurs. Liége, 1908. **Pièce 13037**

Compte rendu de la session extraordinaire de la Société géologique de Belgique tenue à Eupen et à Bastogne les 29, 30, 31 août, 1, 2, et 3 septembre 1908, par M. LOHEST (Vielsalm), X. STAINIER (environs de Bastogne) et P. FOURMARIER (La Helle et séances). (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XXXV, *Bulletin*). In-8 (24 × 16) de 86 p., 12 fig. Liége, 1909. **Pièce 13038**

LOHEST (M.) et FOURMARIER (P.). — **Observations sur une poche de dissolution dans le calcaire carbonifère à Rouvreux** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XXXVI, *Bulletin*). In-8 (24 × 16) de 6 p., 3 fig. Liége, 1909. **Pièce 13039**

FOURMARIER (P.). — **Sur la structure de la partie méridionale du bassin houiller de Herve** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XXXVII, *Mémoires*). In-8 (24 × 16) de 18 p., II pl. Liége, 1910. **Pièce 13040**

FOURMARIER (P.). — **Note sur la géologie des environs de La Rochette** (Chaudfontaine) (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XXXVII, *Bulletin*). In-8 (24 × 16) de 10 p., 3 fig. Liége, 1910. **Pièce 13041**

FOURMARIER (P.) et STAINIER (X.). — **Un niveau marin dans le houiller supérieur du bassin du Centre** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XXXVIII, *Bulletin*). In-8 (24 × 16) de 9 p. Liége, 1911. **Pièce 13042**

FOURMARIER (P.). — **Les résultats des recherches par sondages au sud du bassin houiller de Liége** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XXXIX, *Mémoires*). In-8 (24 × 16) de 101 p., 10 fig., II pl. Liége, 1913. **Pièce 13043**

FOURMARIER (P.). — **Sur la présence de poudingue dans le houiller inférieur H1a** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XL, *Bulletin*). In-8 (24 × 16) de 4 p. Liége, 1912. **Pièce 13044**

FOURMARIER (P.). — **Les phénomènes de charriage dans le bassin de Sambre-Meuse et le prolongement du terrain houiller sous la faille du Midi dans le Hainaut** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XL, *Bulletin*). In-8 (24 × 16) de 45 p., 10 fig., V pl. Liége, 1913. **Pièce 13045**

FOURMARIER (P.). — **Observations sur la structure de la crête silurienne du Condroz, dans sa partie occidentale** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XLI, *Bulletin*). In-8 (24 × 16) de 21 p., 4 fig. Liége, 1914. **Pièce 13046**

FOURMARIER (P.). — **La poussée calédonienne dans le massif siluro-cambrien du Brabant** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XLI, *Bulletin*). In-8 (24 × 16) de 15 p., 10 fig. Liége, 1914. **Pièce 13047**

FOURMARIER (P.). — **Observations géologiques dans la vallée de la Malagarasi** (Afrique

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

orientale allemande) (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique* (Publications relatives au Congo Belge et aux régions voisines, année 1913-1914). In-8 (24 × 16) de 22 p., 14 fig., 1 pl. en couleurs, Liége, 1914. **Pièce 13048**

FOURMARIER (P.). — **Le bassin charbonnier de la Lukuga.** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique* (Publications relatives au Congo Belge et aux régions voisines, année 1913-1914). In-8 (24 × 16) de 158 p., 48 fig., VII pl. Liége, 1916. **Pièce 13049**

FOURMARIER (P.). — **Étude comparative des formations post-primaires de la Malagarasi** (Afrique orientale), **de la Lukuga et des autres régions du Katanga** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique* (Publications relatives au Congo belge et aux régions voisines), T. XLII (1re livraison). In-8 (24 × 16) de 14 p., 1 fig. Liége, 1919. **Pièce 13050**

FOURMARIER (P.). — **Le lambeau de poussée de Kinkempois** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XLII, *Bulletin*). In-8 (24 × 16) de 8 p., 1 fig. Liége, 1919. **Pièce 13051**

FOURMARIER (P.). — **Observations sur le prolongement oriental de la faille du Carabinier** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XLII, *Bulletin*). In-8 (24 × 16) de 11 p., 3 fig. Liége. 1920. **Pièce 13052**

FOURMARIER (P.). — **La géologie du pays de Liége** (Extrait de *Liége, capitale de la Wallonie*, ouvrage édité à l'occasion du 48e Congrès de l'A. F. A. S.). In-8 (21 × 12) de 48 p., 10 fig. Liége, G. Thone 1924. **Pièce 13053**

FOURMARIER (P.). — **Étude du calcaire carbonifère du N.-E. du bassin de Namur et de la tectonique des environs de Chèvremont.** Compte rendu de la Session extraordinaire de la Société géologique de Belgique, tenue à Liége du 20 au 23 septembre 1919 (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XLII, *Bulletin*). In-8 (24 × 16) de 36 p., 2 fig. Liége, Imp. H. Vaillant-Carmanne, 1921. **Pièce 13054**

FOURMARIER (P.). — **A propos de la faille des Aguesses** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XLIII, *Bulletin*). In-8 (24 × 16) de 19 p., 2 fig. Liége, 1920. **Pièce 13055**

FOURMARIER (P.). — **Rapport sur une Étude sur les failles du bassin houiller belge dans la région de Charleroi**, par RENÉ CAMBIER (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XLIII, *Mémoires*). In-8 (24 × 16) de 9 p. Liége, 1921. **Pièce 13056**

FOURMARIER (P.). — **Sur la géologie de Horion-Hozémont** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XLIII, *Bulletin*). In-8 (24 × 16) de 9 p., 1 fig. Liége, 1920. **Pièce 13057**

FOURMARIER (P.). — **Observations sur le prolongement des failles du bassin du Hainaut sous le massif charrié du Midi** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XLIII, *Bulletin*). In-8 (24 × 16) de 15 p., 4 fig. Liége, 1920. **Pièce 13058**

FOURMARIER (P.). — **L'influence des mouvements du sol en Belgique pendant la période paléozoïque** (Extrait de la *Revue universelle des mines*, 6e série, T. VII, n° 2 du 15 octobre et n° 4 du 15 novembre 1920). In-8 (24 × 16) de 53 p., 8 fig. Liége, 1920. **Pièce 13059**

FOURMARIER (P.). — **A propos de la structure du terrain houiller au nord de Huy** (Note préliminaire) (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XLIV, *Bulletin*). In-8 (24 × 16) de 5 p. Liége, 1921. **Pièce 13060**

FOURMARIER (P.) et DEVLETIAN (M.). — **Observations préliminaires sur la teneur en soufre des charbons** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XLIV, *Bulletin*). In-8 (24 × 16) de 10 p. Liége, 1922. **Pièce 13061**

FOURMARIER (P.). — **Échantillons de sels potassiques d'Alsace** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XLIV, *Bulletin*), In-8 (24 × 16) de 6 p. Liége, 1922. **Pièce 13062**

FOURMARIER (P.). — **Observations géologiques au Djebel Slata et au Djebel Haimame**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

(Tunisie centrale). (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XLV, *Mémoires*) In-8 (24 × 16) de 32 p., 6 fig., I pl. en couleurs. Liége, 1922. **Pièce 13063**

FOURMARIER (P.). — **A propos des dépôts caillouteux des plateaux des environs de Liége** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XLVI, *Bulletin*). In-8 (24 × 16) de 5 p. Liége, 1923. **Pièce 13064**

FOURMARIER (P.). — **Sur un type particulier de gîte filonien** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XLVI, *Bulletin*). In-8 (24 × 16) de 7 p. Liége, 1923. **Pièce 13065**

FOURMARIER (P.). — **Un sol de végétation dans le calcaire viséen supérieur de la vallée du Hoyoux** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XLVI, *Bulletin*). In-8 (24 × 16) de 4 p. Liége, 1923. **Pièce 13066**

FOURMARIER (P.). — **Le calcaire de Thier de Ramet à Ramet-lez-Liége** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XLVI, *Bulletin*). In-8 (24 × 16) de 6 p., 1 fig. Liége, 1923. **Pièce 13067**

FOURMARIER (P.). — **Carte géologique du Congo belge** (Extrait de la *Revue universelle des mines*, 7e série, T. IV, n° 4 du 15 novembre 1924). In-8 (24 × 15) p. 182-208, I pl. en couleurs. Liége, 1924. **Pièce 12906**

FOURMARIER (P.). — **Recherches relatives à l'influence de l'eau sur la migration du pétrole dans les roches** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XLVII, *Bulletin*). In-8 (24 × 16) de 8 p. Liége, 1924. **Pièce 13068**

FOURMARIER (P.) et LEGRAYE (M.). — **Observations sur le crétacique de Grez-Doiceau** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XLVII, *Bulletin*). In-8 (24 × 16) de 10 p. Liége, 1924. **Pièce 13069**

FOURMARIER (P.). — **La faille de Vireux** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XLVII, *Bulletin*). In-8 (24 × 16) de 5 p., 1 fig. Liége, 1924. **Pièce 13070**

FOURMARIER (P.). — **Échantillons remarquables de l'assise de Hourt.** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XLVII, *Bulletin*). In-8 (24 × 16) de 1 p. Liége, 1924. **Pièce 13071**

FOURMARIER (P.). — **Le gedinnien entre Gedinne et Paliseul** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XLVIII, *Mémoires*). In-8 (24 × 16) de 14 p., 4 fig., I pl. Liége, 1925. **Pièce 13072**

FOURMARIER (P.) et LEGRAYE (M.). — **Le tremblement de terre du 23 février 1925 dans le Limbourg et la province de Liége** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XLVIII, *Mémoires*). In-8 (24 × 16) de 31 p., 2 fig., II pl. Liége, 1926. **Pièce 13073**

FOURMARIER (P.). — **Rapport annuel présenté à l'assemblée générale de la Société géologique de Belgique du 19 octobre 1924** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XLVIII, *Bulletin*). In-8 (24 × 16) de 16 p. Liége, 1925. **Pièce 13074**

FOURMARIER (P.). — **La faille de Champalle** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XLVIII, *Bulletin*). In-8 (24 × 16) de 7 p., 4 fig. Liége, 1925. **Pièce 13075**

FOURMARIER (P.). — **La faille eifélienne dans le ravin d'Engihoul** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XLVIII, *Bulletin*). In-8 (24 × 16) de 7 p., 2 fig. Liége, 1925. **Pièce 13076**

FOURMARIER (P.). — **Plis secondaires dans le tournaisien de Chanxhe** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XLVIII, *Bulletin*). In-8 (24 × 16) de 6 p., 2 fig. Liége, 1925. **Pièce 13077**

FOURMARIER (P.) et LEGRAYE (M.). — **L'allure du calcaire givetien à Charlemont** (Givet) (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XLVIII, *Bulletin*). In-8 (24 × 16) de 7 p., 3 fig. Liége, 1925. **Pièce 13078**

FOURMARIER (P.). — **Rapport annuel présenté à l'assemblée générale de la Société géologique de Belgique du 18 octobre 1925** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XLIX, *Bulletin*). In-8 (24 × 16) de 20 p. Liége, 1926. **Pièce 13079**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

FOURMARIER (P.). — **Quelques observations sur la tectonique du houiller du pays de Herve** (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. XLIX, *Bulletin*). In-8 (24 × 16) de 18 p., 6 fig. Liége, 1926. **Pièce 13080**

FOURMARIER (P.). — **Quelques considérations sur l'âge des terrains sédimentaires du Congo belge** (Extrait du *Livre jubilaire publié à l'occasion du Cinquantenaire de la fondation de la Société géologique de Belgique*). In-4 (32 × 24) de 17 p., 1 fig. Liége, 1926. **Pièce 13081**

FOURMARIER (P.). — **Rapport présenté à l'assemblée solennelle de la Société géologique de Belgique du 17 juillet 1924** (Extrait du *Livre jubilaire publié à l'occasion du Cinquantenaire de la fondation de la Société géologique de Belgique*). In-4 (32 × 24) de 14 p. Liége, 1926. **Pièce 13082**

FOURMARIER (P.). — **L'évaluation de l'importance des phénomènes de charriage en Belgique et dans les régions voisines** (Extrait du *Compte rendu du XIII^e Congrès géologique international, Belgique 1922*). In-4 (27 × 18) p. 507-516, 2 fig. Liége, 1923. **Pièce 13083**

FOURMARIER (P.). — **Le clivage schisteux dans les terrains paléozoïques de la Belgique** (Extrait du *Compte rendu du XIII^e Congrès géologique international, Belgique 1922*). In-4 (27 × 18), p. 517-530, 4 fig. Liége, 1923. **Pièce 13084**

LOHEST (MAX) et FOURMARIER (P.). — **Remarques sur la discordance de stratification entre le westphalien et le dinantien à la bordure méridionale du massif silurien du Brabant** (Extrait du *Compte rendu du XIII^e Congrès géologique international, Belgique 1922*). In-4 (27 × 18), p. 631-634. Liége, 1923. **Pièce 13085**

Congrès géologique international, XIII^e Session, Belgique 1922. — Excursion A1 : *Traversée orientale de la Belgique d'Arlon à Beeringen*. Excursion sous la direction de M. LOHEST et P. FOURMARIER. In-8 (22 × 15) de 46 p., 12 fig., I pl. **Bibliographie**, p. 44-46. Liége. **Pièce 13086**

Congrès géologique international, XIII^e Session, Belgique 1922. — Excursion B2 : *Excursion à Spa*, sous la conduite de P. FOURMARIER. In-8 (22 × 15) de 4 p., I pl. Liége. **Pièce 13087**

Congrès géologique international, XIII^e Session, Belgique 1922. — Excursion C2 : *Tectonique générale des terrains paléozoïques de la Belgique*. Excursion sous la direction de P. FOURMARIER. In-8 (22 × 15) de 79 p., 46 fig., I pl. Liége. **Pièce 13088**

FOURMARIER (P.). — **A propos de l'âge des dépôts dévoniens au voisinage du massif de Serpont** (Extrait du *Bulletin de la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie*, T. XXXI, 1921). In-8 (24 × 16), p. 23-29. Bruxelles, M. Hayez, 1921. **Pièce 13089**

FOURMARIER (P.). — **L'allure du coblencien à Vonêche** (Extrait du *Bulletin de la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie*, T. XXXIV, 1924). In-8 (24 × 16), p. 113-116, 4 fig. Bruxelles, 1924. **Pièce 13090**

FOURMARIER (P.). — **Sciences minérales** (Extrait de l'*Histoire de la Classe des sciences de l'Académie royale de Belgique*). In-8 (23 × 15), p. 115-166. Bruxelles, M. Lamertin; M. Hayez, 1922. **Pièce 13091**

FOURMARIER (P.). — **La tectonique du Brabant et des régions voisines** (Extrait des *Mémoires publiés par la Classe des sciences de l'Académie royale de Belgique*, 2^e série, T. IV, 1920). In-4 (29 × 23) de 95 p., 22 fig., I pl. en couleurs. Bruxelles, M. Hayez, 1920. **Pièce 13092**

FOURMARIER (P.). — **L'âge relatif de quelques modifications des terrains paléozoïques de la Belgique** (Extrait des *Bulletins de la Classe des sciences de l'Académie royale de Belgique*, séance du 10 avril 1920). In-8 (25 × 16) de 12 p. Bruxelles, 1920. **Pièce 13093**

FOURMARIER (P.). — **A propos de l'origine de certaines failles des terrains primaires belges** (Extrait des *Bulletins de la Classe des sciences de l'Académie royale de Belgique*, séance du 7 août 1920.) In-8 (25 × 16) de 9 p., 1 fig. Bruxelles 1920. **Pièce 13094**

FOURMARIER (P.). — **L'extension méridionale de la fenêtre de Theux** (Extrait des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Bulletins de la Classe des sciences de l'Académie royale de Belgique, séance du 4 août 1923, nos 7-9). In-8 (25 × 16) de 6 p., 1 fig. Bruxelles, 1923. **Pièce 13095**

FOURMARIER (P.). — **De l'importance de la charge dans le développement du clivage schisteux** (Extrait des *Bulletins de la Classe des sciences de l'Académie royale de Belgique*, séance du 13 octobre 1923, n° 10). In-8 (25 × 16) de 7 p. Bruxelles, 1923. **Pièce 13096**

FOURMARIER (P.). — **Quelques problèmes de la géologie du Congo** (Extrait des *Bulletins de la Classe des sciences de l'Académie royale de Belgique*, séance publique du 15 décembre 1923, n° 12). In-8 (25 × 16) de 17 p., I pl. Bruxelles, 1923. **Pièce 13097**

FOURMARIER (P.). — **Observations préliminaires sur la schistosité dans les Alpes** (Extrait des *Bulletins de la Classe des sciences de l'Académie royale de Belgique*, séance du 7 novembre 1925, n° 11). In-8 (25 × 16) de 6 p. Bruxelles, 1925. **Pièce 13098**

FOURMARIER (P.). — **Rapport sur la 7e question du concours annuel de 1925** : *Apporter une contribution nouvelle à nos connaissances concernant les conditions de formation des couches calcaires des terrains belges* (Extrait des *Bulletins de la Classe des sciences de l'Académie royale de Belgique*, séance du 15 décembre 1925, n° 12). In-8 (25 × 16) de 9 p. Bruxelles, 1925. **Pièce 13099**

***

SOCIÉTÉ ANONYME DES ETABLISSEMENTS PH. BONVILLAIN ET E. RONCERAY. — **Extrato del Catalogo de maquinaria de moldear aparatos y marquinaria de fundicion fabricados en sus talleres por la Sociedad anonima Ph. Bonvillain et E. Ronceray.** Choisy-le-Roi, 3, rue Paul Carle (*Don de la Société anonyme des Etablissements Ph. Bonvillain et E. Ronceray, membre de la Société*). **Catalogue**

***

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. — DIRECTION DE L'AGRICULTURE. — OFFICE DE RENSEIGNEMENTS AGRICOLES. — **Statistique agricole annuelle, 1924**. Paris, Imp. nationale, 1926. **Pér. 242**

OBSERVATOIRE NATIONAL ASTRONOMIQUE, CHRONOMÉTRIQUE ET MÉTÉOROLOGIQUE DE BESANÇON. — **XXVIe, XXVIIe, XXVIIIe, XXIXe, Bulletins chronométriques, années 1913-1924**, publié par M. A. LEBEUF. Besançon, Imp. Millot frères, 1925. **Pér. 394**

SYNDICAT DES INDUSTRIES MÉCANIQUES DE FRANCE. Fédération de la mécanique. — **Annuaire de la mécanique, 1926**. Paris, 92, rue de Courcelles (8e). **Pér. 431**

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE. — **Annuaire de 1926**. Paris, 19, rue Blanche (9e). **Pér. 313**

ROYAUME DE BELGIQUE. — MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE, DU TRAVAIL ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALE. — DIRECTION GÉNÉRALE DE L'ASSURANCE ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALES. — **Rapport relatif à l'exécution de la loi du 24 décembre 1903 et des lois du 27 août 1919 et du 7 août 1921 sur la Réparation des dommages résultant des Accidents du Travail pendant les années 1921-1922-1923**. Rameries et Bruxelles, Union des Imprimeries (S. A.), 1925. **Pér. 277**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Scientific Papers**, Vol. XX (**1925**), n° **515** : *Thermal expansion of tungsten*, by P. HIDNERT, W. T. SWEENEY, p. 483-487, 2 fig. **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington.) — **Technologic Papers**, Vol. XIX (**1925**), nos **298** : *Radio-frequency resistance and inductance of coils used in broadcast reception*, by A. HUND, H. B. DE GROOT, p. 661-668, 19 fig. — **299** : *Dielectric constant, power factor and resistivity of rubber and gutta-percha*, by H. L. CURTIS, A. T. MCPHERSON, p. 669-722, 20 fig. — **301** : *A comparative study of paper fillers*, by M. B. SHAW, G. W. BICKING, p. 733-747, 3 fig. **Bibliography**, p. 747-748. **Pér. 61**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Circulars (1925)**, nos **24** : (7th ed.) : *Publications of the Bureau of Standards, 1901-1925*, 271 p. — **25** (supplement) : *Standards samples issued or in preparation*, 7 p. — **154** (supplement) : *Abridged volume correction table for petroleum oils*, 4 p. — **280** : *Standard time throughout the world*, 9 p., I pl. — **294** : *Standards for paper towels*, 5 p. — **284** : *United States Government master specification for rubber bands*, 3 p. — **285** : ... *for slate-surfaced asphalt prepared roofing and shingles*, 6 p. — **286** : ... *for asphalt-saturated rag felt for flashings*, 4 p. — **287** : ... *for asphalt-saturated woven cotton fabric for water-proofing*, 5 p. — **288** : ... *for tender hose (corrugated)*, 3 p. — **289** : ... *for divers hose*, 3 p. — **290** : ... *for gas hose*, 3 p. — **291** : ... *for water and wash deck hose*, 4 p. — **292** : ... *for water suction hose (smooth bore)*, 4 p. — **293** : ... *for textile materials (methods of physical and chemical tests)*, 8 p. — **298** : ... *for fire clay*, 6 p. **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Miscellaneous Publications**, nos **66**: *Second technical Conference of state utility commission engineers*, 98 p. (1925). — **69** : *Annual report of Director of the Bureau of Standards for fiscal year ended june 30, 1925*, 41 p. (1925). — **71** : *Compressibilities of gases*, 14 p., 13 fig. (1925). **Pér. 61**

LIBRARY OF CONGRESS. — **Report of the Librarian of Congress** for the fiscal year ending june 30, 1925. Washington, 1925. **Pér. 350**

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. — **Department Bulletin no 1389** : *Deterioration of commercially packed chlorinated lime*, by C. C. MCDONNELL, 19 p., 5 fig. Washington, 1926. **Pér. 410**

SMITHSONIAN INSTITUTION. — **Annual report of the Board of Regents 1923, 1924.** Washington, 1925. **Pér. 27**

L'agent général, gérant,
E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

125e ANNÉE. JUIN 1926.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ANDRÉ HILLAIRET

ancien président de la Société des Ingénieurs civils de France, ancien président de la Société française des Électriciens, membre du Comité consultatif des Arts et Manufactures, membre du Conseil de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale (Comité des Arts Économiques).

par

M. JEAN REY,
membre du Conseil.

Notre Société a vu disparaître, le 23 février dernier, l'un des membres les plus fidèles de son Conseil, qui faisait partie, depuis 1902, du Comité des Arts économiques.

L'autorité dont jouissait au milieu de nous notre regretté collègue, était due autant à ses qualités morales qu'à sa compétence technique et au rôle de tout premier plan qu'il avait joué parmi les créateurs de l'industrie électrique.

C'était, comme l'a dit si bien M. Paul Janet dans un discours prononcé à ses obsèques, « une des figures les plus attachantes et une des physionomies les plus représentatives du monde des ingénieurs contemporains ».

Nous avons pensé qu'il serait intéressant pour nos collègues et pour les nombreux amis d'Hillairet de retracer à grands traits cette carrière de travailleur infatigable et de grand honnête homme.

André Hillairet est né à Paris le 6 septembre 1857. Son père, le docteur Hillairet, membre de l'Académie de Médecine, était alors médecin de l'hôpital Saint-Louis et du lycée Saint-Louis. C'est dans ce milieu, à la fois

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

intellectuel et scientifique qu'Hillairet passa les années de sa première jeunesse.

Il était au lycée Saint-Louis au moment de la guerre de 1870. Chassé de Paris par le siège, il entra comme interne au lycée d'Angoulême, mais il souffrit beaucoup, dans ces nouvelles conditions, de la discipline, à cette époque trop sévère et manquant d'humaine psychologie.

Cette période d'études lui a laissé un souvenir pénible et elle a peut-être contribué à développer chez lui une extrême réserve et à accentuer un caractère déjà naturellement taciturne.

Quelques années plus tard, Hillairet revint à Paris, mais encore comme interne au lycée Saint-Louis où il termina ses études.

Ses goûts le portaient franchement vers les sciences et leurs applications. Aussi, en 1877, il entrait à l'École centrale des Arts et Manufactures, et trois ans après, dès sa sortie, il se tournait vers l'industrie électrique, alors dans tout l'éclat de ses débuts à l'Exposition de 1881.

Il débuta dans les ateliers de la maison Bréguet dont il devint rapidement le directeur, et, cinq ans plus tard, en 1885, il fondait, avec l'un de ses camarades de l'École centrale, les nouveaux Ateliers de Constructions électriques Hillairet et Huguet, dont il devait conserver la direction jusqu'à sa mort, longtemps après la retraite de son associé.

Cette maison, remarquablement dirigée, aussi bien au point de vue commercial qu'au point de vue technique, se développa rapidement et acquit la réputation de premier ordre qu'elle a conservée jusqu'à ce jour. Elle a inauguré notamment la construction du matériel électro-mécanique auxiliaire, employé dans les chemins de fer, branche pour laquelle elle est universellement connue.

Dès 1890, l'activité du jeune ingénieur se signalait par des travaux intéressants sur des sujets variés de l'électrotechnique, comme la transmission électrique du travail mécanique, les machines à influence, le dynamomètre totalisateur de Raffard, l'éclairage produit par un alignement droit de foyers lumineux équidistants.

En cette année 1890, il fit connaître, à la Société des Ingénieurs civils de France et à la Société internationale des Électriciens, les résultats du transport électrique de Domène, installation qu'il avait entièrement conçue et exécutée.

Ce transport de force à 3.000 V continus, comprenait une usine hydro-électrique avec turbine hydraulique commandant une dynamo de 300 ch, une ligne de 5 km de longueur et une machine réceptrice actionnant les transmissions d'une papeterie sise à Moutiers. Pour l'époque, c'était un tour de force.

La mise en service de cette installation fit grand bruit dans le monde

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

entier car elle permit d'atteindre une intensité de fabrication inconnue jusque-là, tout en assurant un service d'une régularité parfaite, malgré la glace, la neige et les orages.

En 1895, alors que la traction électrique était à ses débuts, Hillairet réussit à établir le matériel électrique nécessaire à la traction sur l'embranchement minier de Montmartre à La Béraudière, près de Saint-Étienne, et ceci dans un délai de six semaines.

En dehors de ses occupations d'industriel, Hillairet consacrait un temps considérable aux sociétés techniques dont il était membre.

Il entra à la Société des Ingénieurs civils en 1883, fit partie du Comité en 1897 et fut nommé vice-président en 1903, président de la 6e Section (Électricité) en 1904, vice-président en 1905 et président en 1906.

De 1893 à 1897, il remplit les fonctions de secrétaire général de la Société française des Électriciens. Il fut ensuite vice-président de la Société pendant trois années consécutives, et président en 1901.

C'est en 1902 qu'Hillairet entra dans notre Société, au Comité des Arts économiques. Il rédigea de nombreux rapports sur des questions importantes et il fut l'un des promoteurs des études consacrées, par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, à l'établissement des prescriptions normales pour les appareils et les machines. Il fut le premier en France à introduire, dans ses ateliers, l'unification des filetages sur les règles établies par notre Société. Grâce à une préparation soigneuse, il put opérer rapidement et sans difficulté cette petite révolution technique, dont les conséquences ont été si considérables pour les progrès de notre industrie mécanique et électrique.

Pendant la guerre, en mars 1915, et sur la demande de M. Lindet, alors président, il nous donna une conférence remarquable sur *la construction électrique assurée par l'industrie française*.

Le rôle d'Hillairet dans les syndicats industriels et, notamment, dans la Chambre syndicale des Industries électriques, plus tard Syndicat professionnel des Industries électriques, fut toujours important.

D'une assiduité remarquable, il prenait part à toutes les discussions. Dès 1892, il faisait déjà partie d'une commission chargée de l'étude des questions administratives relatives aux concessions d'éclairage, et la maîtrise qu'il acquit peu à peu dans cette branche nouvelle du développement industriel de l'électricité, le fit choisir par le ministre pour faire partie du Comité d'Électricité, organe officiel du Ministère des Travaux publics, chargé de l'application de la loi de 1906 sur les concessions de réseaux électriques.

Hillairet s'occupait également de l'étude des règlements d'atelier, des questions douanières et de l'apprentissage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il consacrait du temps et des efforts à l'organisation de cours pratiques et théoriques pour les jeunes ouvriers, et, notamment, à celle des cours institués par le Syndicat professionnel des Industries électriques et de ceux de l'École Diderot.

Toutes les questions de normalisation industrielle poursuivies depuis 1907, par l'Union des Syndicats de l'Électricité, lui paraissaient d'une importance capitale pour le développement de nos industries, et il y contribua par une activité qui a duré toute sa vie.

Tous ceux qui ont connu Hillairet savent avec quelle distinction il remplissait les hautes fonctions auxquelles l'appelait la confiance unanime de ses collègues, soit aux Ingénieurs civils de France, soit à la Société française des Électriciens, soit enfin à la Société d'Encouragement.

Son érudition était des plus étendues ; il lisait tout ce qui paraissait, aussi bien dans les publications techniques que dans celles consacrées plus spécialement aux questions économiques ou sociales. Cette puissante culture lui permettait de suivre activement les communications si variées présentées à nos diverses sociétés techniques et scientifiques. Il savait non seulement les résumer en quelques paroles substantielles, mais encore les compléter et rappeler les précédents trop oubliés, pour mettre en lumière le rôle si important de la technique et de l'industrie françaises.

Descendu du fauteuil de la présidence, il continuait sans bruit ses efforts et ne cessait de s'intéresser à l'activité de nos organismes qu'il suivait de très près.

L'École supérieure d'Électricité, le Laboratoire central d'Électricité, lui doivent une reconnaissance toute particulière. Ses conférences sur les applications mécaniques de l'électricité, qu'il a poursuivies pendant un grand nombre d'années, ont été d'une utilité très grande pour les jeunes ingénieurs qui les suivaient. Il pensait d'ailleurs que le véritable rôle de l'ingénieur, en dehors des sociétés techniques indépendantes, est de servir d'auxiliaire et de conseil aux grands services de l'État. Aussi, son rôle au Comité permanent d'Électricité et au Comité consultatif des Arts et Manufactures a été célébré de la manière la plus élogieuse par les présidents de ces importants organismes officiels.

Ses conseils autorisés et basés sur une science, une expérience, une longue pratique des affaires dont il avait l'intelligence, étaient toujours recueillis avec profit; ses avis rarement contestés et toujours suivis, son esprit de justice, son obligeance et sa bonté lui avaient conquis l'affection de tous ses collègues.

Enfin, il ne se désintéressa jamais des questions éducatives, et son rôle à l'École centrale des Arts et Manufactures, du Conseil depuis l'année 1919,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

aussi bien qu'à l'École supérieure d'Électricité, lui avait acquis auprès de ses collègues la plus grande autorité.

Après la guerre, il avait aidé de la manière la plus active à la revision des programmes de l'École centrale, à la construction de ses nouveaux laboratoires, particulièrement en ce qui concerne l'électrotechnique.

Pour l'École supérieure d'Électricité, il appuya de la manière la plus pressante, au Comité de la Société française des Électriciens, le projet de reconstruction des bâtiments de l'École, œuvre considérable, en bonne voie de réalisation et dont il n'aura malheureusement pu constater l'achèvement.

Que dire maintenant de l'homme privé?

Toute âme est impénétrable : nous ne connaissons jamais que l'extérieur, et c'est par une sorte de divination que nous pouvons essayer de pénétrer les mobiles d'une activité aussi longue et puissante que celle d'Hillairet.

Deux traits le caractérisent : une droiture inflexible et un sentiment profond du devoir.

Hillairet n'admettait pas les petites habiletés, les transactions avec la vérité, l'esprit d'intrigue qui tend à remplacer le véritable effort par une certaine diplomatie qui profite des faiblesses de l'âme humaine ou même de ses passions, telles que l'envie, la jalousie, la susceptibilité et l'ambition. Jamais il n'a consenti à certaines démarches en vue d'obtenir des avantages ou des distinctions personnelles. Aussi, était-il sévère pour ceux qui, dévorés du désir d'arriver, consacrent leur temps et leurs forces beaucoup plus aux démarches extérieures qu'au perfectionnement intérieur et à l'accroissement de leur valeur personnelle.

Ce respect de la vérité avait acquis à Hillairet, toujours si réservé dans son abord, les plus profondes et les plus sûres amitiés.

Préoccupé seulement de son devoir, il avait consacré sa vie à la maison qu'il avait créée et il ne s'accordait jamais aucun repos, estimant que la responsabilité du chef exige son dévouement absolu à l'œuvre entreprise. Aussi, n'a-t-il jamais pris de véritables vacances pendant tout le cours de sa carrière, à part quelques journées passées auprès de sa sœur et de ses neveux; aucun effort ne lui semblait trop grand pour mener à bien l'œuvre dont il s'était chargé et faire face aux responsabilités qu'il avait assumées.

Ces raisons font comprendre à quel point l'appui et le concours d'Hillairet étaient estimés dans tous les domaines, et la reconnaissance profonde de ceux auxquels il acceptait de les accorder.

En amitié, sa fidélité était à toute épreuve, mais il ne gaspillait pas ce sentiment; il n'appréciait aucunement ces relations banales et sans profondeur, ces serrements de mains, soi-disant sympathiques, et que beaucoup d'hommes répandent sans y attacher la moindre importance. Une certaine

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

timidité naturelle faisait croire, au premier abord, à une grande hauteur et même à un certain mépris des autres. Mais, ceux qui avaient eu le privilège de connaître ce grand homme de bien, si profondément bon et si modeste, savent quelle chaleur de dévouement trouvaient auprès de lui ceux qui pouvaient s'appeler ses amis.

L'influence d'Hillairet s'étendait, comme le disait un éminent ami, bien au delà des limites des sociétés dont il faisait partie, et, pour nos jeunes ingénieurs, ce grand exemple d'une vie toute de travail, de probité et d'honneur, est un capital moral dont nous sommes tous fiers et qui montre que l'élite de notre pays est encore riche en individualités de première valeur.

Que dire de plus? Quelle était la force secrète qui animait cette belle intelligence et ce grand cœur et qui donnait à sa vie une si belle unité?

Les orateurs qui ont rappelé sa mémoire à la nombreuse assemblée réunie sur sa tombe, le 3 mars 1926, ont essayé de nous le dire. Cette force n'était-elle pas la foi, la foi au bien, à la loi morale, aux sentiments sacrés de justice et d'honneur? S'il ne parlait pas de cet idéal, il le mettait en pratique, estimant que l'exemple vaut mieux que les discours. En face d'une telle vie, ne peut-on pas croire à la survivance d'une puissante individualité, et, d'accord avec les aspirations des plus grands génies de l'humanité, ne peut-on pas espérer fermement la permanence de l'énergie spirituelle et morale dont Hillairet a été doué à un degré si remarquable?

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LE VIOLONISTA

APPAREIL PNEUMATIQUE RÉALISANT AUTOMATIQUEMENT AVEC UN VIOLON ET UN ARCHET NORMAUX LE JEU DU VIOLONISTE (1)

par

M. G. BOREAU,

ingénieur, ancien élève de l'École de Physique et de Chimie industrielles de la ville de Paris.

L'appareil que nous vous présentons, M. Émile Aubry, Ingénieur des Arts et Manufactures, et moi, a pour objet de réaliser automatiquement, avec un violon et un archet normaux, le jeu du violoniste.

Dans le « violonista » les morceaux de musique sont inscrits sur un rouleau perforé dont le passage devant une flûte de Pan détermine le fonctionnement d'organes pneumatiques et mécaniques.

Nous avons, par principe, rejeté les systèmes utilisés sur certains appareils étrangers tels que archets circulaires, roulettes frottant sur les cordes ou tous autres dispositifs.

L'emploi d'un violon normal et d'un archet normal, tenu par un support remplaçant la main du violoniste, est la caractéristique essentielle de ce nouvel appareil. De nombreuses expériences ont en effet prouvé que le jeu et le son du violon ne peuvent être reproduits exactement par aucune autre combinaison.

Le problème à résoudre consistait donc d'une part, à réaliser automatiquement le mouvement de l'archet, d'autre part à obtenir les notes sur les différentes cordes du violon.

Malgré toute leur difficulté, il n'y a théoriquement à ces réalisations aucune impossibilité absolue.

En effet, si on analyse le jeu d'un violoniste, on remarque :

Les doigts de la main gauche se déplacent sur les cordes de manière à fixer la longueur de la partie vibrante, ce qui détermine les notes; parfois, le déplacement sur la corde est continu, c'est la *glissando*; d'autres fois les doigts exécutent en deçà et au delà de la position normale de légers déplacements, c'est le *vibrato*.

(1) Communication faite en séance publique par l'auteur le 20 mars 1926.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'archet, lui, attaque l'une des quatre cordes ou deux à la fois; il se déplace avec des vitesses variables obéissant aux mouvements de grande amplitude du bras ou de petite amplitude et plus rapides du poignet.

La pression de l'archet sur les cordes varie, et si l'on pousse l'analyse plus loin, on trouve certaines relations entre cette pression et la vitesse de l'archet. Ces relations peuvent se résumer de la façon suivante :

Pour une vitesse d'archet donnée, il y a deux pressions critiques, l'une inférieure, l'autre supérieure. Si la pression est trop faible, il y a sifflement; si la pression est trop forte, il y a grincement. La gamme des pressions qui donnent, pour une vitesse d'archet déterminée, une vibration pleine de la corde est peu étendue, et l'on peut dire que la qualité du son d'un violoniste dépend en grande partie de l'exactitude avec laquelle il se maintient instinctivement entre les pressions critiques.

Enfin, si on poursuit l'examen, on peut remarquer que l'archet n'attaque pas la corde toujours au même endroit : selon l'intensité du son et la longueur utile de la corde, il se rapproche plus ou moins du chevalet. Enfin, les crins sont plus ou moins inclinés sur la corde.

L'analyse étant faite, il suffit, pour résoudre le problème, de faire un appareil réalisant la synthèse.

Cependant, si le jeu d'un violoniste peut théoriquement être ainsi reproduit, il est évident que, pratiquement, la réalisation mécanique sera délicate.

D'abord, nous serons limités par le nombre des variables qui, dans le jeu normal, est considérable. Ensuite, nous serons évidemment gênés par la rapidité des mouvements, les variations presque instantanées des vitesses et par conséquent par l'inertie des organes.

Il convient de noter à ce sujet que la durée d'un coup d'archet peut être soit de $\frac{1}{5}$ de seconde, soit de 20 secondes, ce qui représente un rapport de 1 à 100.

Nos recherches ont porté, d'une part, sur les dispositifs mécaniques, d'autre part, sur une série d'organes pneumatiques qui durent être créés entièrement.

Les premières datent de 1913; à cette époque, nous dûmes imaginer divers dispositifs d'essai permettant de faire certaines mesures indispensables tant sur les vitesses que sur les pressions critiques, points capitaux pour un appareil de ce genre.

De 1914 à 1918, séparés par les événements, M. É. Aubry et moi nous échangeâmes par correspondance, des idées qui devaient préparer, dès qu'il serait possible, la construction d'un premier appareil de laboratoire.

C'est en 1920 qu'un premier appareil de laboratoire, construit dans mon

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bureau, voyait le jour. En 1922, vivement intéressés par les recherches et les résultats obtenus, plusieurs de nos amis constituèrent la Société d'Études d'Instruments de Musique. Avec l'aide de cette société nous continuâmes nos travaux.

La Société construisit successivement deux appareils. Le violonista actuel, dont je vais vous expliquer le fonctionnement, est donc le troisième appareil construit. Il est encore loin d'être parfait. D'ailleurs nous en connaissons

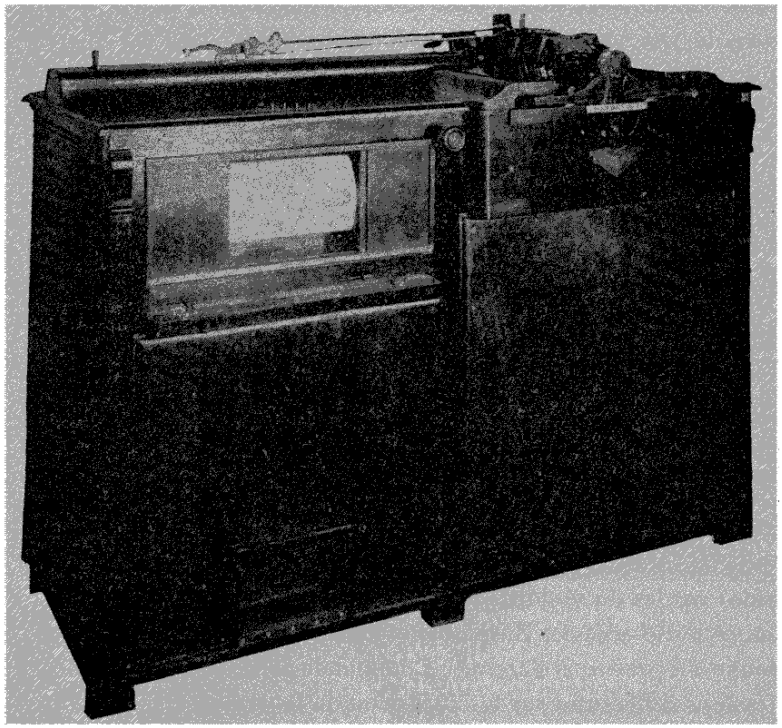


Fig. 1. — Vue d'ensemble du « violonista ».

les défauts, mais nous savons aussi comment les corriger et presque à coup sûr.

Cet appareil présente les caractéristiques suivantes :

1° L'archet est animé d'un mouvement longitudinal, d'amplitude et de vitesse variables dans des rapports qui correspondent au jeu réel, c'est-à-dire depuis la vitesse la plus lente, jusqu'à la plus rapide, et depuis des déplacements de toute la longueur de l'archet jusqu'aux parties d'archet les plus courtes ;

2° Les variations de vitesse de l'archet sont instantanées, c'est-à-dire qu'il est possible de transmettre rapidement à l'archet des accélérations très

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

grandes, positives ou négatives, de manière à ébranler la corde ou à faire varier son état vibratoire pour obtenir tous les effets désirables.

3° La pression de l'archet sur les cordes peut varier à chaque instant.

4° L'archet peut exercer une action rigoureusement constante sur les cordes, quelles que soient la flexibilité, la tension des crins et la flexion des cordes. Le son possède donc une homogénéité absolue, du talon à la pointe de l'archet.

5° La combinaison des moyens indiqués ci-dessus permet de réaliser très nettement le jeu dit « à la corde », les sons filés, le détaché, les trilles, les petites notes et les agréments, « le martelé », le « piqué », enfin le *staccato*.

6° Le changement de corde est obtenu par la rotation du violon : l'instrument est placé dans une sorte de support-berceau conçu pour y placer des instruments dont les dimensions peuvent légèrement différer, ainsi que cela se rencontre dans la pratique.

7° Le dispositif assurant la pression des touches sur les cordes est tel que les organes principaux (soufflets, leviers, canalisations, etc.) qui les actionnent, ne participent pas aux mouvements du berceau dans lequel est placé le violon.

Le violonista comprend un certain nombre de groupes mécaniques ou pneumatiques que je vais énumérer et que nous allons retrouver plus loin en détail.

Groupe des touches : C'est le dispositif analogue aux doigts de la main gauche du violoniste;

Groupe de la rotation : Dispositif permettant de présenter à l'archet les différentes cordes du violon;

Chariot porte-archet : Ensemble mécanique tenant l'archet;

Groupe des pressions d'archet : Commande permettant de donner à l'archet des pressions différentes sur les cordes ou de lever l'archet;

Groupe moteur du bras : Moteur pneumatique communiquant à l'archet les grands mouvements, d'amplitude et de vitesse variables, analogues à ceux du bras du violoniste;

Groupe du poignet : Moteur pneumatique communiquant à l'archet les petits mouvements rapides analogues à ceux du poignet du violoniste.

Groupes auxiliaires : Système de commande du *vibrato*, de la sourdine et synchronisation des positions d'archet. Cette synchronisation répond à la préoccupation suivante. Dans le jeu du violoniste, les coups d'archet sont instinctivement réglés par l'exécutant. Dans un appareil automatique, s'il se produit une légère différence et toujours dans le même sens, il pourra arriver que la longueur de l'archet soit insuffisante. Pour éviter cet inconvénient, le dispositif permet de corriger insensiblement les écarts qui pourraient se pro-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

duire entre les positions exactes que doit occuper l'archet, ou positions de référence fixées d'avance par la perforation, et les positions que l'archet occupe pendant le jeu. Ce dispositif de synchronisation agit sur la vitesse du système moteur de l'archet dans le sens nécessaire à la correction suivant qu'il y a avance ou retard par rapport à la position de référence, et avec d'autant plus d'intensité que l'écart de position est plus grand.

Toutes les commandes de l'appareil sont pneumatiques. Un aspirateur électrique alimente des réservoirs et les différents organes de commande (soufflets, soupapes, détendeurs).

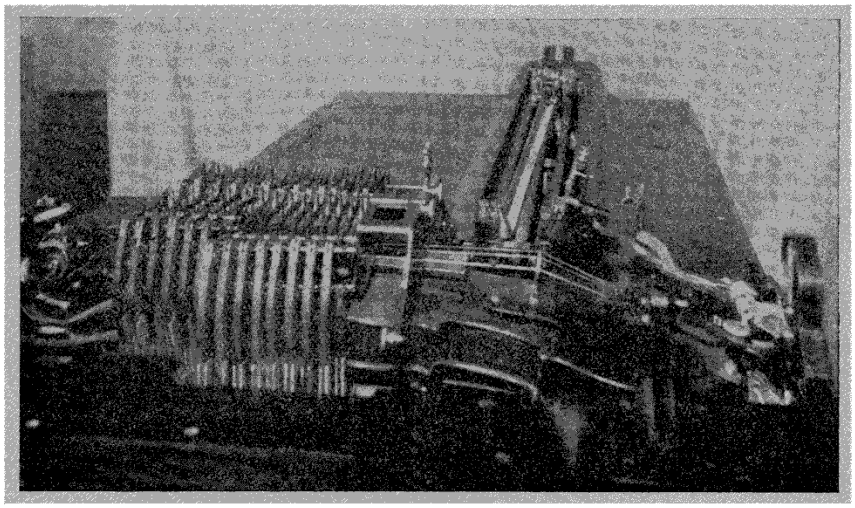


Fig. 2. — Ensemble des touches donnant la hauteur du son sur les cordes.

En principe, l'air, avant d'arriver à l'organe à commander qui est le soufflet, passe, en prenant comme point de départ l'aspirateur, par un réservoir, un détendeur, et une ou plusieurs soupapes.

Le fonctionnement du soufflet est réglé par la soupape qui est elle-même commandée par le débouchage au moyen du rouleau perforé du trou de la flûte de Pan correspondant.

Nous allons examiner en détail le fonctionnement des divers groupes de l'appareil énumérés plus haut.

1° *Groupe des touches.* — Le dispositif des touches (fig. 2) appuyant sur les cordes de l'instrument aux points et aux moments voulus est constitué par un système tel que seuls les doigts appuyant sur les cordes participent au mouvement de rotation permettant au violon de présenter ses cordes à l'archet.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Une série de leviers courbes tels que L (fig. 3) peuvent osciller autour d'axes tels que O solidaires du berceau U supportant l'instrument. Ces leviers portent à leur partie supérieure destinée à venir en contact avec la corde une garniture en caoutchouc remplaçant le doigt et à leur partie inférieure un galet.

Sur une partie fixe de l'appareil sont fixés des axes d'articulation de secteurs S de commande portant une partie courbe venant en contact avec les galets et qui est un arc de cycloïde. Nous verrons tout à l'heure dans l'exposé du système de rotation pourquoi cette courbe est une cycloïde établie

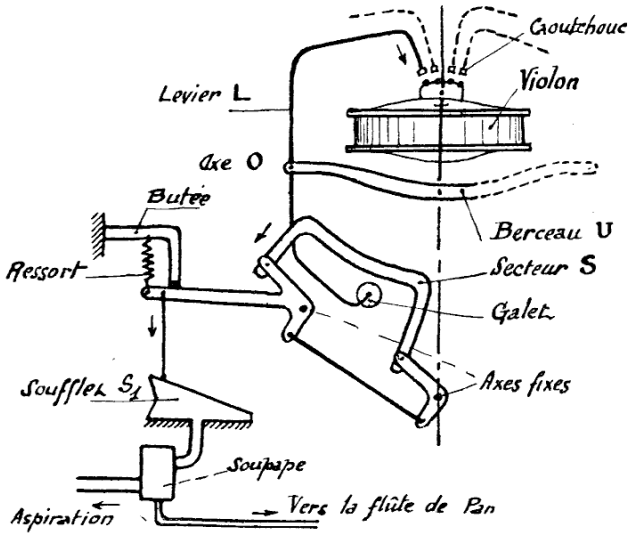


Fig. 3. — Commande des touches de hauteur du son.

de telle façon que son centre de courbure passe par l'axe de rotation du berceau.

Un ressort tend constamment à rappeler chaque secteur vers le haut; le galet n'est donc en contact avec le secteur correspondant que lorsque la touche est abaissée sur la corde. Cette disposition permet de manœuvrer les touches avant que les cordes se présentent sous l'archet, condition nécessaire à l'exécution des traits rapides ou des accords en arpèges. Enfin la manœuvre de ces secteurs ne crée aucun couple nuisible aux mouvements du berceau, la réaction passant par l'axe de rotation.

Ces secteurs sont commandés par des soufflets tels que S_1 actionnés par des soupapes analogues à celles qui sont en usage dans les pianos pneumatiques; leur fonctionnement est le suivant :

Deux chambres, A, supérieure, et B, inférieure (fig. 4), séparées par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une cloison formant siège inférieur S; à l'intérieur de celle-ci une petite capacité 1 portant un trou capillaire ε, et une membrane M; de cette capacité part un tube qui va à la flûte de Pan. Dans la chambre inférieure se trouve l'arrivée de la canalisation reliée à un réservoir ou à l'aspirateur donnant la dépression. Dans la chambre supérieure se trouve le départ de la canalisation allant à un soufflet et le siège supérieur S′. Un clapet C portant une tige à l'extrémité de laquelle se trouve un petit macaron reposant sur la membrane M, permet la fermeture de l'un des sièges S ou S′.

Par suite de la dépression créée par l'aspiration dans la chambre B, le

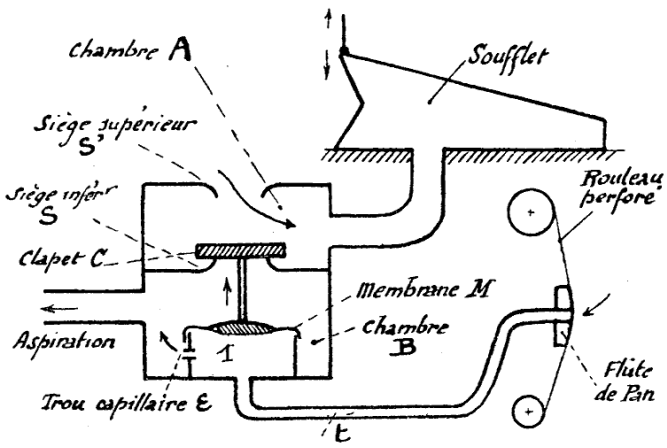


Fig. 4. — Soufflet et soupape de commande.

siège S est fermé par le clapet C. Par le trou capillaire ε il y a aspiration sous la membrane et la tuyauterie *t* (ce qui a pour effet de faire appliquer le rouleau de papier sur la flûte de Pan); la membrane est donc en équilibre. Comme le clapet repose sur le siège inférieur, la communication entre le soufflet et l'aspiration est coupée.

Si le trou correspondant de la flûte de Pan se débouche par le papier, immédiatement l'air entre dans la tuyauterie *t*, fait soulever la membrane M (car ε est très petit par rapport à la section de rentrée d'air) et le clapet se lève venant fermer le siège S′. A ce moment, le soufflet est en communication par S avec l'aspiration et il se ferme.

Le fonctionnement de tous ces organes pneumatiques est extrêmement rapide.

Les cordes sont divisées de façon à donner la gamme tempérée qui est telle que les nombres de vibrations des différentes notes sont entre elles comme :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

$$N\ NK\ NK^2\ NK^3\ \ldots\ NK^{12}.$$

$$NK^{12} = 2N$$
$$2 = K^{12}$$

d'où

$$K = \sqrt[12]{2}$$

K représentant la raison de progression, on en déduit la position rigou-

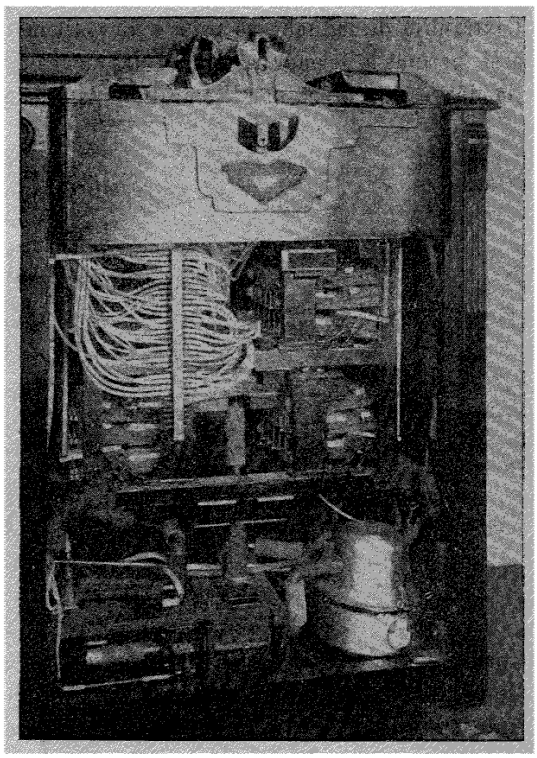


Fig. 5. — Vue de l'ensemble des commandes des touches.

reuse où doivent appuyer les doigts sur les cordes pour obtenir les notes mathématiquement justes.

2° *Groupe de la rotation.* — Dans les premières recherches et jusqu'à l'appareil que nous décrivons, la rotation du violon se faisait autour d'un axe passant par le centre de la circonférence des cordes. Cette façon de procéder donnait des ennuis qui étaient les suivants :

La circonférence des cordes en tournant autour de son axe présentait celle-ci à l'archet. La vitesse tangentielle des cordes venait donc, pendant le jeu, s'ajouter ou se retrancher, suivant le sens relatif de déplacement de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'archet et des cordes, à la vitesse de l'archet. On obtenait donc, lors des changements de corde, soit un renforcement du son si les vitesses s'ajoutaient, soit une diminution du son si les vitesses se retranchaient. Nous avons obvié à cet inconvénient en faisant rouler la circonférence des cordes sur l'archet. Il s'ensuit que tous les points solidaires du violon et par suite du berceau dans lequel il est placé décrivent une cycloïde (explication des secteurs cycloïdaux pour les touches indiquée plus haut).

On voit d'après la figure 6 qu'avec ce système il suffit de tirer le

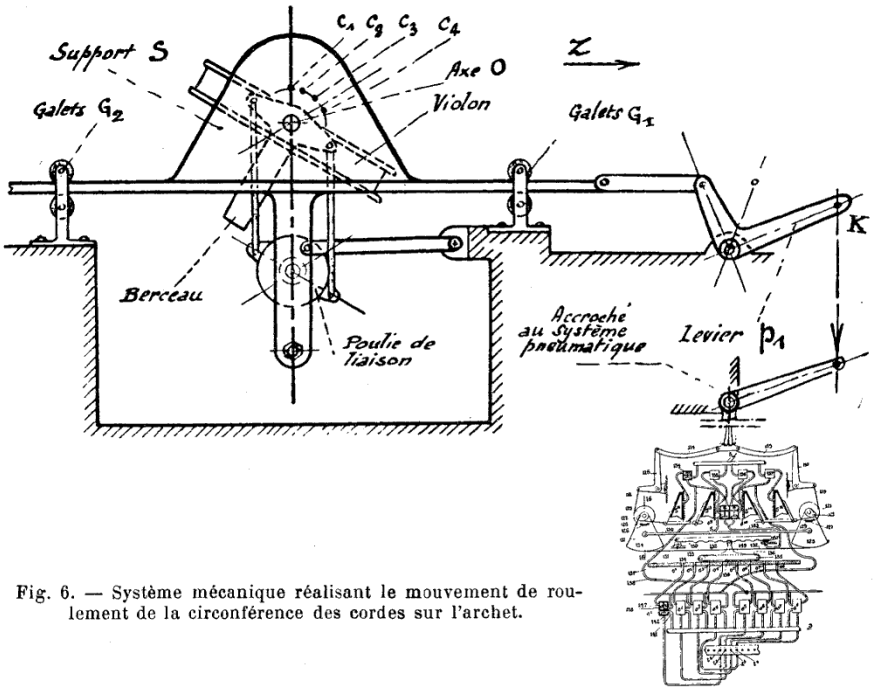


Fig. 6. — Système mécanique réalisant le mouvement de roulement de la circonférence des cordes sur l'archet.

levier p_1 par un système moteur pour amener les différentes cordes C_1, C_2, C_3, C_4, en regard de l'archet, le violon, d'après ce qui a été dit étant amené d'un mouvement de rotation autour de l'axe O et d'un mouvement de translation dû au déplacement du support S sur les chemins de roulement formés par les systèmes de galets G_1 et G_2.

Le système pneumatique de commande de la rotation est représenté sur la figure 7; on voit en haut le point d'accrochage K sur le système mécanique représenté à la figure 6.

Dans cette disposition, il y a 8 soupapes à double entrée S_1, S_2, ... S_7, S_8. L'un des orifices de fonctionnement 147 de ces soupapes est raccordé à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'orifice O_1, O_2, O_3, ... O_8, correspondant de la pièce 137 sur laquelle se déplace le curseur 133. L'autre orifice de fonctionnement 142 de ces soupapes est raccordé à un trou destiné à être débouché par la perforation du papier; il y a 4 de ces trous t_1, t_2, t_3, t_4 correspondant respectivement aux positions sur les 4 cordes.

Pour ne pas compliquer la figure, il n'a été représenté que ces 4 positions. En réalité, il y en a 7 qui correspondent à celles des 4 cordes plus 3 correspondant aux positions des intercordes. Le nombre des organes est augmenté dans le rapport de 4 à 7.

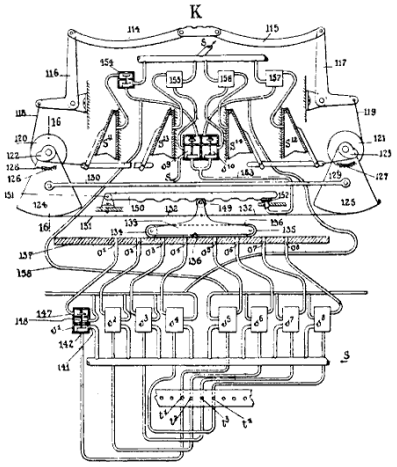


Fig. 7. — Système pneumatique de commande de la rotation.

Pour que l'une de ces soupapes S_1, S_2, ... S_8 fonctionne, il faut que les deux trous O_1, O_2, et t_1, t_2, soient découverts simultanément par le curseur 133 et par la perforation respectivement.

La distance entre les galets 134 et 135 du curseur 133 est telle que lorsque le violon est en position de jeu, 4 des orifices O_1, O_2, ... O_8, aboutissant aux soupapes S_1,S_2, ... S_8 se trouvent bouchés par une toile 136 montée sur ces galets.

Le curseur 133 porte à sa partie supérieure un galet 149 en engagement avec la face inférieure d'un levier 150 articulé en 151 sur un point fixe.

Au voisinage des positions et de part et d'autre de celles-ci, le galet 149 vient en contact avec des bossages ménagés sur la face inférieure de ce levier et le soulève légèrement de sorte qu'il ouvre la soupape 152 disposée en regard de l'extrémité libre de ce levier, cette soupape 152 est raccordée par une canalisation 153 à deux soupapes à double entrée S_9 et S_{10}.

Ces soupapes S_9 et S_{10} sont raccordées à deux soupapes ordinaires (dont la description a été donnée plus haut) 154-155 et 156-157.

Supposons que l'on joue dans la position t_2, donc trou t_2 relié aux soupapes S_2 et S_6 ouvert. Le curseur 133 bouche O_2 et O_6, S_2 et S_6 ne fonctionnent pas.

Lorsqu'on doit jouer en t_3, ce trou est ouvert un peu avant le changement de corde; t_2 et t_3 sont donc ouverts en même temps, O_7 étant ouvert S_7, dont O_7, et t_3 sont ouverts fait fonctionner 154; cette soupape fait fonctionner le soufflet S_{11}, le dispositif de poulie et came 120 et 122 le secteur 124 se déplace de la quantité permise par jeu de l'ergot 127 entraînant 133 de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

gauche à droite. Mais t_2 est jusqu'ici resté ouvert; dès que 133 s'est déplacé et que O_2 a été ouvert, S_2 fait fonctionner 157 qui actionne S_{12} et les cames. Le violon, sollicité par deux forces égales et de sens contraires, ne bouge pas.

Lorsque le moment de passer à la position t_3 est arrivé, t_2 est bouché, la soupape 157 n'est plus commandée par S_2; S_{12} cesse d'agir, S_{11} déplace par suite 133 et le violon vers la droite. Dès que le curseur 133 vient en contact par son galet 149 avec le bossage correspondant du levier 150, 152 est ouvert, la soupape S_9 fait fonctionner 155, celle-ci actionne S_{13} qui amène très rapidement le violon en position. Il ne peut dépasser la position t_3, le curseur

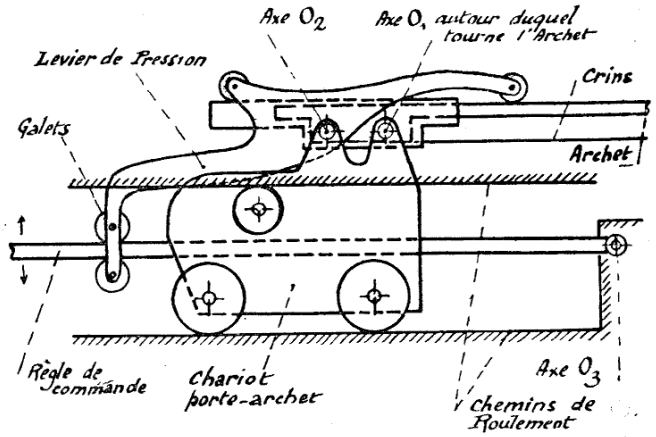


Fig. 8. — Chariot porte-archet.

venant au moment voulu fermer l'orifice O_7 et les soufflets S_{11} et S_{13} cessant d'agir.

3° *Chariot porte-archet.* — L'archet est assujetti dans un support élastique (fig. 8) tournant autour d'un axe O_1 fixé sur le chariot; sur l'archet et sur le support vient agir un système articulé communiquant la pression qui doit s'exercer sur les cordes et permettant la levée de l'archet. Ce système porte également un second axe d'articulation O_2 fixé sur le chariot. L'ensemble est commandé par une règle articulée en O_3 qui communique des pressions différentes sur les cordes selon son inclinaison. Tous ces systèmes articulés sont montés sur un chariot roulant sur un chemin de roulement bien réglé (fig. 8).

4° *Groupe des pressions d'archet.* — Les pressions d'archet qui nuancent le morceau de musique sont inscrites sur le rouleau perforé. Il s'ensuit que les nuances sont automatiques. Une manette permet la correction ou la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

modification à la main par l'exécutant. Le système de commande est représenté sur la figure 9.

La règle de commande des pressions d'archet est reliée à un palonnier P,

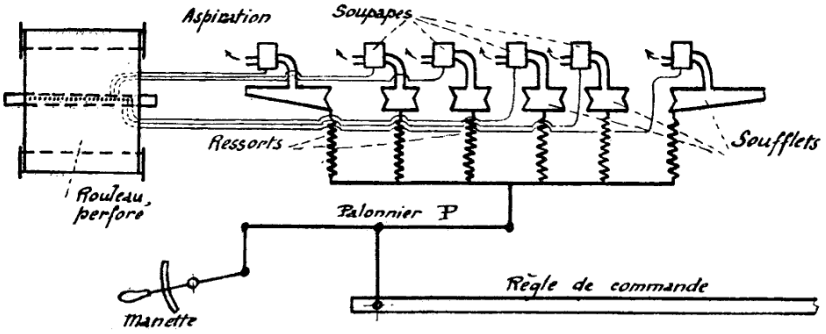


Fig. 9. — Système de commande des pressions d'archet.

dont l'une des extrémités est la commande de correction à main et l'autre est reliée au système pneumatique de soufflets et de soupapes commandés par la perforation. Entre les soufflets et les soupapes une série de ressorts étalonnés donnent les pressions désirées.

5° *Groupe moteur du bras.* — Le principe est le suivant. Deux soufflets conjugués S_1 et S_2 (fig. 12) déplacent sur un chemin de roulement le chariot porte-archet par l'intermédiaire de fils de commande; ces soufflets fonctionnent alternativement l'un comme moteur, l'autre comme amortisseur et sont alimentés à une pression maintenue constante pendant toute leur course par des détendeurs doubles. De ces détendeurs doubles (fig. 10), l'un détendeur direct D_d, l'autre détendeur inverse D_i, alimentent les soufflets moteurs et amortisseurs à des différences de pression variables et de sens convenable réglées par des soufflets commandés par la perforation du papier, de façon à donner des déplacements du chariot porte-archet aux vitesses voulues.

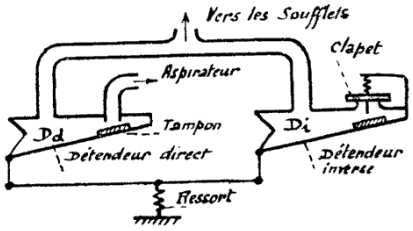


Fig. 10. — Ensemble des détendeurs directs et inverses.

Ce système de détendeurs fonctionne de la façon suivante : si D_d est réglé pour une pression P, D_i s'aplatit pour une pression $P + e$, le clapet C de ce détendeur s'ouvre, laisse entrer de l'air et rétablit la pression de réglage P.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La vitesse de déplacement du chariot est réglée par la vitesse de fermeture des soufflets moteurs déterminée par le passage de l'air à une certaine pression dans des orifices de sections variables. Le soufflet amortisseur, qui s'ouvre pendant que le soufflet moteur se ferme, a pour effet de régulariser la vitesse.

L'effort sur le chariot dépend évidemment de la différence de pression agissant dans les soufflets moteurs et amortisseurs, mais, dans la pratique, les choses ne sont pas aussi simples. Il a fallu construire des soufflets à grande course, et, lorsqu'avec un soufflet de grandes dimensions on a besoin d'une action constante pendant toute la durée de la course, il y a lieu de faire entrer en ligne de compte l'influence dite « des toiles » qui diminue l'effet au fur et à mesure que le soufflet se ferme (2). Des calculs simples montrent que cette influence est considérable, et pour y remédier il a fallu intercaler entre le chariot et les soufflets, des cames C_1 et C_2 corrigeant cet inconvénient (fig. 12).

Le chariot porte-archet est tiré par des câbles passant sur des poulies de renvoi jusqu'aux grandes poulies de commande P_1 et P_2 dont les axes sont reliés à une partie fixe de l'appareil en passant sur p_1 et p_2 montées sur axes mobiles qui servent au mouvement du poignet dont il va être parlé plus loin.

Sur les axes des poulies P_1 et P_2 sont calées 2 cames C_1 et C_2 reliées directement aux soufflets. On voit que, en fermant l'un des soufflets, l'autre

(2) *Force de traction donnée par un soufflet dans lequel on exerce une dépression constante (fig. 11).*

Soit L la longueur de la pale en centimètres, l sa largeur en centimètres, p la dépression en centimètres de hauteur d'eau.

La dépression exercée sur la pale par des forces dont la résultante F est, en grammes, en son milieu

$$F = p \times l \times L,$$

et à son extrémité :

$$F_2 = \frac{F}{2}.$$

Cette force F_2 se décompose en F_3 qui tire sur l'axe 0, et F_1 qui tire dans la direction de la commande.

L'angle 2α que font F_1 et F_2 est égal à l'angle d'ouverture du soufflet. On a

$$F_1 = \frac{F_2}{\cos 2\alpha} = \frac{F}{2\cos 2\alpha} = \frac{p \times l \times L}{2\cos 2\alpha}.$$

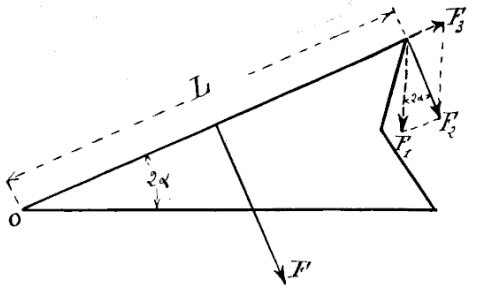


Fig. 11.

Comme 2α va en diminuant au fur et à mesure que le soufflet s'aplatit en partant d'une valeur déterminée pour arriver à 0, cos 2α tend vers 1. L'action du soufflet va donc de ce fait en diminuant au fur et à mesure qu'il se ferme.

Un calcul un peu plus long montre que l'action totale dite des « toiles » est donnée par la formule $\frac{p}{2\cos 2\alpha}[K\,tg\,\beta \sin(\beta - \alpha)]$, β étant l'angle des toiles avec l'axe du soufflet.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

s'ouvre en faisant avancer le chariot dans le sens convenable, les axes des poulies p_1 et p_2 étant immobilisés.

Les soufflets S_1 et S_2 sont alimentés en air soit par leur système de détendeurs doubles D_d et D_i suivant que les soufflets sont moteurs ou amortisseurs. Entre les soufflets et ces organes d'alimentation se trouvent :

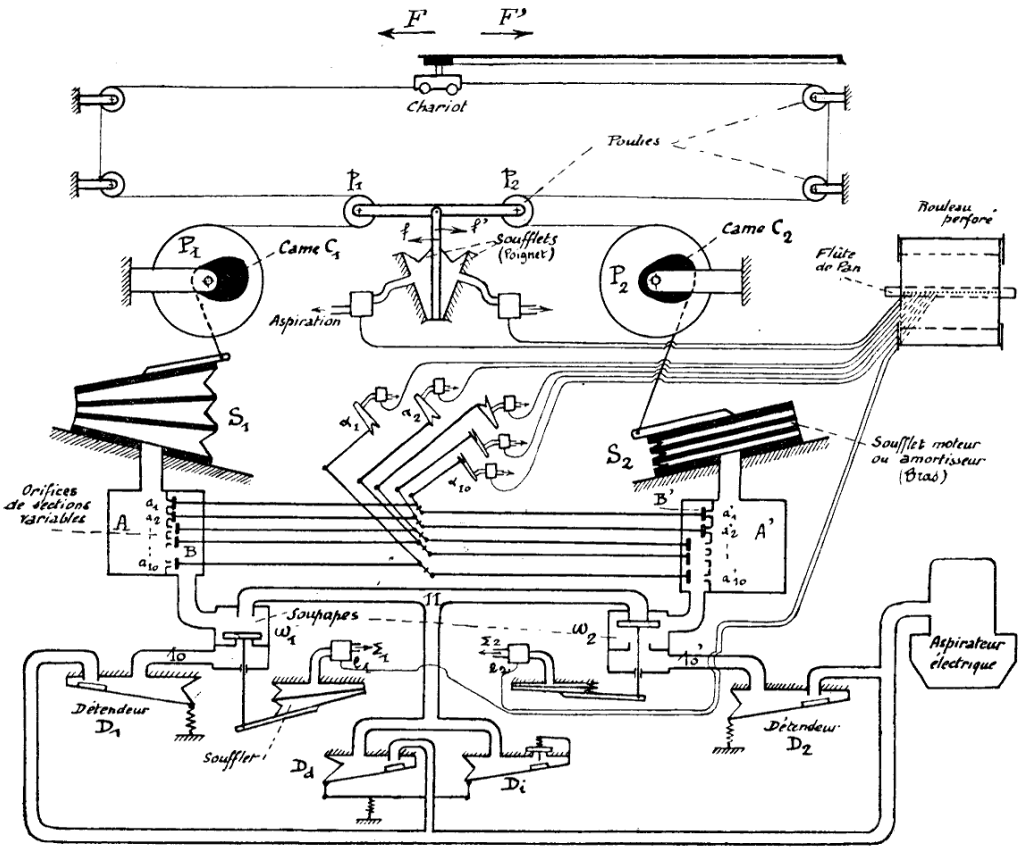


Fig. 12. — Schéma du groupe moteur du bras.

1° une soupape spéciale ω_1 ou ω_2 commandée par les soufflets S_1 et S_2 alimentés par l'intermédiaire des soupapes E_1 et E_2 qui seront mises en fonctionnement par le rouleau perforé. Cette soupape spéciale fait l'office de robinet : elle ferme ou ouvre les canalisations 10 et 11 ou 10′ et 11′;

2° une boîte renfermant des orifices de sections variables permettant de faire varier la section du passage de l'air dans les soufflets S_1 et S_2 pour obtenir les variations de vitesse du chariot porte-archet.

L'arrivée d'air se faisant par B ou B′, on reconnaît qu'il ne passera en A

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ou A′ que ce que les clapets a, a_1, a_2 ..... a_{10}, a'_1, a'_2 ..... a'_1 laisseront passer. Ces clapets sont conjugués et commandés par un système de soupapes et soufflets reliés à la flûte de Pan. Dans le violonista, le système de commande de ces clapets permet, par des dispositions appropriées, d'obtenir 80 vitesses différentes d'archet.

On voit très bien que lorsqu'on veut faire mouvoir le chariot dans le sens F, par exemple, il suffit de déboucher par le papier le trou e_1 sur la flûte de Pan. Le soufflet S_1 se ferme, la soupape 10_1 fonctionne, le clapet ferme la canalisation 11, donc le détendeur D_1 tire dans S_1 par la canalisation 10 et par la boîte des orifices à section variable dont l'ouverture a été préparée pour avoir la vitesse donnée. Le soufflet S_1 est donc moteur. A ce moment S_2 tire en sens inverse à titre d'amortisseur, mais par l'intermédiaire de la canalisation 11. Il suffit de déboucher e_2 pour avoir la marche en sens inverse F′.

On en déduit facilement que si l'on a un coup d'archet de longue durée, il faudra maintenir ouverts pour la perforation pendant ce temps, les trous e_1 ou e_2 alternativement, ce qui aura pour résultat d'avoir sur le rouleau de papier des perforations très longues nuisant au bon maintien de celui-ci. En réalité, les choses ne se passent pas de cette façon et les soupapes Σ_1, Σ_2, α_1, α_2 .... sont constituées de telle façon qu'après la première impulsion par le trou débouché donnée à la soupape, celle-ci maintient son action sans perforation et jusqu'au moment où agit la soupape commandant l'autre sens de marche.

Les vitesses et les coups d'archet obtenus sur le violonista sont d'une régularité parfaite.

6° *Groupe du poignet.* — Il est si l'on peut dire « greffé » sur le groupe moteur du bras au point de vue mécanique. Les deux poulies p_1 et p_2 dont nous avons parlé servent à la commande du câble du chariot. Ces 2 poulies sont reliées entre elles rigidement et commandées par un soufflet à pale intermédiaire mobile (les 2 autres étant fixes) dont les mouvements sont de faible amplitude mais de très grande vitesse.

L'ouverture et la fermeture de ces soufflets par l'intermédiaire de soupapes reliées à la flûte de Pan permettent les mouvements dans les sens F et F′, les soufflets S_1 et S_2 étant immobilisés. Lorsque l'on combine le mouvement des soufflets du poignet avec S_1 et S_2 dans des conditions convenables de vitesse et de sens, on obtient le *staccato*.

7° *Groupes auxiliaires.* — Ce groupe renferme des organes de commande simples : de la sourdine qui peut s'abaisser automatiquement par simple inscription sur le rouleau perforé, et du *vibrato*, obtenu par un système

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

agissant sur la tension des cordes au lieu d'agir sur la longueur des cordes, comme le fait le violoniste. Cette action s'exerce entre le chevalet et le tire-cordes du violon par le déplacement d'un levier commandé par un soufflet.

*
* *

Tous les organes pneumatiques dont le fonctionnement vient d'être décrit agissent sous l'impulsion des perforations du rouleau de papier passant devant la flûte de Pan. Donc le rouleau commande et l'appareil exécute. Or, dans l'exécution d'un morceau de musique intervient le facteur d'interprétation personnelle de l'exécutant et l'appareil ne peut rendre que ce qui est au préalable inscrit sur le rouleau. Pour l'adaptation de cette interprétation, la Société d'Études d'Instruments de Musique s'assura le concours de M. François Capoulade, 1er prix d'excellence du Conservatoire de Musique de Paris. Avec l'aide de cet éminent violoniste, plusieurs rouleaux furent écrits parmi lesquels :

Allegro moderato de la sonate de César Franck;
La czardas de Monti;
L'élégie des Erynnies de Massenet;
La chanson de Solveig de Grieg;
Ballade et polonaise de Vieuxtemps;
Des exercices de virtuosité sur une et deux cordes.

Le violonista exécute avec netteté les traits les plus rapides et avec expression les morceaux les plus chantants.

Deux manettes sont à la disposition de l'exécutant pour lui permettre de modifier l'interprétation du morceau de musique inscrit sur le rouleau perforé. L'appareil peut être accompagné par un pianiste ou synchronisé avec un piano pneumatique. Enfin plusieurs appareils peuvent être synchronisés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

DES MOYENS D'ÉCONOMISER L'ESSENCE D'IMPORTATION[1]

par

M. A. GREBEL,
ingénieur conseil.

M. LE PRÉSIDENT, MESDAMES, MESSIEURS,

Depuis que des comités scientifiques, des commissions de carburants, des « romanciers techniques » et des conférenciers font miroiter de soi-disant solutions immédiates et radicales de la « crise angoissante des carburants », on comprend que le public montre quelque lassitude et désaffection à cet égard. Une telle indifférence n'a été que trop justifiée récemment encore par l'enterrement du « carburant national » et par l'ascension des cours du charbon de bois quand on a voulu ressusciter le gazogène d'automobile avec mégalomanie.

Pourtant, la gravité du problème du ravitaillement de nos moteurs d'automobiles, d'avions et de machines agricoles empire rapidement.

Je vais donc essayer de retenir votre attention sur la dure et menaçante vérité, sur la nécessité impérieuse de réduire notre consommation d'essence. N'attendez pas de moi que je vous fasse espérer une solution de paresse, un remède miraculeux. Il en est de cela comme de la baisse du franc que tendent d'ailleurs à accentuer nos importations d'essence avec celles de textiles, de houille, de cuivre, de caoutchouc. Nous n'en sortirons que par un effort opiniâtre et permanent : il faudrait, avec une volonté farouche, éviter tout gaspillage, se restreindre même, favoriser les progrès industriels plus particulièrement dans les voies de l'amélioration du rendement des moteurs et des recherches longues et difficiles pour la fabrication économique de carburants synthétiques. Ceux qui emploient des véhicules dont la consommation par tonne kilométrique est exagérée; ceux qui peuvent utiliser des succédanés français à bon marché, et continuent à consommer de l'essence; ceux qui en brûlent pour des motifs futiles, ne font pas seulement tort à leur portemonnaie, mais tort à la France.

(1) Communication faite en séance publique par l'auteur le 12 juin 1926.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'EXTRACTION MONDIALE DE PÉTROLE ET LA PRODUCTION MONDIALE D'ESSENCE; LA CONSOMMATION FRANÇAISE D'ESSENCE.

J'ai déjà exposé ailleurs (2) que les nouveaux gisements de pétrole sont,

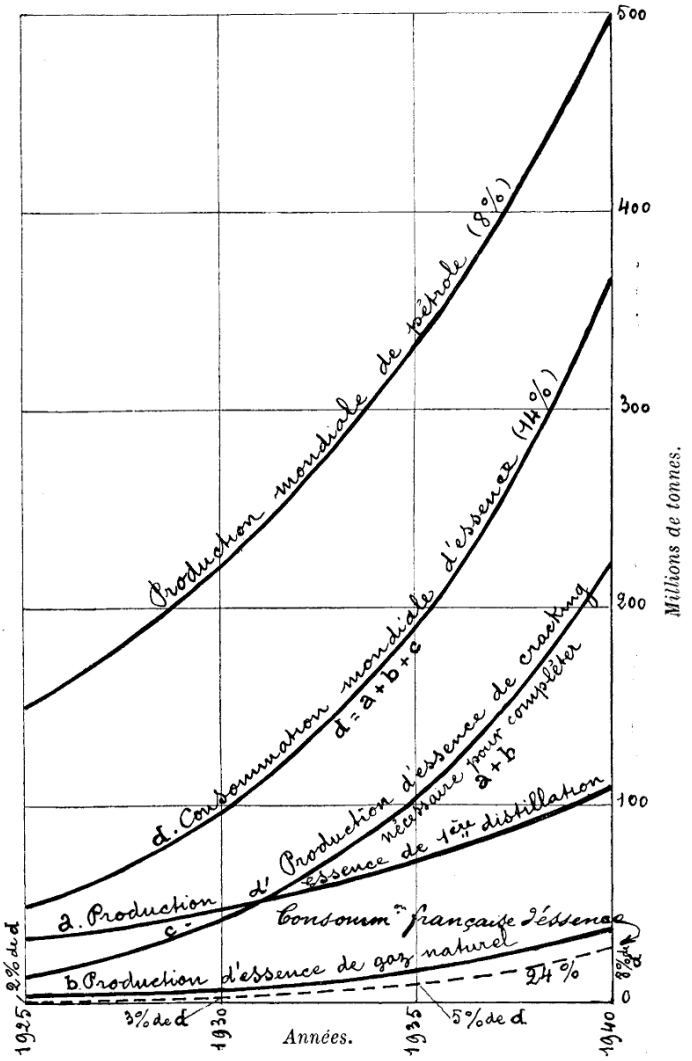


Fig. 1. — Extrapolation, au taux d'accroissements actuels, de la production et de la consommation d'essence.

(2) *L'accélération de la consommation de carburants en France, et les moyens d'y faire face* (*Le Génie Civil* du 24 avril 1926).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en général, pauvres en produits légers. On répond, quand même, à la demande d'essence rapidement croissante parce que, d'une part, on fait entrer, dans celle-ci, des fractionnements qui constituaient autrefois les « white spirits » et les têtes du pétrole lampant, et parce que, d'autre part, on « craque » une forte proportion de résidus lourds. C'est ce que montrent nettement les tableaux I et II ainsi que la figure 1.

En Amérique, le rendement du pétrole brut en essence de pétrole est passé, de 10,5 p. 100 il y a vingt ans, à 18 p. 100 au début de la guerre, puis à 26 p. 100 à la fin de celle-ci, et enfin à 35 p. 100 en 1925. Le cracking fournit actuellement 30 p. 100 environ de la production américaine.

Pendant l'année 1925, en millions de tonnes, chiffres arrondis :

— L'extraction mondiale de pétrole brut (qui croît à raison de 8 p. 100 par an) a été de 150;

— La consommation mondiale d'essence (qui croît à raison de 14 p. 100) a été de 50;

— La consommation française (qui croît à raison de 24 p. 100) a été de 1, soit 2 p. 100 de la consommation mondiale.

Sur les 50 millions de tonnes d'essence :

— 3 provenaient du dégazolinage du gaz naturel;

— 33 ont été obtenus par simple distillation du pétrole brut;

— 14 ont été obtenus par cracking d'une partie des 150 — 33 = 117 de pétrole désessencié. Un rendement de 30 à 45 p. 100, soit 33 p. 100 en moyenne réelle, correspondrait au cracking de 43 millions de tonnes de résidu.

Rendons-nous compte de ce qui se passerait en 1935 si les progressions géométriques actuelles des différentes productions et consommations se maintenaient :

— L'extraction mondiale de pétrole brut atteindrait 330;

— La consommation mondiale d'essence, 190;

— La consommation française, 10, soit 5 p. 100 de la précédente.

Sur les 190 millions de tonnes d'essence :

— 13 proviendraient du gaz naturel;

— 73 de la première distillation du brut;

— 104 devraient être extraits par cracking de 315 millions de tonnes de pétrole étêté. Or, dans notre hypothèse, on ne disposerait que de 330 — 73 = 257 dont on aurait de plus à tirer un certain contingent de pétrole lampant, d'huiles de graissage et d'autres dérivés.

On comprend facilement que, d'ici peu, les pétroliers vont se trouver forcés de substituer aux procédés de cracking employés, des procédés de cracking, catalyse et hydrogénation combinés, susceptibles de transformer

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

100 de produits lourds en 75 d'essence, ce qui permettrait de ne soumettre au traitement que 125 millions de tonnes de pétrole désessencié sur 257.

TABLEAU I. — PRODUCTION DE L'ESSENCE, AUX ÉTATS-UNIS, PAR LES TROIS PROCÉDÉS ACTUELS, EN 1925.

	Quantités (mètres cubes).	Pourcentage.
Essence de 1re distillation	27.423.546	67
Essence de cracking	10.902.010	26 (3)
Essence de casinghead (dégazolinage du gaz naturel)	2.719.690	7
	41.405.246	100

TABLEAU II. — RENDEMENT DU PÉTROLE BRUT EN ESSENCE, AUX ÉTATS-UNIS.

Années.	Rendement en essence p. 100 du pétrole brut.	Quantité du pétrole brut qui aurait été nécessaire avec les rendements anciens pour satisfaire les besoins de 1925.
Janvier 1926	36,9	»
— 1925	34,9	729
— 1924	33,1	769
— 1923	31,0	821
— 1922	29,5	889
— 1921	27,7	919
— 1920	26,8	949
— 1919	26,1	975
— 1918	26,1	975
— 1917	21,5	1.184
— 1914	18,2	1.399
— 1909	10,7	2.379
— 1904	10,2	2.471

En millions de barils (1 baril = 158, 196 litres).

Une évolution économique profonde se produira fatalement, car l'équilibre des fournitures d'essence et des autres produits du pétrole ne pourrait se maintenir longtemps encore sur les bases de 1925.

Prolongeons hors de raison notre extrapolation jusqu'en 1940 :

— L'extraction mondiale de brut atteindrait alors 500;

— La consommation mondiale d'essence, 370;

— La consommation française d'essence, 30, soit 8 p. 100 de la précédente.

Sur les 370 millions de tonnes d'essence :

— 35 proviendraient du gaz naturel;

— 110 de la première distillation du brut;

— 225 devraient être extraits, même avec un procédé à 75 p. 100 de ren-

(3) La production d'essence de cracking n'a cessé d'augmenter en 1925; de 25 p. 100 en janvier, elle est passée à 28 p. 100 en décembre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dement, de 300 millions de tonnes de pétrole étêté, alors qu'il n'en resterait en tout et pour tout que 500 — 110 = 390. On se heurte à une impossibilité, car il y aurait aussi à satisfaire des besoins de pétrole lampant, d'huiles lourdes diverses, à moins que l'extraction de pétrole se développe à raison de plus de 8 p. 100 dans les années qui vont venir.

Il peut paraître assez rassurant que la France ne consomme actuellement que 2 p. 100 de la production totale d'essence. Mais il faut considérer que ce taux montera vraisemblablement à 3 p. 100 en 1930, 5 p. 100 en 1935. D'autre part, il ne faut pas oublier que les États-Unis, qui sont les plus grands producteurs et dispensateurs d'essence, en sont aussi les plus grands consommateurs. Sur les 25 millions de véhicules automobiles en circulation dans le monde, ils en possèdent les 4/5; si la moyenne mondiale d'augmentation annuelle du nombre d'automobiles est de 14 p. 100, la moyenne pour les États-Unis seuls en est très voisine : 12 p. 100.

Quant à la France, son taux d'accroissement annuel est de 24 p. 100; il y avait en service 700.000 voitures en 1925; il y en aura plus de 2 millions en 1930, car nous sommes loin de la saturation.

Il est typique de constater, sur le tableau III : que la part des États-Unis dans nos importations de produits pétroliers est tombée de 77,6 p. 100 en 1925 à 62,6 en 1925, que le Mexique tend à ne plus rien nous envoyer et que le petit apport de la Russie croît conformément à une politique dont les à-côtés sont plutôt discutés.

L'hégémonie pétrolière de certains États est un grand danger; les diffi-

TABLEAU III. — ORIGINE PAR PAYS DE L'ENSEMBLE DES PRODUITS PÉTROLIERS IMPORTÉS EN FRANCE (d'après les statistiques de douane).

ANNÉES	RUSSIE		ROUMANIE		ÉTATS-UNIS		INDES ANGLAISES		INDES NÉERLANDAISES	
	tonnes	p. 100	tonnes	p. 100	tonnes	p. 100	tonnes	p. 100	tonnes	p. 100
1923	6.400	1,3	17.500	1,3	1.032.900	77,6	400	0,0	—	—
1924	22.600	1,4	22.000	1,4	1.174.700	75,1	100	0,0	1.800	0,1
1925	80.400	4,3	25.200	1,3	1.230.200	62,6	—	—	—	—

ANNÉES	AUTRES PAYS D'ASIE		MEXIQUE		ÉGYPTE		DIVERS	
	tonnes	p. 100	tonnes	p. 100	tonnes	p. 100	tonnes	p. 100
1923	59.200	4,4	42.300	3,2	—	—	143.900	10,8
1924	41.300	2,6	24.400	1,6	35.500	2,3	242.400	15,5
1925	139.000	7,0	100	0,0	25.900	1,3	450.200	22,5

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cultés de notre ravitaillement en temps de paix et surtout en cas de nouveau conflit entre grandes nations ne peuvent que s'aggraver de plus en plus, si on n'apporte pas de remèdes efficaces à notre situation.

LES MOYENS DE RÉDUIRE NOTRE CONSOMMATION D'ESSENCES IMPORTÉES.

Il n'y a guère que deux moyens, en dehors du recours aux restrictions :

1° produire des quantités importantes de carburants de remplacement et rechercher le pétrole en France métropolitaine et coloniale;

2° améliorer le rendement des moteurs.

Je ne m'occuperai pas ici des modes de traction concurrents du moteur à explosion ou à combustion, bien qu'aucune raison technique ni économique n'explique l'abandon à peu près complet des véhicules à accumulateurs électriques et des camions à vapeur (4). Évidemment, les uns et les autres sont lourds, coûtent assez cher de première acquisition et d'entretien, et présentent certaines sujétions d'approvisionnement. Les premiers ont par contre l'avantage de consommer de l'électricité, produit national comme le fait remarquer M. Tribot-Laspière, mais ils sont infériorisés au point de vue de la rapidité des démarrages et des grandes vitesses.

A l'opposé, rentreront, dans le cadre de cet exposé, les solutions qui comportent l'addition sur les voitures munies de moteurs à essence, soit d'un gazogène avec épurateur permettant l'utilisation de charbon de bois, soit de tubes amovibles à gaz comprimé; comme les précédentes, ces solutions réduisent le rayon d'action et la capacité de transport.

AUGMENTATION DE NOS RESSOURCES EN PÉTROLE FRANÇAIS.

Les recherches de pétrole à Gabian ont été couronnées d'un succès plutôt rare dans les annales des sondeurs. Les quelques milliers de tonnes que peuvent donner les puits productifs existants, ajoutés aux 64.000 t de Péchelbronn et aux 1.000 t recueillies en Algérie, ne représentent pas un bien gros tonnage, mais quel encouragement ne s'en dégage-t-il pas pour les prospecteurs privés? Au lieu de les voir s'hypnotiser autour de la concession d'État du gisement de Gabian, qui n'est peut-être qu'une tache, on préférerait les voir s'attaquer plus hardiment à des régions comme, par exemple, celle qui avoisine Alais et où abondent les indices d'hydrocarbures. Ainsi que le fait remarquer M. Brunschweig, des gisements peuvent être aussi découverts, en

(4) Voir à propos de ces solutions dont l'emploi ne s'est pas développé en France depuis la guerre : *Le problème du carburant pour les moteurs d'automobiles et les petits moteurs agricoles ou industriels*, dans *Le Génie Civil* des 14, 21 et 28 juin 1913, page 146.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU IV. — MATIÈRES PREMIÈRES ET PROCÉDÉS DE FABRICATION PRINCIPAUX DES CARBURANTS NATIONAUX.

ORIGINE	NUMÉROS	PRODUITS NATURELS	PREMIER TRAITEMENT (et condensation).	PRODUIT IMMÉDIAT	TRAITEMENTS SECONDAIRES	PRODUIT INTERMÉDIAIRE	TRAITEMENT FINAL (et raffinage).	PRODUIT FINAL (Gaz, carburants, combustibles liquides).
Minérale.	1	Gaz naturel.	Dégazolinage.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Essence.
	2	Pétrole.	Fractionnements.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Essence.
				. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Huile lampante.
				. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Huiles lourdes.
				Résidu.	. . . . .	. . . . .	Cracking, catalyse, hydrogénation.	Essence et huiles.
	3	Asphaltes.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Id.	Essence et huiles.
	4	Schistes.	Pyrogénation.	Gaz.	Dégazolinage.	. . . . .	. . . . .	Essence.
				. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Essence.
				. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Huile lampante.
				. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Huiles lourdes.
				Goudron.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	»
				Gaz.	Compression.	. . . . .	. . . . .	Gaz comprimé.
					Débenzolage.	. . . . .	. . . . .	Benzol.
					Liquéfaction.	Hydrogène.	. . . . .	»
						Ethylène.	Traitement complexe.	Alcool éthylique et carbures éthyléniq.
	5	Houilles grasses.	Pyrogénation à haute température.	Goudron.	Fractionnement.	. . . . .	. . . . .	Benzol.
						. . . . .	. . . . .	Huiles lourdes.
						Naphtaline.	Hydrogénation.	Tétraline.
					Gazéification par la vapeur.	Gaz à l'eau	. . . . .	»
				Coke.	Combinaison avec le calc. au four élect.	Carbure de calcium.	Hydratation.	Acétylène.
				Gaz.	Dégazolinage.	. . . . .	. . . . .	Essence et benzol.
						. . . . .	. . . . .	Essence.
						. . . . .	. . . . .	Huiles.
	6	Lignites.	Pyrogénation à basse température.	Goudron.	Fractionnement.	Crésols.	Hydrogénation.	Essence et benzol.
						Huiles concrètes.	Cracking et hydrog.	Essence.
				Semi-coke.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	»
	7	Combustibles divers.	Cracking, catalyse, hydrogénation.	Gaz.	Dégazolinage.	. . . . .	. . . . .	Essence.
				. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Essence.
				. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Huiles.
				Coke.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	»
Végétale.	8	Plantes alcooligènes.	Traitement complexe, fermentation.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Alcool éthylique.
	9	Plantes oléagineuses.	Pressage ou dissolution.	Huiles végétales.		Gaz.	Dégazolinage.	Essence.
					Catalyse.	. . . . .	. . . . .	Essence.
						. . . . .	. . . . .	Huiles.
						Résidu.	. . . . .	»
					Sans traitement.	. . . . .	. . . . .	Huiles pour moteurs.
	10	Plantes résineuses.	Distillation du gemme.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Térébenthine.
				Colophane.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	»
	11	Bois.	Traitements complexes.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Alcools ou cétones.
			Carbonisation.	Charbon de bois.	Gazéification par l'air humide.	. . . . .	. . . . .	Gaz pauvre.
	12	Chlorophylle.	Action des chlorures métalliques sur extraits.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Essence.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'absence d'indices extérieurs par des sondages heureux, implantés d'après de « judicieuses conceptions géologiques ».

Quant au raffinage de pétroles bruts étrangers et au cracking de résidus étrangers en France, ils ne peuvent évidemment nous libérer d'importations de produits pétroliers. Nous avons importé, en 1925, environ 2 millions de tonnes de dérivés du pétrole dont 1 million de tonnes d'essence, 300.000 t de raffiné, 300.000 t d'huiles de graissage, 300.000 t d'huiles pour moteurs et brûleurs (non compris la consommation de la Marine). Pour que le traitement de grandes quantités de bruts soit vraiment intéressant, il faudrait donc, nous l'avons déjà expliqué, que la nature de ces bruts et le procédé de traitement permettent d'en tirer au moins 60 p. 100 d'essence et 15 p. 100 de lubrifiants, sans nous embarrasser de résidus surabondants et de moindre valeur.

PRODUCTION DE CARBURANTS DE REMPLACEMENT

Si on laisse de côté les produits animaux (huiles de poisson par exemple), l'utilisation des chutes d'eau pour la fixation du carbone et de l'hydrogène sous une forme susceptible de fournir plus ou moins directement des hydrocarbures ou hydrocarbonés (carbure de calcium par exemple), l'intervention de l'eau pour fournir l'hydrogène et l'oxygène nécessaires dans certaines réactions (gaz à l'eau, acétylène par exemple), on dispose de deux grandes sources de produits susceptibles d'être valorisés sous forme de carburants : les combustibles minéraux et les végétaux (5).

Le tableau IV donne la liste des différentes matières utilisables provenant du sous-sol ou du sol et le détail des traitements successifs qu'on peut leur faire subir pour les transformer en gaz, carburants et combustibles liquides.

Nous allons les passer rapidement en revue dans le même ordre :

1) *Gaz naturel.* — Malheureusement, le gisement de gaz naturel, d'ailleurs peu riche en essence, de Vaux-en-Bugey est déjà épuisé.

2) *Pétrole.* — Il vient d'être question plus haut de notre production de pétrole déjà notable quoique peu importante. La production française d'essence de pétrole naturel n'a pas été que de 4.400 t en 1925.

3) *Asphaltes.* — Les asphaltes très employés pour le revêtement des chaussées et trottoirs n'ont pas à faire l'objet d'une transformation qui ne peut être que laborieuse.

4) *Schistes.* — Les schistes de l'Autunois ne donnent actuellement par an qu'un tonnage infime de produits liquides : 4.800 t dont 400 t d'essence environ. L'exploitation du gisement de l'Allier a été interrompue pendant la guerre.

(5) Voir dans *Le Génie Civil* des 9, 16 décembre 1922 et du 4 avril 1925, *Étude de la question des carburants en France* et *La transmutation hydrogénée des combustibles en carburants*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

5) *Houilles.* — Avec les cokeries et les usines à gaz, nous abordons la source actuellement la plus importante de carburants et de combustibles liquides. Malheureusement, il y a discordance entre l'allure lente de son développement et l'allure vertigineuse de l'accroissement de nos besoins en essence et huiles lourdes (fig. 2).

Je ne ferai que rappeler la possibilité, confirmée par des exploitations commerciales, d'employer le *gaz comprimé* au lieu de l'essence dans les moteurs d'automobiles. J'en avais étudié la technique et l'économique dès 1912 (6) et j'ai montré en 1922 (7) que le gaz de houille est, pour tous usages et en fait de calories productibles en France, la source présente et potentielle de beaucoup la plus importante. Le méthane et les bouteilles frettées n'ont rien de neuf ni d'aventuré. Le formène, qui doit être réfractaire à la détonation, doit pouvoir donner d'assez bons résultats dans les moteurs à faible vitesse linéaire de piston. Il n'y a aucune difficulté technique à cette application, mais de nombreuses objections commerciales et psychologiques : difficulté d'approvisionnement et de manutention; valeur relative considérable d'emballage à marchandise; diminution de la charge utile; craintes de fuites, d'explosions et d'incendie..., routine et indifférence indécrottables. Je souhaite, à ceux qui réinventent l'emploi du gaz comprimé dans les automobiles, de réussir là où j'ai échoué il y a 14 ans, ainsi que M. Neu.

Pour un grand nombre de fabrications synthétiques, le gaz de houille lui-même, son éthylène, son oxyde de carbone, son méthane et surtout son hydrogène peuvent servir de matière première.

La fabrication de l'alcool éthylique au moyen de l'éthylène du gaz, en passant par l'acide sulfovinique, suivant la réaction classique, a fait l'objet de travaux de MM. de Loisy et Lebeau. En partant d'un mélange de méthane et d'hydrocarbures à 20 p. 100 d'éthylène, extrait du gaz en même temps que l'hydrogène destiné à la synthèse de l'ammoniaque, la Compagnie des Mines de Béthune, après des études dont il faut la féliciter hautement, a établi un atelier qui peut produire journellement environ 4 t d'alcool éthylique mélangé d'un peu d'éther (soit 1.200 t par an) et 0,5 t d'hydrocarbures. Les usines françaises, en marche ou en montage, fabriquant ou devant fabriquer de l'ammoniaque synthétique au moyen de l'hydrogène des excédents de gaz des cokeries, sont susceptibles de produire au plus 200.000 t de sulfate d'ammoniaque au total et annuellement. Si on y appliquait les procédés ci-

(6) Voir *Un nouvel emploi du gaz de ville* (*C. R. du Congrès de la Société technique du gaz*, de juin 1913) et *L'emploi du gaz dans les automobiles* (*Le Génie Civil* du 1er février 1919).

(7) Voir *Étude de la question des carburants en France; nos besoins et nos ressources. Les valeurs respectives des divers carburants et combustibles liquides. Un programme général d'amélioration de notre situation en temps de paix et de guerre; ses répercussions économiques* (*Le Génie Civil* des 9 et 16 décembre 1922).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dessus, elles pourraient donner 12.000 t d'alcool éthylique par an. Les estimations les plus optimistes, portant sur la totalité de l'éthylène contenu dans

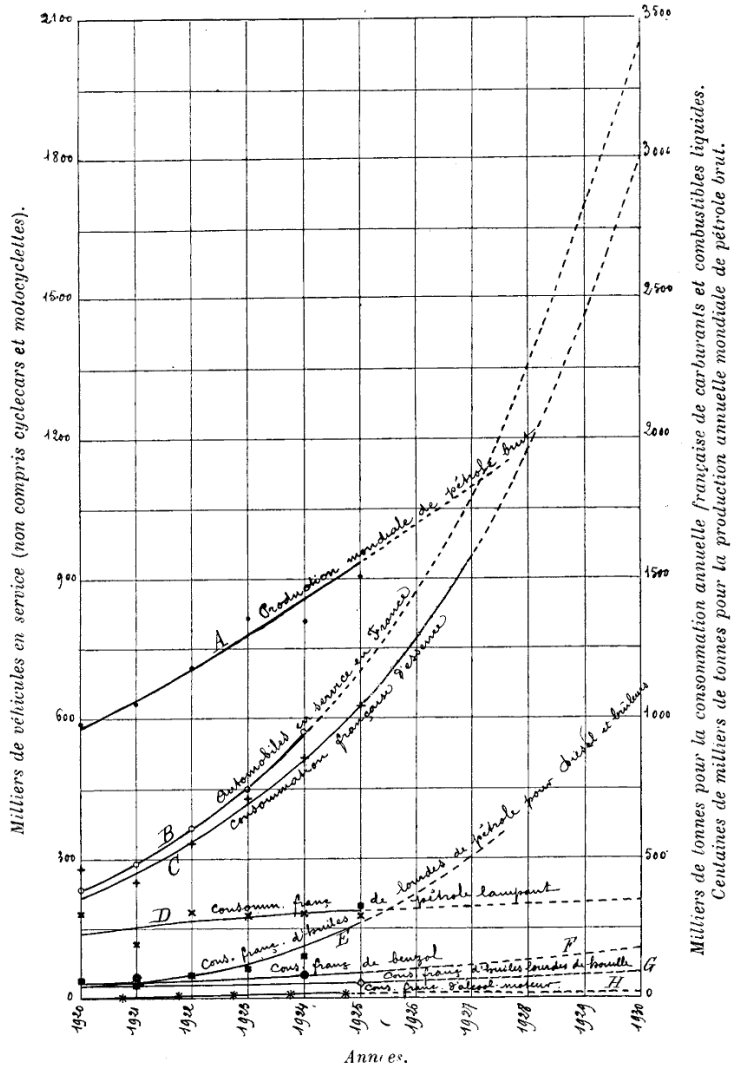


Fig. 2. — Consommation française de carburants (avec extrapolation de 1925 à 1930).

A, Production mondiale de pétrole brut à raison de 8 p. 100 par an (doublement en 8, 5 ans).
B, Nombre d'automobiles en service en France, à raison de 24 p. 100 par an (doublement en 3, 25 ans).
C, Consommation française d'essence, à raison de 24 p. 100 par an (doublement en 3, 25 ans).
D, — de pétrole lampant (éclairage surtout).
E, — d'huiles lourdes de pétrole pour Diesel et brûleurs.
F, — de benzol (industrie chimique comprise).
G, — d'huiles lourdes de houille pour Diesel et brûleurs.
H, — d'alcool dans des moteurs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le gaz de 9 millions de tonnes de houille carbonisée, ne peuvent dépasser 100.000 t. On ne trouvera donc là qu'un faible appoint, d'autant que le décalage considérable entre les besoins d'essence et la récupération possible d'éthylène s'accentue rapidement.

La Compagnie des Mines de Béthune se propose aussi d'utiliser l'oxyde de carbone du gaz pour produire, avant l'ammoniaque, un peu d'alcool méthylique, et le méthane, beaucoup plus abondant d'ailleurs, pour produire des hydrocarbures liquides, en quantités importantes.

Au point de vue du carburant, cette dernière solution me paraît bien plus intéressante, de même qu'il serait préférable, à mon avis, de condenser l'éthylène sous forme de carbures éthyléniques qu'on obtient déjà accessoirement en quantités appréciables dans le procédé Patart, plutôt que de le transformer en alcool méthylique.

La production française de *benzol* n'a pas dépassé 47.500 t en 1925, quand la consommation, dont une grande partie est allée aux industries chimiques, a atteint 75.000 t. Vers 1930, quand on dépensera 3 millions de tonnes d'essence dans les automobiles, on n'en fabriquera pas 80.000 t. L'écart ira rapidement croissant, car notre production de benzol ne se développe qu'à raison de plusieurs centièmes par an, tandis que notre consommation grossit à raison de 24 p. 100 (doublement en 3 ans et 3 mois). Ce n'est évidemment pas une raison pour ne pas augmenter le plus rapidement possible l'extraction du benzol du gaz de ville. Conformément à la loi du 22 juillet 1923, la Commission d'Études, instituée par l'arrêté du 15 janvier 1925, a déjà fait signer une série d'arrêtés qui ordonnent la mise en service, dans un délai de deux ans, d'installations de débenzolage dans les usines de :

Paris (S. G. P.) et de sa banlieue (E. C. F. M.) à dater du 23 octobre 1925; — Bordeaux, 27 février 1926; — Lyon, 17 mars 1926; — Le Mans, 4 avril 1926; — Le Havre et Reims, 29 avril 1926; — Versailles, 30 avril 1926.

Ces décrets ministériels n'ont pas attendu que soit éclairée, comme l'est celle des gaziers anglais par les rapports de la « National Benzole Association », la religion des gaziers français dont plusieurs se sont engoués du débenzolage par le charbon activé à l'inverse de ce qui se passe en Amérique, en Angleterre et même en Allemagne où on l'a essayé depuis plusieurs années. Si l'on se dégage des questions de personnes, de relations industrielles et financières, de concurrence commerciale, il apparaît que :

— Le débenzolage à l'huile, dont j'ai déjà parlé ici en juin 1921, a fait ses preuves. Il donne de bons résultats si l'on se sert de laveurs assurant un temps de contact suffisant et si l'on renouvelle l'huile en service dès qu'elle devient trop visqueuse. Il est tout indiqué pour les très grandes et grandes usines situées à proximité d'une distillerie de goudron. Il ne convient pas

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour les moyennes et petites usines éloignées, d autant qu'il faut rectifier l'huile légère provenant du débenzolage, complication peu acceptable en dehors des grandes exploitations;

— Étant donné le caractère capricieux de l'action sélective du charbon activé (Norit, Urbain, Bayer, etc.) avec des gaz plus ou moins clarifiés et épurés, plus ou moins chargés en oxyde de carbone, bien des déboires déconcertants attendent les exploitants dans nombre d'usines à gaz. A mon sens, ce procédé est, de toutes façons, à rejeter pour les grandes usines, car le charbon des filtres, dont il faut de grands stocks, coûte 30, 40 fr et plus le kilogramme;

— Quant au débenzolage par la tétraline (Brégeat), qui paraît devoir procurer le meilleur rendement et la meilleure rentabilité, il faut attendre les résultats des installations faites en Allemagne, puisqu'on ne l'a pas encore appliqué dans les usines à gaz françaises. Pour le moment, on devrait importer la tétraline d'Allemagne où elle est cotée aux 2/3 du prix du benzol moteur, de sorte qu'elle pourrait revenir à 4-5 fr le kilogramme, rendue franco de douane, de port et d'emballage à retourner.

— On comprend que les comparaisons se font difficilement, toutes autres choses étant égales, et sans partialité. Ainsi j'ai entendu soutenir que l'huile ne donnait pas de bons rendements par un gazier, intéressé dans une affaire de charbon, qui avait commandé antérieurement des appareils pour l'huile au constructeur le meilleur marché en omettant précisément d'exiger une garantie de rendement. D'autres s'exagèrent l'économie, portant uniquement sur la dépense de vapeur parmi tant d'autres, que peut procurer le chauffage des appareils de désessenciement et de distillation suivant un système d'ailleurs ingénieux (Bormann, 1917; O. Guillet, 1924) par des chaleurs perdues. Sans attendre que le sujet ne soit plus d'actualité, je publierai, sous peu, un essai de comparaison faisant ressortir le bénéfice journalier, avec les trois procédés concurrents, pour des usines de 500.000, 100.000, 20.000 et 4.000 m^3 par jour. Le classement n'est pas le même dans ces différents cas. Contrairement à une impression superficielle, l'équilibre pécuniaire de l'opération est très précaire dans les moyennes et petites usines. Une amélioration de notre change, entraînant une baisse du cours des essences, amènerait facilement un déficit d'exploitation, alors que le débenzolage paraît nettement avantageux avec le prix de 2,25 fr et plus pour le kilogramme de benzol-auto non lavé, si l'on ne tient pas compte de tous les éléments du prix de revient net.

Nul n'ignore que la distillation pyrogénée des houilles à gaz et la carbonisation des houilles à coke donnent aussi des quantités importantes de *goudron* (435.000 t en 1925). Malheureusement le service des Ponts et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Chaussées et les autres services de voirie ont absorbé, cette même année, 50.000 t de goudron simplement étêté, et 85.000 t de goudron brut. Contrairement à l'intérêt national, on a répandu sur les routes 36.000 t d'huiles lourdes de goudron susceptibles d'applications autrement intéressantes. C'est ainsi qu'on se plaint, et non sans exagération d'ailleurs, de manquer en France d'huiles de lavage pour le débenzolage. Je noterai, au passage, qu'il est inexact de soutenir que le charbon à gaz ne peut fournir assez d'huile pour l'absorption du benzol de son gaz. Il y a là un équilibre largement assuré de même que la quantité de soufre récupérable, transformée en acide, suffirait à saturer l'ammoniaque formé pendant la distillation. Évidemment, il ne faut pas perdre trop d'huile par primage, ni jeter l'huile usagée sans la régénérer. Il ne tient qu'à ceux qui contrôlent l'industrie du goudron de houille de s'opposer à ce qu'on répande sur les chaussées autre chose que du brai gras, émulsionné d'eau et chauffé. Les mots de scandale, de vandalisme ne sont pas trop forts pour stigmatiser ce gaspillage qui résulte de l'étanchéité des cloisons ministérielles. Je suis d'ailleurs persuadé que des ingénieurs remarquables et remplis des meilleures intentions répondront qu'ils ont utilisé au mieux leurs crédits pour l'entretien des routes dont les automobilistes ne cessent de se plaindre. Espérons que des revêtements pas trop chers comme celui effectué au silicate se révéleront plus avantageux que le tarmacadam, que le brayage et même que le barbare goudronnage.

Sans parler de la transformation possible de 45-50 p. 100 du goudron en essence par hydrogénation catalytique, sans insister à nouveau sur la pénurie d'huile de lavage et de créosotage, rappelons que certaines fractions d'huile remplacent très bien, pour le chauffage et les moteurs Diesel, les fuel-oils et les gas-oils d'importation, dont la consommation a brusquemont monté depuis qu'on a facilité leur entrée par une réglementation douanière plus rationnelle.

Du goudron, on tire aussi de la *naphtaline* dont l'emploi direct ou en dissolution dans les automobiles ne va pas sans complications et inconvénients. Il est assez difficile d'évaluer les disponibilités de ce produit qui se vend mal et qu'on cherche à écouler autant que faire se peut dans les huiles à créosoter les traverses et poteaux.

On sait la transformer en hydrure ou tétraline, et on arriverait probablement à en fabriquer 10.000 t par an, si on en trouvait la vente. C'est d'ailleurs un carburant impossible pour les services de voyageurs tellement il est malodorant. En tant que tiers solvant, la tétraline ne peut trouver un débouché important. Seul, le procédé de débenzolage Brégeat serait susceptible de lui en procurer un.

La firme Rieder est installée pour en fabriquer 100 t par jour suivant la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

modalité d'hydrogénation due à Sabatier et Senderens, et qui exige des matières premières pures ; elle livre la tétraline franco dans toute l'Allemagne au prix de 30 marks les 100 kg quand le benzol-moteur vaut 45 marks. En France, il a été question d'installer, d'après le procédé mis au point par Rieder, une usine pouvant produire 15 puis 5 t par jour.

Comme on le souhaiterait à beaucoup d'inventeurs, un inventeur russe a été écouté par une grande société gazière qui va essayer son procédé d'hydrogénation par le gaz à l'eau sur de la naphtaline ordinaire. Cet inventeur a eu, entre autres idées, celle de proposer d'effectuer la réaction dans le cylindre d'un moteur Diesel, servant de compresseur, ce qui permettrait de réaliser de fortes pressions et de hautes températures. Si ce procédé devenait une réalité industrielle, on pourrait fabriquer à bon compte la tétraline qu'on substituerait avantageusement pour le débenzolage à l'huile de houille ; et celle-ci deviendrait disponible pour les moteurs à combustion interne.

Je ne m'attarderai pas sur les emplois du coke pour fabriquer du gaz à l'eau et du carbure de calcium qui peuvent servir de départ aux synthèses du méthane, de l'alcool méthylique, sauf en ce qui concerne ce dernier. Toutefois, la voie de l'acétylène qui met la houille blanche, dont nous sommes bien pourvus, au service de ces synthèses, qui condense somme toute de l'énergie électrique sous forme d'énergie calorifique latente, transportable et utilisable en tous lieux, mérite de retenir nos réflexions. N'y a-t-il pas là l'amorce de procédés rationnels et féconds de fabrication d'hydrocarbures artificiels?

En présence de catalyseurs appropriés, dans des conditions convenables de température et de pression, le gaz à l'eau additionné d'hydrogène ou même de gaz hydrocarburés peut être transformé en alcool méthylique mélangé d'alcools supérieurs, d'autres hydrocarbonés et même d'hydrocarbures.

C'est ainsi que Fischer, dans la phase d'hydrogénation scientifique, a réalisé le « synthol » ; les alcools supérieurs (de préférence à l'alcool méthylique non susceptible de donner des hydrocarbures condensés) peuvent être convertis à leur tour en naphtènes baptisés « synthine » ; la fabrication de l'aldéhyde formique peut de même se rattacher à la synthèse de l'alcool méthylique. En tous cas, la Badische Anilin-und Soda-Fabrik exporte déjà du méthanol qui concurrence l'alcool méthylique de la carbonisation du bois.

M. Audibert et la Société nationale de Recherches sur le Traitement des Combustibles (contrôlée par l'Office national des Combustibles liquides et les grands groupements charbonniers et pétroliers) poursuivent leurs travaux de laboratoire à Villers-Saint-Paul ; ils seraient près de toucher au but,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

contrairement aux médisances qui vouent cet organisme à un rôle d'éteignoir; on annonce qu'une installation semi-industrielle sera équipée à Lens, fin 1926, pour produire, au moyen du gaz à l'eau et de l'hydrogène du gaz de cokerie, 500 kg d'alcool méthylique par jour.

Quant à M. Patart, à la firme du Pont de Nemours et aux Établissements Kuhlmann, ils entrent déjà, paraît-il, dans la voie des réalisations industrielles.

Comme le gaz à l'eau ($CO + H^2$) peut être fabriqué non seulement avec du coke de houille, mais avec de l'anthracite et avec des briquettes de coke de lignite, comme nous disposons d'autre part d'excédents de gaz hydrocarburés, il y aurait là une source importante de carburants, si on savait les transformer, sans trop de frais, en hydrocarbures, car de l'aveu autorisé de M. Patart lui-même, l'alcool méthylique trop oxygéné n'est pas un carburant intéressant.

6) *Lignites.* — La distillation à basse température des charbons et lignites donne des résultats différents mais assez parallèles à ceux de la distillation à haute température. Je renvoie aux travaux de MM. Ch. Berthelot, Pétroff, Schwers et de tant d'autres sur ce mode de distillation et sur les goudrons primaires. Il n'est pas nécessaire de rappeler, si ce n'est en quelques mots, qu'on obtient ainsi : du gaz riche contenant des vapeurs de benzol en proportion relativement élevée; des produits de condensation composés de véritables essences de pétrole, d'huiles lampantes forméniques, d'huiles combustibles, d'un peu d'huiles lubrifiantes, de corps à fonction phénolique supérieurs, de paraffines, etc.; un grand pourcentage de semi-coke généralement pulvérulent. Le soufre est une impureté gênante dont la teneur souvent élevée dans les produits liquides en réduit la valeur marchande.

J'ai déjà montré que, lorsqu'on part d'un assez bon combustible, l'opération ne peut être fructeuse, sauf dans quelques cas particuliers, que si on valorise le gaz et surtout le semi-coke, sous-produit abondant. Les crésols et autres phénols supérieurs invendables peuvent d'ailleurs être transformés par hydrogénation suivant la méthode de Fischer. De même, de nombreux procédés de cracking, catalyse et hydrogénation permettraient de transformer les fractions lourdes du goudron en produits légers, volatils.

La carbonisation à basse température pourrait apporter une contribution fort appréciable à notre alimentation en carburants si elle se développait comme on doit le souhaiter.

En fait d'installations intéressantes, on n'en peut guère citer que deux destinées à traiter des lignites : celle de Millau montée avec des fours Pieters et comprenant aussi une distillerie pour le goudron; et celle de Laluque

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

montée avec des cornues Tozer et comprenant aussi des ateliers de séchage et de briquetage.

La première usine est arrêtée et la seconde a suspendu momentanément son exploitation pour des raisons non techniques.

Dans la Sarre, il existe, aux Laboratoires des Mines dirigés par M. J. Sainte-Claire Deville, deux fours Salerni pouvant distiller chacun 12-15 t de charbon broyé, par jour. Ils fournissent un semi-coke qu'on mélange au charbon lui-même pour améliorer les qualités de son coke.

7) *Combustibles divers* — Plutôt que de laisser aller la distillation pyrogénée de la houille et d'autres combustibles solides ou visqueux, jusqu'à la production de gaz, puis de recombiner une partie de ce gaz avec le peu de liquides lourds obtenus, il peut paraître plus élégant d'obtenir directement un pourcentage intéressant d'huiles par un traitement approprié de la matière première. Au fond, c'est à la réalisation de ce formidable problème et en employant de hautes pressions, que Bergius a dépensé tant d'ingéniosité, de ténacité et d'argent (8).

De la dernière conférence de cet inventeur allemand, il faut surtout retenir : que les bilans pondéraux publiés semblent correspondre à un rendement calorifique impossible, que le procédé, en se complétant, a beaucoup perdu de sa belle simplicité de principe. En effet, à la « berginisation » proprement dite, se superposent maintenant trois traitements connexes :

a) distillation, essorage et distillation pyrogénée du résidu pâteux (huile et charbon);

b) extraction de l'hydrogène du gaz résiduel par action de la vapeur d'eau et d'un catalyseur;

c) rectification des huiles, lavages du carburant.

On n'évite plus la pyrogénation et si l'on veut considérer les gaz riches en méthane, obtenus, comme sous-produit, qu'il faut évidemment valoriser, on doit s'adresser à une autre source extérieure d'hydrogène.

Dans la correspondance que j'ai échangée avec l'inventeur, il soutient :

— qu'il n'a pas dépensé 30 millions de marks-or pour ses essais proprements dits; que l'appareillage dure longtemps et que son amortissement ne grève pas trop les frais de fabrication;

— que le rendement avec les charbons « *propres* à la berginisation » dépasse 50 p. 100 en combustibles liquides;

— il avoue que les houilles courantes ne donnent que 35 p. 100 et même moins d'huiles;

— il ajoute que, s'il fallait 1,5 t de charbon pour le chauffage et la force

(8) Voir dans *Le Génie Civil* du 20 février 1926, *L'obtention d'hydrocarbures liquides par l'hydrogénation directe du charbon, suivant le procédé Bergius.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

motrice, en dehors de la tonne soumise au traitement, le procédé ne serait pas viable; mais il ne faut que 1,4 t en tout si on utilise l'excédent de gaz non nécessaire à la régénération d'hydrogène et le coke résiduaire.

Quoi qu'il en soit, le procédé Bergius ne semble pas près d'être appliqué, en France ni même ailleurs, par les industriels qui s'étaient ménagé des options.

Je ne dirai rien des nombreux procédés qui ne visent qu'à transformer des résidus liquides en carburants volatils, dont les laboratoires ou usines d'essais ne sont jamais visibles ou en état de fonctionner quand on veut les visiter, ce qui n'empêche pas les appels de fonds grâce à une publicité tapageuse dans les milieux mal informés.

Il rejaillit toutefois de ces affaires aventureuses un discrédit général sur tous les procédés de fabrication des carburants de synthèse. Et alors, pour quelques dénigrements systématiques mais non intéressés, à quels heurts de compétitions de toutes natures n'assiste-t-on pas?

Afin de faire à la fois toucher du doigt les difficultés de la mise en œuvre d'un procédé de ce genre par ses tenants, et les difficultés pour des experts commis ou bénévoles d'apprécier un tel procédé à sa juste valeur, je citerai l'exemple Prudhomme dont il est beaucoup parlé et dont les débuts difficiles, remontant à plusieurs années, ont suscité des appréciations diverses

Sous l'impulsion de M. Houdry, cette affaire, qui ne fait pas encore appel au crédit public, en est au point où elle peut livrer son laboratoire et son usine de Beauchamp aux investigations de spécialistes français et étrangers. J'ai pu constater que le but, relativement modeste d'ailleurs, visé par MM. Houdry et Prudhomme, est atteint au laboratoire. Je m'empresse de le proclamer en toute indépendance parce que je suis peiné de voir des esprits chagrins se refuser à admettre les résultats encourageants obtenus par des Français, puis détourner les porte-parole des consommateurs de prêter leur concours moral à des recherches dont ces derniers doivent être les premiers à profiter. Quant à la rentabilité industrielle du procédé en question, je me garderai bien d'en parler, faute d'avoir pu, jusqu'à présent, me faire une opinion personnelle sur le rendement de son exploitation et sur la valorisation de ses sous-produits, gaz et semi-coke. Voici les principes techniques mis en œuvre :

Le lignite ou autre combustible est distillé à base température; une circulation de gaz résiduaire et de gaz à l'eau fabriqué aux dépens du semi-coke s'oppose à toute pyrogénation des matières volatiles. On évite, d'abord au sortir de la cornue, toute condensation des vapeurs contenues dans le gaz qui est épuré à chaud de son soufre avant de passer sur trois catalyseurs. Après

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

réfrigération et abandon de ses produits de condensation, le gaz est ensuite dégazoliné dans des absorbeurs.

La totalité du goudron primaire, qui se formerait si le gaz était refroidi avant de passer sur les catalyseurs, est ainsi transformée volume pour volume en essence et en pétrole assez léger. L'inventeur attribue ce résultat à ce que les hydrocarbures dilués dans le gaz ne subissent pas, par condensation avant catalyse, une polymérisation, une stabilisation moléculaire. Suivant un autre procédé Prudhomme, applicable aussi à d'autres produits lourds, les parties lourdes soumises à l'hydrogénation donnent de l'essence contenant en particulier des carbures aromatiques et des cyclohexanols.

A mon avis, l'avenir est — je ne crains pas de le redire — à des procédés de ce genre. Une industrie des carburants de synthèse, utilisant des combustibles minéraux solides provenant de notre sous-sol, ne permettrait pas de supprimer totalement et rapidement les importations d'essence, mais elle serait d'un appoint sûr et elle pourrait, jusqu'à un certain point, ajuster sa capacité de production à la demande si rapidement croissante.

Mais là encore, il ne faut pas s'illusionner.

Supposons, en effet, comme nous l'avons exposé ailleurs, qu'un procédé donne pratiquement 15 kg d'essence par 100 kg de charbon. Il faudrait, pour fabriquer annuellement 3 millions de tonnes d'essence, commencer par extraire 20 millions de tonnes de charbon supplémentaires, c'est-à-dire qu'il faudrait augmenter de moitié la production actuelle de nos mines. Se rend-on compte de ce que cela seul représente de travaux, d'immobilisations, de délais d'exécution, de main-d'œuvre, d'installation, puis d'exploitation? Songe-t-on que l'extraction actuelle de nos lignites ne dépasse pas 750 000 à 800 000 t par an?

Évidemment, on devrait s'attaquer de préférence aux combustibles inférieurs, aux déchets dont les compagnies minières sont embarrassées et qui ne fourniraient pas des quantités de coke difficiles à placer.

Il serait quand même déraisonnable d'espérer qu'on pourra créer de toutes pièces une industrie de l'essence synthétique susceptible de produire d'ici 5 ans plus de 250 000 à 500 000 t par an, représentant déjà le pourcentage fort honorable de 8 à 16 p. 100 de la consommation totale à cette époque.

8) *Plantes alcooligènes* — Nous arrivons aux sources culturales et forestières de combustibles solides et liquides qui sont aussi de grandes sources d'illusions. — M. Guiselin, qui prend part à tous les congrès de carburants depuis 20 ans, ne me démentira pas. — Ayant appartenu au dernier carré des rares ingénieurs qui, enseignés pas la faillite du premier alcool éthylique (hydraté) carburé (au benzol), osaient prévoir, dès sa naissance, l'échec du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

deuxième alcool (anhydre ou mélangé d'un tiers solvant) carburé (à l'essence), je n'insisterai pas sur le résultat lamentable de la bruyante campagne politico-scientifique de 1924. On ne peut pas tout de même ne pas constater, sur la figure 2, que l'alcool, utilisable dans les moteurs ordinaires grâce à sa carburation par le benzol ou l'essence, rampe péniblement sur l'axe des x; il n'en a été livré, pendant l'exercice octobre 1924-septembre 1925, que 21 400 t, dont 3 400 venant d'Allemagne, pour le carburant dit « national ».

A plusieurs reprises, dans *Chaleur et Industrie* et dans *Le Génie Civil*, j'ai eu l'occasion de prouver l'infériorité des combustibles contenant, comme l'alcool, plus de 25 p. 100 d'oxygène. J'ai également montré pourquoi il ne faut pas non plus compter beaucoup sur l'alcool colonial pour nous tirer d'embarras.

Je n'y reviendrai pas. Je profiterai cependant de l'occasion, tout en proclamant mon horreur des « briseurs d'efforts », pour déclarer que c'était un devoir, pour le dernier carré, d'essayer d'empêcher, à si peu d'intervalle, le renouvellement cuisant d'écoles identiques. Tâchons d'aiguiller les efforts vers les réalisations viables.

9) *Plantes oléagineuses.* — Si leur prix n'était prohibitif pour cet emploi, les huiles végétales devraient être utilisées directement dans les moteurs Diesel ou semi-Diesel. Quant à leur transformation catalytique partielle en essence, qui a fait l'objet des beaux travaux de M. Mailhe, c'est un lieu commun de dire qu'elle n'est pas actuellement viable, même si l'on pouvait valoriser le gaz riche résiduaire.

10) *Plantes résineuses.* — La térébenthine, qui peut être hydrogénée, n'est citée dans le tableau que pour mémoire. Ce serait évidemment un crime économique de la brûler dans des moteurs.

11) *Bois.* — On peut transformer la sciure de bois en alcools et cétones. S'ils ne sont pas considérés comme sous-produits d'une fabrication principale, leur prix de revient est alors élevé.

Cette communication serait incomplète si je ne disais un mot du « kétol » de Louis Lefranc, dont nous a entretenu une publicité financière tapageuse (9). Il est possible que la fraction, malodorante aussi, qui peut servir de solvant à d'autres combustibles, soit vendue à des prix abordables. M. le lieutenant-colonel Ferrus a constaté que, pure, elle se comporte bien dans les moteurs modernes « dont l'estomac est excellent ». Mais l'appoint du « kétol » est aussi quantitativement à passer au poste « pour mémoire ».

Enfin, solution plus prosaïque, on revient, sous l'égide de l'Office

(9) On traiterait aussi de la mélasse dans l'usine d'essai.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

national des Recherches et Inventions et de l'Office national des Combustibles liquides, à la gazéification du charbon de bois (ou de boulets d'autres combustibles) dans des gazogènes d'automobiles. La revue *Chaleur et Industrie* a sur le marbre un exposé où je justifie mon opinion réservée et pondérée sur l'avenir du « carburant » forestier qui n'est, pas plus que l'alcool, susceptible de remplacer l'essence d'importation, comme on l'a affirmé inconsidérément. Il faut même se garder de toute mégalomanie si l'on ne veut pas que le camion à gazogène retombe en sommeil; il y a bien assez à catéchiser les usagers possibles et les fabricants de charbon de bois pour lui assurer et lui conserver le champ d'application limité auquel il peut et doit prétendre.

Si l'on tient compte de la réduction de la puissance de transport des camions, de la consommation morte pour l'allumage, aux arrêts, etc., 1,75 kg de charbon peu humide équivaut pratiquement à 1 kg d'essence. Le remplacement de 1/10 seulement de la quantité d'essence qu'on consommera en 1935, nécessiterait une fabrication, dans l'année, de 2 millions de tonnes y compris les besoins domestiques et industriels. Actuellement, on ne produit que 200.000 t de charbon.

Tout en faisant assez bon marché de la question de main-d'œuvre et d'outillage, de conservation des forêts, de régime des eaux et de composition de l'atmosphère, les propagandistes les plus optimistes n'ont jamais dépassé, comme plafond de la production maxima envisageable, 1.500.000 t de charbon de bois ou de son équivalent en bois.

Ces rapprochements de chiffres se passent de tout commentaire et nous conseillent de ne pas faire grand état de l'appoint futur du charbon de bois.

Je dois ajouter que MM. Pineau, Brunschweig et Auclair sont aussi optimistes que je suis sceptique à l'égard des véhicules à gazogène.

12) *Chlorophylle.* — « L'essence d'épinard » a fait l'objet de plaisanteries faciles. C'est l'intérêt scientifique du dédoublement des extraits chlorophylliens sous l'action des chlorures métalliques qui lui vaut d'être mentionné, également pour mémoire, dans le tableau IV.

Bref, d'une manière générale, je ne crois donc qu'à un avenir assez limité des solutions végétales. Non seulement elles fournissent des combustibles de moindre valeur intrinsèque parce que trop riches en oxygène, mais ces combustibles :

— sont d'un prix de revient élevé et surtout, en raison de l'étroitesse du marché intérieur, d'un prix de vente rapidement ascensionnel chaque fois qu'il est question d'augmenter leurs débouchés;

— exigent une main-d'œuvre très importante (n'a-t-on pas parlé d'une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

production annuelle de 30 t de charbon de bois par bûcheron-carboniseur?);

— seront quantitativement de moins en moins intéressants à cause du décalage croissant entre l'ordre de grandeur presque immuable des ressources théoriquement possibles en carburants d'origine culturale ou forestière et l'accélération des besoins en essence;

— amènent des interventions de l'État qui, après avoir poussé à la production d'alcool, ne veut plus le payer un prix suffisant, et des surenchères des parlementaires qui représentent les régions agricoles et vinicoles.

Toutefois, comme le dit excellemment M. E. Barbet, dont j'admire et respecte l'optimisme patriotique, il ne faut repousser *a priori* aucun de nos carburants indigènes.

Si l'alcool, qui a l'avantage de retarder les risques d'auto-allumage, est trop cher, c'est, à son avis, la faute du sucre. Quand, pour subvenir aux besoins croissants de viande, le centre et le midi se mettront à la betterave, quand nous serons « gavés de sucre », l'alcool pourra devenir un grand appoint. Il estime encore que les grands carboniseurs, loin de dévaster la forêt, en assurent la pérennité; ils ne font des coupes que tous les 20 ans lorsque la futaie est convenablement développée et ils ont le soin de respecter la haute futaie qui doit atteindre une centaine d'années ainsi que les jeunes pousses qui deviendront des arbres. Enfin, l'ingénieur — obstinément inventeur — substituera l'abatage mécanique et l'arrachage des souches à l'air comprimé au travail purement manuel et peu productif des bûcherons-carboniseurs; d'autre part, il réalisera des appareils pratiques pour la carbonisation sur place en forêt.

Il est certain que des progrès dans ces voies diverses pourront améliorer la position économique des carburants « paysans ». Je tenais, pour terminer ce chapitre, à citer les principaux arguments qu'on peut invoquer en faveur de leur avenir plus ou moins éloigné.

AMÉLIORATION DU RENDEMENT DES MOTEURS

Sans doute, y a-t-il encore des progrès à réaliser dans la transmission de l'énergie motrice au contact des pneumatiques des roues motrices avec le sol, dans les résistances à l'avancement des voitures, mais ces questions sortent du cadre de cette communication.

A l'opposé, on n'a plus à attendre, semble-t-il, de grandes améliorations du rendement mécanique des moteurs, et il n'y a plus beaucoup à gagner du côté de la carburation, phénomène physique, somme toute, assez facile à étudier; en particulier, on est bien fixé sur la nature et les pro-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

priétés du brouillard qu'est l'air carburé introduit dans le cylindre. Par parenthèses, je crois avoir, pour ma part, assez préconisé, depuis 20 ans, l'analyse des gaz d'échappement concomitante des mesures de consommation, de couple moteur et de vitesse de rotation afin de contrôler *a posteriori*, non seulement le taux de carburation, mais la réalisation plus ou moins défectueuse de la combustion. Il faut y insister sans se décourager, car beaucoup d'ingénieurs-mécaniciens, dédaigneux de la chimie, négligent encore de la faire au cours de leurs essais de moteurs, de carburateurs et de carburants.

Je vais me cantonner exclusivement dans le problème de l'amélioration de la combustion proprement dite. Je m'en tiendrai aux moteurs du type courant et ne m'aventurerai pas à vouloir tirer des enseignements anticipés du fonctionnement des moteurs poussés et suralimentés, à taux volumétrique de compression et à vitesse atteignant respectivement 14 et 7.500 tours par minute.

Il est presque évident qu'une combustion complète et *assez* rapide doit donner les meilleurs résultats. Je dis assez rapide, car il faut éviter que la combustion, dans le moteur d'automobile à essence, ne s'emballe jusqu'à l'onde explosive, et que, dans le moteur semi-Diesel, la combustion ne reste pas progressive sans que le début de la mise en feu soit retardé ni avancé. Étant donné les vitesses linéaires et les courses des pistons ainsi que le rapport de la durée de la combustion au temps d'explosion des moteurs dits à explosion (allumage par étincelle), la différence entre ce type de moteurs et les moteurs dits à combustion (allumage par surface incandescente) tend à s'effacer. Quand on saura mieux maîtriser l'auto-allumage par point chaud, et sans aller jusqu'à l'auto-allumage dans l'air porté à haute température par très forte compression, on adoptera peut-être, d'ici quelques années, un cycle du genre semi-Diesel qui permettra d'augmenter encore la pression moyenne au temps moteur et par suite le rendement thermique sans avoir à craindre les cognements par détonation ni un trop grand abaissement du rendement organique.

Pour éviter une combustion retardée ou une combustion incomplète, révélée par la présence d'oxyde de carbone dans les gaz d'échappement malgré un léger excès d'oxygène, le brassage de l'air carburé, les dispositions de la chambre d'explosion et de la chapelle des soupapes ne gênant pas la propagation normale de la flamme, ont un effet heureux. C'est à l'influence du brassage que M. Ricardo attribue surtout les avantages de sa culasse (fig. 3); il croit en donner l'explication par le mot « turbulence » et par une figuration linéaire et sagittée du tourbillonnement qu'il suppose imprimer au gaz avant inflammation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A ce propos, on me permettra de rappeler ce que j'écrivais à la fin d'une petite brochure sur le graissage, publiée en 1904. Les tracés par lesquels des auteurs américains voulaient étayer une « théorie » du graissage, m'avaient rappelé ceux de Sylvanius Thomson dans son très remarquable traité d'électromagnétisme. Cette prétention de canaliser les phénomènes par des flèches indicatrices peut faire sourire. Elle est assez caractéristique de la mentalité des ingénieurs anglais et américains qui tendent « à s'illu- « sionner par des figurations qui sont bien moins la représentation essen- « tielle des phénomènes que l'expression graphique d'hypothèses purement « imaginatives sur la complexité des dits phénomènes ». Quelle opposition, nous allons le voir, avec la méthode d'un ingénieur français, de formation scientifique!

Un moyen indiscutable d'améliorer le rendement thermique des moteurs consiste à augmenter le taux de compression volumétrique qui accroît la pression explosive et la pression moyenne du diagramme. Par contre, on sait qu'il ne faut pas non plus tomber dans l'exagération, car le rendement organique diminue quand la compression augmente. De plus, les grands ennemis de cette augmentation sont l'auto-allumage par point chaud, d'une part, et la détonation, d'autre part, qui peuvent rendre le fonctionnement impossible. En ce qui concerne les essences, c'est le deuxième phénomène qui intervient principalement pour limiter le taux de compression.

L'effet des antidétonants (plomb tétraéthyle, fer carbonyle, oléate de plomb mélangés à des doses variant, de 1/1000 pour le premier à 1/100 pour le dernier) reculant cette limite, est un fait établi (10); le mécanisme de leur action est encore à éclaircir; malheureusement, l'intervention inévitable de la notion pseudo-scientifique de température ne peut qu'égarer les théoriciens.

M. Dumanois expose très nettement, d'après Berthelot et Vieille, comment l'onde explosive prend naissance : elle résulte de la coïncidence dans le temps et dans l'espace de deux phénomènes : l'un physique (échauffement par compression adiabatique), l'autre chimique (combustion instantanée qui en résulte).

Un premier artifice pour empêcher cette concomitance, et par suite, la

(10) Il ne faut pas confondre les antidétonants, dont l'efficacité ne se fait sentir que si le volume de la chambre de combustion a été préalablement réduit, avec les soi-disant produits « économiseurs » dont les propriétés décalaminantes sont parfois réelles, mais qui, d'après M. Péridier, ne procurent pas d'économie appréciable d'essence, si n'intervient pas en même temps un meilleur réglage du moteur. A ce sujet, M. Boyer-Guillon a fait judicieusement observer qu'en faisant sur route, avec la même voiture, un parcours donné, d'abord à l'essence pure, puis après addition de quantités infimes de liquide ou de poudre mystérieuse à l'essence, ces produits profitent de la meilleure connaissance du trajet par le chauffeur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

détonation consiste à agir sur le phénomène chimique par les antidétonants. Il est assez empirique de naissance.

Est-ce que la très petite quantité de poussières solides qu'ils apportent retarde la vitesse de combustion en captant les ions nécessaires, d'après Haber, à la propagation de la flamme (explication proposée par M. Muraour)? Ou plutôt, les antidétonants n'opèrent-ils pas, suivant la théorie de MM. Dufraisse et Moureu, comme des catalyseurs anti-oxydants freinant la combustion (explication de M. Dumanois)? D'ailleurs, l'action retardatrice des antidétonants se manifeste non seulement vis-à-vis de la détonation, mais de l'auto-allumage anticipé par point incandescent.

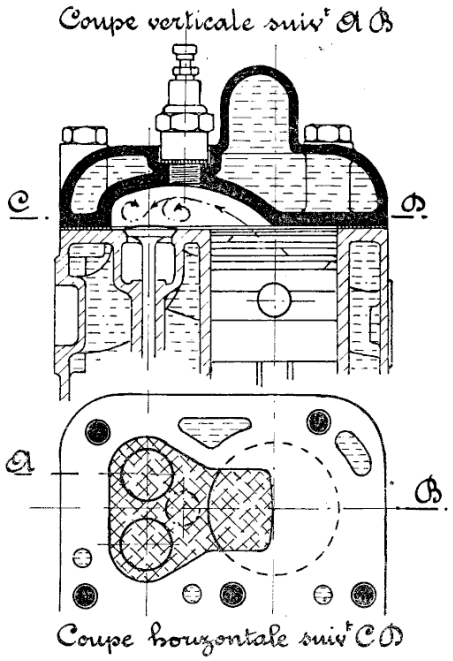


Fig. 3. — Culasse « à turbulence », système Ricardo-Ruby, pour moteurs Citroën de 5 et de 10 ch.

Quoi qu'il en soit, leur efficacité est indéniable. Mais leur emploi n'est peut-être pas sans danger ni sans inconvénients (toxicité du plomb, propriété abrasive de l'oxyde de fer, variation de l'effet antidétonant avec la nature de l'essence employée).

Aussi, lors de la discussion d'une communication de M. Dumanois à la Société de Chimie industrielle le 24 février 1926, ai-je cru devoir signaler que le remplacement des soupapes latérales des moteurs les plus courants par des soupapes en tête, la substitution d'une culasse à turbulence de Ricardo (fig. 3) à une culasse ordinaire suffisent à augmenter la puissance et réduire un peu la consommation. De l'accroissement du couple moteur résulte d'ailleurs une économie indirecte d'essence, car l'automobiliste peut se contenter d'une voiture de moindre cylindrée pour monter les côtes suffisamment vite et pour ne pas être constamment dépassé par des voitures plus rapides.

Le conférencier m'a répondu qu'il était précisément de cet avis que la concordance entre le phénomène physique et le phénomène chimique entraînant la détonation peut être détruite par un deuxième artifice : en agissant sur le phénomène physique grâce à des dispositifs de construction appropriés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Je ne m'attendais pas à ce qu'il puisse me montrer, moins de trois mois après, une invention sensationnelle que M. Rateau vient de présenter à l'Académie des Sciences.

Le piston antidétonant de M. Dumanois (que les praticiens appelleront sans doute le « piston à escalier ») est une solution fort élégante et fort simple du problème (fig. 4 et 5). Elle a aussi le mérite d'avoir été réalisée

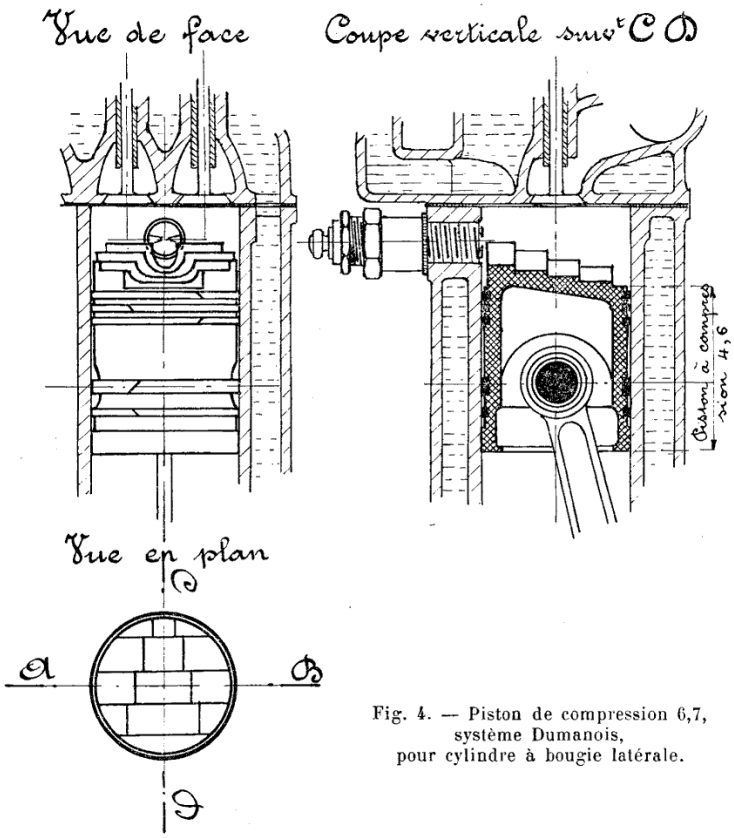


Fig. 4. — Piston de compression 6,7, système Dumanois, pour cylindre à bougie latérale.

sans tâtonnements en partant de la théorie. Si, au moment où la tranche en contact avec la flamme, et subissant la compression adiabatique, vient occuper un espace de plus grande section transversale que celui qu'elle occupait précédemment, elle subit une contre-expansion, une contre-détente, dont l'effet est d'abaisser sa température d'échauffement. On sait d'ailleurs, depuis Hugon et Blanki, qu'une injection judicieuse d'eau peut procurer sensiblement le même résultat. Pour que le but visé soit atteint, il suffit que la vitesse de combustion se trouve réduite, par l'abaissement de température,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en dessous de la valeur qui correspond au régime détonant. On peut aussi donner, comme explication, les discordances d'interférences des ondes aux différents étages du dessus du piston.

Remarquons que le principe est susceptible de réalisations de formes variées; par exemple, le dispositif de la figure 6 s'appliquerait au cas des moteurs sans soupape, en facilitant accessoirement l'admission et l'échappement.

La théorie de M. Dumanois s'applique également à la culasse de Ricardo qui permet souvent d'augmenter le taux de compression. Cependant, elle

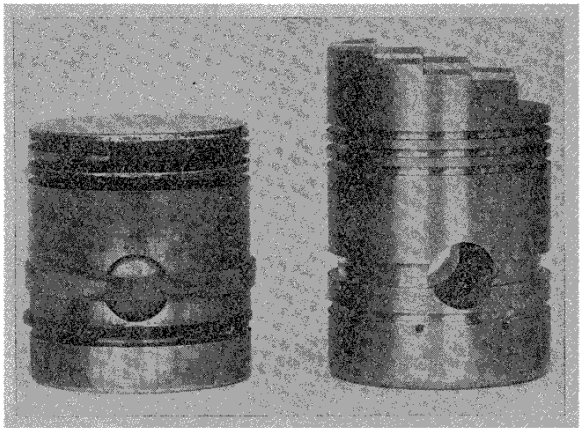


Fig. 5. — Piston ordinaire de compression 4,6 et piston Dumanois de compression 6,7.

ne résout pas toutes les questions soulevées par les constatations de la pratique. Ainsi, on ne peut nier la grande action refroidissante de la paroi, plus marquée avec les petits alésages, avec les faibles épaisseurs des parois du cylindre et de la culasse (moteurs d'aviation). L'explication de Ricardo, elle aussi, pour n'être pas prépondérante, n'est pas à rejeter même dans le cas du piston antidétonant, dont les gradins provoquent certainement des remous favorables à une combustion complète des gouttelettes ou vésicules d'essence non vaporisées.

Et maintenant, voyons quelle peut être l'économie d'essence à attendre de la généralisation de tels perfectionnements aux moteurs, perfectionnements qui ont d'ailleurs l'avantage de ne nécessiter que le changement d'une pièce. Je crois qu'il est prudent de ne pas estimer l'économie directe possible à plus de 5-10 p. 100 par rapport aux moteurs bien réglés. Mais il faut y ajouter deux sources indirectes d'économie : 1° le piston à escalier permet de brûler des mélanges de 75 p. 100 d'essence et 25 p. 100 de pétrole avec un taux de compression de 6,7 au lieu de 4,5, et sans aucun ennui comme je

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'ai constaté sur route et dans Paris; 2° muni de pistons antidétonants, le moteur d'une voiture dite de 10 ch gagne tellement en puissance et en souplesse, que le propriétaire de cette voiture s'en contentera longtemps au lieu d'acquérir une 16 ch de plus grand poids mort. Or, aux 100 km, la deuxième consommerait 17 l par exemple, au lieu de 11 l, soit 30 kg de plus.

Avant de clore ce chapitre, je rappellerai que l'avance à l'allumage est à réduire avec les carburants à tendance détonante, qu'elle devrait augmenter non seulement quand la vitesse de rotation augmente (Brillié), mais quand la compression réelle diminue; pour une même vitesse, la compression dans la chambre d'explosion varie, en effet, avec la résistance à l'avancement de la voiture que le moteur doit vaincre.

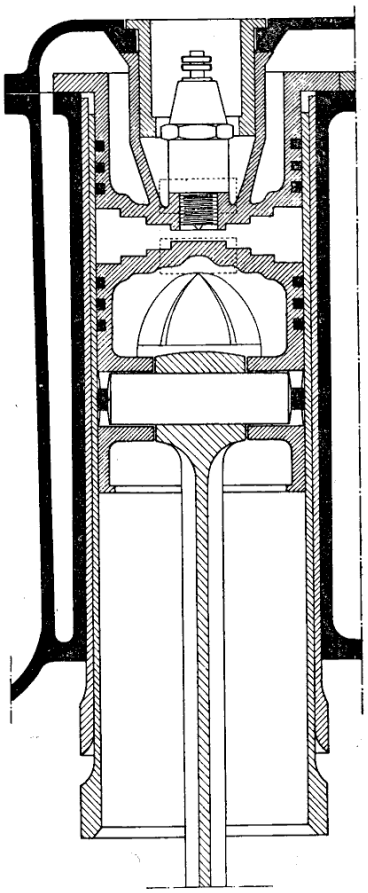


Fig. 6. — Dispositif de culasse et piston Dumanois pour moteur sans soupape.

L'examen des moteurs à cycles différents du cycle à explosion et notamment à cycles du genre Diesel ou semi-Diesel nous entraînerait trop loin. Mais, pour finir, il peut être utile de mettre les inventeurs en garde contre les difficultés de l'alimentation des moteurs rapides et de faible cylindrée par des pompes alternatives microscopiques; c'est un problème très délicat pour la résolution duquel M. Bellem et M. Tartrais ont dépensé beaucoup d'ingéniosité et d'argent. Le dosage à l'admission d'un brouillard d'air carburé, trop riche pour être auto-combustible, introduit dans le cylindre contenant déjà de l'air comprimé chaud ou simultanément avec de l'air secondaire au temps d'aspiration, me paraît plus facile à réaliser que le dosage de quantités infimes de combustible liquide.

ENCOURAGEMENTS AUX ÉCONOMIES D'ESSENCE D'IMPORTATION PAR LES DEUX MOYENS ENVISAGÉS

Si l'on s'en remettait à l'initiative du consommateur, divers et souvent apathique, pour encourager la production de carburants de remplacement et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'amélioration du rendement des moteurs, on pourrait attendre longtemps.

Puisque, de toutes façons, l'État dépense beaucoup d'argent, qu'il en exige pas mal des automobilistes, on devrait, au nom de l'intérêt général, profiter de l'intervention de son fisc pour favoriser l'emploi des succédanés de l'essence, dégrever ceux qui se servent de voitures à faible consommation spécifique, pénaliser ceux qui gaspillent le carburant dans des véhicules peut-être bon marché de première acquisition, mais non étudiés pour économiser l'essence.

Tout cela peut se faire sans bouleverser l'équilibre budgétaire, sans compliquer le travail des contrôleurs et percepteurs, sans aggraver les tracasseries administratives.

Sauf détails d'application il suffirait, en effet :

1° *Impôts sur les carburants*, de ne faire supporter aux carburants nationaux déjà connus que des droits de consommation modérés, aux carburants synthétiques nationaux, préalablement « dénaturés », qu'un « droit de statistique »; la question se pose déjà pour l'alcool tiré de l'éthylène du gaz et de façon plus délicate que pour les essences artificielles;

En fait : les droits sur l'alcool dénaturé ne sont que de 2, 70 fr par hectolitre, tandis que les charges diverses sur l'essence et le pétrole importés s'établissent entre 56 et 76 fr d'une part; l'article 51 de la loi du 4 avril 1926 prévoit l'exonération du droit intérieur pour les produits provenant de la distillation des combustibles solides et des goudrons nationaux, d'autre part, les dispositions précédentes nous donnent en grande partie satisfaction. Il serait cependant souhaitable que toutes ces mesures fragmentaires soient clairement codifiées en supprimant les complications administratives et qu'elles soient *urbi et orbi* portées à la connaissance des consommateurs de carburants;

2° *Impôts sur les automobiles*, de baser le calcul des impôts supportés par les automobiles non sur une formule périmée, mais sur la consommation aux 100 km, déterminée comme je vais l'exposer avec quelques détails pour qu'on ne puisse m'objecter *ex abrupto* : « Ce que vous proposez là est impossible, trop compliqué! Vous n'avez aucune idée de la complexité de la question, ni des conflits d'intérêts et de personnes qu'elle soulève. »

On sait que la base des taxations du 18 septembre 1908 était sensiblement la cylindrée :

$$I = kd^{2,7}$$

où k est un coefficient qui aurait dû comprendre le nombre de cylindres, d, le diamètre de l'alésage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'était tellement choquant que la circulaire du 15 décembre 1912 a remplacé cette formule plus qu'empirique par la suivante :

$$I = km\, d^2\, l\, \omega$$

où m est le nombre de cylindres,
l, la course du piston,
ω, la vitesse angulaire.

Au fond, on partait cette fois, sinon de la puissance, du moins du produit de la cylindrée par la vitesse de rotation, ce qui est plus rationnel. Mais les constructeurs et même le Service des Mines allèguent contre cette formule la difficulté de s'entendre sur la vitesse maxima ω, déclarée par le constructeur.

Pour ce qui est des redevances affectables à l'entretien des routes, on a songé à s'en rapporter aux achats f de pneumatiques :

$$I' = kf,$$

ce dont ne se plaindraient pas ceux qui rechapissent les pneus.

Je vous propose de mettre tout le monde d'accord par une solution absolument différente qui aurait l'énorme avantage de pousser à l'économie d'essence.

Tout constructeur lançant sur le marché une nouvelle série de véhicules serait tenu en principe d'en essayer un ou plusieurs devant la commission d'une sorte de « Bureau Veritas », d'un organisme analogue aux associations de propriétaires d'appareils à vapeur, où les automobile-clubs, les syndicats de constructeurs et l'Administration seraient représentés. Les essais se feraient sur les pistes cimentées de nos grands autodromes (Montlhéry, Miramas), ce qui serait, par parenthèses, un moyen de les animer et de les bien utiliser. Chaque voiture de série serait présentée en ordre de marche, avec un gicleur inchangeable pour les différentes épreuves, lestée à son maximum de charge utile déclarée ou calculée d'après le nombre de places de voyageurs. On lui ferait exécuter, par exemple, un parcours de 75 km à sa vitesse pratique maxima, puis 25 km à la vitesse de 15 km : h, et enfin, pendant une demi-heure, des arrêts, des reprises à plusieurs vitesses suivant un programme aussi simplifié que possible. Je ne parlerai pas des précautions à prendre suivant la saison, le temps, pour que les essais restent toujours suffisamment comparables entre eux, ni de nombreux points spéciaux de la réglementation à établir.

Les véhicules seraient d'abord classés par grandes divisions d'après leur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nature et leur affectation, puis par subdivisions suivant leur puissance N calculée par la formule connue :

$$N = k'PV + k''V^3 \qquad [a]$$

où k' et k'' sont des coefficients (11);

P, la charge totale maxima (poids mort plus charge utile);

V, la vitesse horaire maxima pratique en palier.

Les dépenses d'essence « poids lourds », d'un type à définir ou mieux de benzol-type, constatées, ramenées à la charge totale et aux 100 km parcourus à ces allures variables serviraient à classer le véhicule dans telle ou telle catégorie de sa subdivision, payant tel ou tel montant d'impôt annuel.

On aurait aussi à disposition un pétrole bien défini (de Pechelbronn par exemple). On créerait enfin un mélange type à 75 p. 100 d'essence et 25 p. 100 de pétrole. Les consommations volumétriques de ce pétrole ou de ce mélange par les voitures capables de l'utiliser sans aucun incident de marche ne seraient comptées respectivement que pour 1/3 et 5/6, afin d'encourager l'amélioration des moteurs dans la voie de l'emploi des combustibles lourds.

Pour ne pas effrayer les profanes, je me résumerai en disant tout simplement qu'on préciserait et rendrait comparables pour le fisc, les chiffres de consommation aux 100 km dont s'enorgueillissent les représentants commerciaux des constructeurs.

Pour ne pas éveiller les susceptibilités de ces derniers, je répéterai que les véhicules seraient d'abord divisés en : voitures de ville et de tourisme, cars et autobus, camions et camionnettes, etc.; qu'ils seraient subdivisés suivant leur puissance N, d'une part, leur vitesse horaire maxima V d'autre part. Il ne serait évidemment pas possible pour le grand public de mieux s'y retrouver qu'au milieu des résultats des innombrables courses qui permettent à tous les constructeurs d'annoncer qu'ils ont remporté un premier prix.

Pour rassurer les agents d'exécution du Ministère des Finances, je leur dirai que des barèmes leur donneraient directement, sans calcul, le montant de l'impôt en fonction de :

l'affectation du véhicule;

sa charge totale maxima P ou sa charge utile;

sa vitesse horaire maxima V;

sa consommation c en litres aux 100 km déterminée sur l'autodrome.

Les ingénieurs du Corps des Mines et les Inspecteurs des Finances, chargés

(11) k' comprendrait une fraction 1/2 et k'' une fraction 1/8 si l'on adoptait la puissance maxima à une vitesse moyenne commerciale égale à la 1/2 de la vitesse maxima.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'établir le barème, ne seraient pas embarrassés pour manipuler une formule comme :

$$I = k\frac{c}{P} \qquad [b]$$

où k est un coefficient déterminé par le classement suivant l'affectation et la puissance, et qui raménerait la consommation à la tonne kilométrique et frapperait davantage les voitures rapides que les voitures lentes consommant moins d'essence et détériorant moins les chaussées.

Il n'est pas inutile de souligner qu'on ferait fausse route en rapportant la consommation à la puissance. Par exemple, une formule comme :

$$I = \frac{c}{k'PV + k''V^3}$$

favoriserait injustement les grandes vitesses et les fortes charges puisqu'elle annulerait le premier classement suivant la puissance N.

Pratiquement, on aboutirait, avec la formule $I = k\frac{c}{P}$, pour des voitures à charge totale de 1.000 kg (976 à 1025), à vitesse horaire maxima de 80 km (78 à 82,5), à un coefficient $k = 50$, par exemple. Une voiture de marque X, qui aux 100 km consommerait 20 litres, paierait 1.000 d'impôts annuels; celle de marque Y, consommant 14 litres, paierait 700.

Tout constructeur, étranger ou français, qui se refuserait à soumettre aux essais un type de voiture rentrant dans la même catégorie poids-vitesse, la verrait taxer d'office à 1.500.

Naturellement, le *statu quo ante* serait maintenu pendant quelque temps pour les anciens véhicules en service.

Si l'on devait faire verser aux propriétaires d'automobiles des redevances spéciales affectées à l'entretien des routes, on trouverait, dans les constatations faites lors des essais sur la voiture-échantillon, les éléments (charge totale P, vitesse maxima V, nature des bandages) d'une taxation pour laquelle on pourrait adopter une formule simple :

$$I' = k\,PV^2$$

tenant, au plus juste, compte de la part de P et V dans la dégradation des routes. Il n'est pas malheureusement possible de se baser sur le nombre de kilomètres parcourus, ni sur le tonnage réellement transporté, ni sur les vitesses moyennes et maxima réalisées. Le cas de celui qui achète un véhicule automobile pour le laisser presque toujours au garage ne justifierait tout de même pas l'obligation de munir tous les véhicules de compteurs totalisateurs, la création de nouveaux fonctionnaires chargés de la mission inqui-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sitoriale de relever ces compteurs, sous prétexte de réaliser plus d'équité fiscale!

Évidemment, les formules proposées ci-dessus seraient à revoir soigneusement.

Je n'ai pas la prétention de dicter, dans ces quelques lignes, le programme complet d'une nouvelle réglementation fiscale, mais j'ai tenu à prouver aux esprits routiniers, qui ignorent peut-être les résultats bienfaisants des concours de consommation organisés par l'Automobile-Club de France, l'Automobile-Club de l'Ouest et d'autres groupements, que cette réglementation serait facilement réalisable et applicable. Aussi bien, les essais, dont il s'agit, effectués sous le contrôle d'un organisme officieux permanent n'entraîneraient pour les constructeurs que des frais comparables à ceux de la mise au point des châssis avant leur livraison à la clientèle.

Le nouveau mode de fixation des impôts créerait non seulement une émulation continue entre les constructeurs pour le plus grand bien du pays, mais même renseignerait beaucoup d'entre eux sur leurs propres progrès.

Si des protestations s'élevaient contre le principe de la réforme, elles émaneraient certainement d'égoïstes bornés, jaloux de leur indolence, d'industriels qui n'auraient pas encore mesuré ce qui les attendrait le jour où la France manquerait d'essence faute d'avoir tout fait pour atténuer l'accroissement formidable de notre consommation.

Je dédie l'idée à *l'Office national des Combustibles liquides* si accessible aux novations fertiles et qui aura sans doute à connaître de la revision imminente de la formule surannée dont je viens de dire deux mots au début de ce paragraphe.

CONCLUSIONS

Il est douteux qu'on puisse découvrir des carburants de remplacement, synthétiques ou non, susceptibles de lutter très avantageusement, dans les circonstances présentes, contre les dérivés du pétrole. Ce dernier, produit naturel tout formé qu'il suffit de pomper dans le sous-sol, ne nécessite, en effet, pour donner de l'essence, des combustibles liquides et des lubrifiants, qu'un simple fractionnement complété d'un cracking peu coûteux.

Nos diplomates, nos prospecteurs, nos industriels, nos négociants, nos capitalistes devraient donc, sans délaisser les recherches de pétrole sur notre propre territoire, s'intéresser plus que jamais aux exploitations pétrolières et principalement aux nouveaux gisements situés en dehors de l'Amérique du Nord qui finira par n'avoir pas trop d'essence pour elle-même.

S'il faut — on le répète souvent — ne négliger aucun appoint de carburant indigène, ce n'est cependant pas avec de la poussière de carburants que

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nous pourrons nous alimenter. Rien ne sert de se leurrer sur nos ressources métropolitaines et coloniales, immédiates ou seulement possibles dans un avenir éloigné. Parmi toutes les contributions à notre ravitaillement en carburants volatils, la plus importante, la plus sûre et la plus susceptible de s'ajuster à la demande rapidement croissante, serait la fabrication synthétique d'essence, partant de combustibles minéraux solides extraits de notre sous-sol ou de leurs dérivés. Une industrie est à créer et le moment est favorable.

De même que les constructeurs et les ingénieurs-mécaniciens ne s'inquiètent pas assez du problème de l'approvisionnement, les économistes et les chimistes ne saisissent pas à quel point les améliorations du rendement des moteurs peuvent aider à la limitation de nos importations.

Les inventeurs et constructeurs, qui vont de l'avant dans cette voie, mériteraient d'être encouragés, autrement qu'ils ne le sont, par les usagers eux-mêmes.

J'ai montré comment l'État pourrait, conformément à l'intérêt général, modifier légèrement la répartition des impôts qui frappent les automobilistes de manière à favoriser, à sanctionner les progrès réalisables dans la production de succédanés de l'essence et dans la consommation spécifique des moteurs. Toutefois, cette petite mais féconde évolution ne s'accomplira que sous la poussée de l'opinion publique, éclairée par des groupements qualifiés comme la *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.*

*
* *

Ce qui précède était écrit bien avant que le Gouvernement ait décidé de prendre des mesures énergiques de restrictions.

En démocratie, il n'est de restriction efficace, comme de bonne discipline, que si elle est, je ne dirai pas librement, mais sciemment consentie. Il faut espérer que les groupements représentant les constructeurs et les automobilistes s'entendront, non pour essayer de saper les initiatives des Pouvoirs publics, mais pour leur suggérer d'encourager ceux qui s'honorent de consommer peu d'essence aux 100 km et de frapper durement ceux qui se font gloire d'en consommer beaucoup.

A cette heure de notre histoire, nous nous trouvons devant le dilemme suivant :

Sombrer avec les égoïstes à courte vue ou nous renflouer avec les super-égoïstes, coopérateurs intelligents, que sont les altruistes et qui doivent l'emporter en France, pays du bon sens (12).

(12) M. Grebel a présenté, au cours de sa communication, des échantillons de goudron primaire de lignite, d'essence et de pétrole de catalyse; des modèles de culasse ordinaire et « à turbulence », un piston ordinaire et un piston « antidétonant ». (N. D. L. R.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NOUVELLES EXPÉRIENCES SUR L'ÉTOUFFAGE DES COCONS DE VERS A SOIE PAR LA CHLOROPICRINE. TECHNIQUE ET CAMPAGNE DE 1925

par

M. GABRIEL BERTRAND,
membre du Conseil.

Des recherches, poursuivies durant plusieurs années, et dont les résultats ont été consignés en 1924 dans cette publication (1), ont établi la possibilité d'obtenir un étouffage complet et rapide des cocons de vers à soie par la chloropicrine.

Elles ont montré, en outre, que cet étouffage est sans action sur l'enveloppe soyeuse. Après le traitement, les cocons ont la même couleur et les mêmes qualités que les cocons frais. Ils se filent, notamment, avec la même facilité.

Le rendement en soie grège est égal, et parfois même supérieur, à celui des cocons étouffés par les procédés industriels (chaleur sèche et chaleur humide).

Quant aux propriétés physiques (ténacité, élasticité) et aux rendements au décreusage, ils sont les mêmes pour la soie grège extraite des cocons étouffés par la chloropicrine et pour la soie grège obtenue à l'aide des procédés ordinairement en usage.

Aussi, y avait-il lieu d'envisager sérieusement la mise en pratique du procédé à la chloropicrine. En cas de réussite, ce procédé devait permettre aux éducateurs d'opérer eux-mêmes l'étouffage et la dessiccation de leur récolte, par conséquent d'attendre pour la vente le moment où le cours est régulièrement établi. Il devait fournir un moyen efficace d'agir sur l'expansion de la sériciculture en rendant l'étouffage possible loin des centres ordinaires d'éducation.

Ces avantages et d'autres encore que je n'examine pas ici (2), ont été

(1) Voir le *Bulletin* de juin 1924, p. 519.

(2) L'étouffage industriel, la destruction des parasites ravageurs de cocons, voire l'étouffage à la bruyère, combiné ou non avec la stérilisation des magnaneries, feront l'objet d'autres études.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

immédiatement compris par de nombreux intéressés. C'est ainsi que M. Jouvel, directeur de l'Office national séricicole, et M. Blanchon, président du Syndicat des Filateurs de la Drôme et de l'Ardèche, ont estimé que l'étouffage à la chloropicrine était « de nature à transformer radicalement les procédés actuels de vente des cocons, procédés jugés défectueux à la fois par les vendeurs et les acheteurs ».

« En effet, ajoute M. Jouvel, si l'on pouvait mettre à la disposition du sériciculteur un procédé pratique et peu coûteux pour la transformation du cocon frais, marchandise périssable, en cocon sec, et non périssable, les filateurs ne se verraient plus dans la nécessité d'acheter dans un délai de 15 jours à 3 semaines la totalité des marchandises nécessaires à leur usine pour 1 an, ce qui, en l'état actuel du marché international, représente une véritable spéculation qui pourrait être très néfaste à ces industriels. Il serait donc désirable, à tous points de vue, que le sériciculteur puisse conserver sa marchandise pour la vendre au moment qui lui semble le plus opportun, et pour le filateur d'être assuré qu'il trouvera au cours de l'année des cocons ayant été étouffés dans des conditions satisfaisantes. »

« Cette manière de procéder aura également l'avantage de faire bénéficier le sériciculteur de la hausse qui pourrait se produire dans le cours d'une année, et de garantir également le filateur contre un risque de baisse qui pourrait être néfaste si elle se produisait immédiatement après la période des achats de cocons. »

Aussi ai-je reçu des demandes de renseignements et des demandes de chloropicrine, non seulement de toutes les régions séricicoles de la France, mais encore d'un certain nombre de nos colonies (Indochine, Madagascar, Maroc, La Réunion, Tunisie) et de plusieurs pays où l'on s'intéresse à l'éducation des vers à soie (Annam, Chine, Espagne, Grèce, Italie, Japon, Nicaragua, Syrie). Je n'ai pu répondre avec détails, malheureusement, qu'à une partie de ces nombreuses demandes; le temps m'a manqué pour les autres.

En compensation, j'ai pu, sur les encouragements de M. Testenoire, directeur de la Condition des Soies à Lyon, avec l'appui du Comité national pour le Relèvement de la Sériciculture française et celui du Conseil d'Administration de l'Institut national des Recherches agricoles, entreprendre une première campagne de démonstration dans le département de l'Ardèche, campagne qui a permis de s'assurer de la facilité d'emploi et de la valeur pratique du nouveau procédé d'étouffage.

J'ai pu aussi, secondant l'intelligente initiative de M. Salelles, Inspecteur primaire de Castres, obtenir la preuve que je ne m'étais pas trompé lorsque j'avais attribué à l'étouffage par la chloropicrine une influence utile sur le développement de la sériciculture dans notre pays.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

PERFECTIONNEMENT DU PROCÉDÉ : TECHNIQUE DE 1925

A la suite des expériences de 1923, voici comment je réalisais l'étouffage des cocons : opérant, par exemple, dans une petite caisse en bois de 40 litres environ de capacité, je traitais 2 kg de cocons par 2 g de chloropicrine. Le produit était versé à l'état liquide sur une bande de papier non collé placée sur les cocons; en l'absorbant et l'étalant par capillarité en grande surface, la bande de papier favorisait son évaporation et assurait une meilleure répartition de ses vapeurs dans la masse des cocons. Aussitôt la chloropicrine versée, la caisse était fermée et retournée en divers sens, pendant cinq minutes. On la remuait encore deux fois, à 20 minutes d'intervalle, pendant deux ou trois minutes chaque fois. Après une heure totale de contact, la caisse était ouverte et son contenu vidé sur une claie, en plein air.

Cette manière de procéder donne des résultats certains, mais les périodes de retournement qu'elle comporte deviennent d'autant moins aisées que les quantités de cocons sur lesquelles on opère sont plus considérables. En outre, elle oblige à prendre des caisses ayant un volume double ou triple de celui des cocons.

La technique de 1925 est beaucoup plus simple et plus avantageuse; avec elle, il n'est plus nécessaire de remuer et l'on utilise la capacité entière de la caisse. Voici la description de cette nouvelle technique.

Des cocons sont placés, en couche d'épaisseur à peu près uniforme, au fond de la caisse. Quand la couche atteint 15 à 20 cm d'épaisseur, on pose à la surface une ou plusieurs bandes de papier non collé (papier Joseph, papier dit de soie, papier buvard mince ou, à la rigueur, papier de journal). Les bandes dont je me sers ont environ 12 cm de largeur sur 30 à 35 cm de longueur; je pose une seule de ces bandes sur la couche de cocons lorsque j'utilise ma petite caisse d'expérience qui a 28 cm de fond, deux à trois quand j'emploie une caisse plus grande ou une malle.

On verse une certaine quantité de chloropicrine sur le papier (autant de grammes qu'il y a de kilogrammes de cocons dans la couche sous-jacente); on ajoute aussitôt une nouvelle couche de cocons, puis du papier et de la chloropicrine, et ainsi de suite jusqu'à ce que la caisse soit pleine ou que l'on n'ait plus de cocons. On ferme alors la caisse ou la malle; si la fermeture n'est pas hermétique, ce qui est le plus fréquent, on colle sur le joint de la caisse (ou de la malle) et du couvercle des bandes. On attend, enfin, une heure et demie à deux heures avant de vider les cocons étouffés sur des claies ou sur des toiles étalées à terre (3).

(3) En évitant que la lumière du soleil donne directement sur les cocons, pour ne pas les décolorer.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On doit, comme je l'ai déjà recommandé, pratiquer l'opération de l'étouffage par la chloropicrine *en plein air,* non pas dans une pièce aux fenêtres ouvertes ou dans une petite cour mal ventilée, mais dans un jardin, une grande cour ou un pré, afin de ne pas être gêné par les vapeurs. Avant de commencer, on se rend compte d'où vient le vent (en tenant suspendu à la main un mouchoir ou une bande de papier) et l'on se place, par rapport à la caisse ou aux cocons étouffés que l'on déverse, de manière à tourner dos au vent. Si on opère dans une caisse un peu profonde, il est préférable d'être deux personnes; l'une verse la chloropicrine, l'autre s'occupe des cocons. Il est recommandable de retenir momentanément les premières vapeurs de chloropicrine avec de grosses poignées de cocons apportées sur les bandes de papier aussitôt que le liquide a été versé.

En suivant ces prescriptions, l'étouffage des cocons par la chloropicrine devient une opération facile, de réussite certaine, et sans aucun danger ni même inconvénient pour ceux qui l'accomplissent.

EXPÉRIENCES DE DÉMONSTRATION A ALAIS

Toutes dispositions utiles ayant été prises, grâce au concours de M. Jouvel et, surtout, de M. Secrétain, directeur de la Station séricicole, je suis arrivé à Alais le 19 juin, en pleine période de récolte des cocons. Les démonstrations ont commencé le jour même.

Étaient venus y assister : M. Daufès, président et M. Pantel, vice-président de la Fédération séricicole des Cévennes; M. Estrangin, secrétaire général de l'Union des Syndicats des Alpes et de Provence et M. Alguier, inspecteur; M. Évesque, président, et M. Silhol, secrétaire général du Syndicat séricicole de Saint-Jean-de-Valériscle; Mme Carrière, présidente, et M. Benoît Paul, secrétaire du Syndicat séricicole des Mages; M. Benoît Louis, président du Syndicat agricole de Saint-Jean-du-Pin; M. Cossimi, contrôleur de grainage de la région des Pyrénées à Ille-sur-Têt (Pyrénées-Orientales); divers sériciculteurs de la région, parmi lesquels MM. Pannet, Silhol père, Pastré, Guirand, etc.

7 lots de chacun 10 kg de cocons frais avaient été adressés au laboratoire de la Station séricicole pour les expériences par MM. Daufès, de Saint-Hilaire-de-Brethmas, Vielzeuf, de Chamborigaud, Évesque et A. Silhol, de Saint-Jean-de-Valériscle, Mme Carrière, M. P. Benoît et R. Silhol, des Mages.

Après une conférence introductive, destinée à mettre l'auditoire au courant de la question, chacun descendit dans la cour de la Station et l'on procéda aux premières expériences, dont voici brièvement l'exposé :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A. Technique de 1923. — *Expérience I.* — 2 kg de cocons tout venant sont traités dans une petite caisse de 39, 4 litres par 2 g de chloropicrine. On remue comme il a été décrit. Après une heure, on ouvre et vide la caisse sur une claie. L'odeur de la chloropicrine disparaît presque aussitôt.

On examine une douzaine de cocons, choisis principalement parmi les doubles : ils sont tous jugés morts.

Expérience II. — Sur 7 kg de cocons dans une grande caisse de la Station, de forme allongée. Cette caisse, fabriquée un peu hâtivement, est assez mal jointe ; on l'avait toutefois, suivant mes instructions, recouverte intérieurement de papier collé. Les cocons sont disposés en deux lits successifs, sur chacun desquels on verse 3,5 g de chloropicrine. On remue plusieurs fois en retournant la caisse sur le sol dans les deux sens. Pendant l'opération, on a dû coller du papier à plusieurs endroits au bord du couvercle. En raison de la perte prévue d'une partie des vapeurs de chloropicrine, on a ouvert seulement après une heure un quart : l'odeur, à ce moment, n'était certainement pas aussi forte qu'elle aurait dû l'être s'il n'y avait pas eu de fuite.

Néanmoins, toutes les chrysalides examinées sont jugées mortes.

B. Technique de 1925. — *Expérience III.* — Sur 6 kg de cocons dans la petite caisse de l'expérience I. La caisse est alors presque pleine (on n'aurait pas pu y ajouter un autre demi-kilogramme). On a disposé les cocons en deux lits sur chacun desquels on a versé 3 g de chloropicrine. Après une heure de contact, *sans remuer*, on a vidé la caisse, non pas d'un coup, en la renversant ouverte sur une claie, mais par poignées, de façon à pouvoir prélever des cocons en différents endroits, sur le dessus, au milieu, au fond et dans les coins. A l'examen, toutes les chrysalides ont été jugées mortes.

Expérience IV. — Sur 10 kg, dans la caisse de la Station. Remplissage en deux lits et addition sur chacun d'eux de 5 g de chloropicrine. On laisse agir une heure et demie, *sans remuer* (à cela près que le garçon du laboratoire a fortement incliné la caisse en la déplaçant et que tous les cocons se sont rassemblés du même côté, laissant un petit espace de quelques litres du côté opposé.

A l'ouverture, odeur très affaiblie de chloropicrine. On examine une douzaine de cocons, prélevés comme dans l'expérience IV : toutes les chrysalides sont jugées mortes, sauf une qui manifeste encore une faible irritabilité. On la met en observation, dans son cocon refermé. Le lendemain matin, on la trouve morte.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Expériences V, VI, VII, VIII, et IX. — Ce qui restait de la provision de cocons a été traité, dans l'une ou l'autre des deux caisses, exactement comme dans les expériences III et IV, c'est-à-dire suivant la technique de 1925, mais *en mon absence*, soit par quelques-uns des sériciculteurs qui tenaient à se rendre compte eux-mêmes du procédé, soit par le garçon du laboratoire. Tout s'est passé normalement.

Les lots de cocons étouffés ont été mis à sécher sur des claies dans le laboratoire de la Station.

Expérience X. — Cette expérience a été effectuée chez M. Saint-Pierre, filateur à Anduze (non loin d'Alais). On s'est servi d'une grande malle de 46 cm de largeur sur 83 cm de longueur et 44 cm de profondeur, dont la capacité était, par conséquent, d'environ 168 dm^3.

Les parois étaient couvertes intérieurement de papier collé. On a rempli la malle, dans le jardin de la filature, avec 26 kg de cocons, disposés en quatre lits, sur lesquels on a versé en tout 16 cm^3, c'est-à-dire 26 à 27 g de chloropicrine. Le couvercle a été fermé, des bandes de papier de journal fixées sur son pourtour avec de la colle de pâte, et l'on est parti déjeuner. Deux heures après, la malle a été ouverte et son contenu versé sur des toiles étendues sur le sol du jardin. On a étalé le tas de cocons qui a perdu presque aussitôt toute odeur de chloropicrine et l'on a examiné une série de chrysalides : toutes ont été jugées mortes.

*
* *

On pouvait craindre, au moment où ont été faites les expériences rapportées plus haut, que les chrysalides n'aient pas été réellement tuées, mais seulement anesthésiées au point de paraître mortes. La suite a démontré que le résultat cherché avait été complètement atteint. En effet, le 30 juin, c'est-à-dire 10 à 11 jours après les étouffages, M. Sécrétain m'annonçait qu'aucun papillonnage ne s'était produit, soit dans les lots que l'on avait remués à plusieurs reprises, soit dans les autres, où les cocons avaient été laissés en place.

Et, dans une lettre qu'il m'adressait cette année même, en réponse aux renseignements que je lui demandais, se trouvent les observations suivantes : « Les essais d'étouffage à la chloropicrine que nous avons entrepris à Alais ont donné de très bons résultats. Les différentes manières suivant lesquelles nous avons procédé se sont montrées excellentes.... Les cocons (après mon départ) ont été placés sur des étagères, dans la magnanerie de la Station. Une fois par jour, ils étaient remués, pour activer leur dessiccation. Les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

expériences ayant eu lieu du 19 au 22 juin, le 25 août ces cocons pouvaient être considérés comme secs. » Rappelant l'expérience du 20 juin à Anduze, il ajoute : « que les résultats ont été excellents ».

Les conclusions à tirer de la démonstration que j'ai pu faire à Alais me semblent à la fois nettes et encourageantes. Dans un compte rendu publié par l'organe régional des syndicats et associations agricoles, *Les Alpes et la Provence*, du 1er juillet 1925, elles ont été ainsi exprimées :... « Cette démonstration a parfaitement réussi; elle confirme l'excellence de la méthode et autorise les espoirs que les sériciculteurs mettent en elle pour se libérer du système de vente précipitée qui est la seule actuellement en usage.

... « Ce nouveau mode d'étouffer peut maintenant entrer dans le domaine des réalisations. Les expériences de laboratoire sont terminées, et la démonstration d'Alais permet dès cette année de traiter de petits lots pratiquement.

« Cette innovation rendra aux sériciculteurs un service semblable à celui rendu par les caves coopératives aux viticulteurs qui vendaient les raisins sur pied, tous ensemble et sans discussion possible.

« Les sériciculteurs par l'étouffement fait à la ferme auront le choix du moment pour la vente, au lieu d'être tenus de céder leur marchandise dans la quinzaine qui suit la montée des vers à la bruyère. A eux de bien choisir ce moment.... »

Expériences dans le Tarn. — En vue de développer la production de la soie dans sa région et de créer de nouvelles ressources aux familles de ses élèves, M. Salelles, Inspecteur primaire à Castres, a eu l'heureuse idée de faire distribuer de petites quantités, 2 à 5 g de graines ou œufs de vers à soie dans les écoles de sa circonscription et il a chargé les maîtres d'enseigner pratiquement l'éducation des vers aux élèves.

Cette tentative, que l'on ne saurait trop louer, a eu tout d'abord la réussite qu'elle méritait; mais, au moment de la récolte, une difficulté s'est présentée qui a failli compromettre le succès final. En effet, le mois de mai ayant été pluvieux et la feuille du mûrier tardive à paraître, les mesures prises dans les diverses écoles pour retarder l'éclosion des œufs ont eu pour conséquence que, dans une école, les vers commençaient à monter à la bruyère au milieu de juin, tandis que dans d'autres ils avaient à peine 1,5 cm ou 2 cm de longueur. Les récoltes et les envois des cocons frais à une filature menaçaient dans ces conditions de se prolonger durant tout un mois. Cela aurait fait pour l'inspecteur et pour son personnel, outre une préoccupation constante, de nombreux petits colis à expédier séparément à la filature; et, comme les envois des nombreuses écoles devaient d'abord être groupés dans six chefs-lieux de canton, il pouvait se produire des mécomptes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par papillonnage en raison du court délai (8 à 10 jours) entre les groupements aux cantons et les expéditions à la filature. D'un autre côté, il était extrêmement incommode pour le filateur d'avoir à s'occuper d'une multitude de petits colis, surtout quand ceux-ci devaient lui arriver dans un délai dépassant beaucoup la période d'étouffage industriel.

C'est à ce moment critique que j'ai été prévenu par M. Saint-Pierre, filateur à Anduze, chez lequel je venais de faire l'expérience de démonstration que j'ai rapportée plus haut, du service que je pouvais rendre à la cause si intéressante de M. Salelles. J'envoyai immédiatement à M. l'Inspecteur primaire de Castres les informations nécessaires, puis, après entente, de la chloropicrine. Selon l'estimation la plus favorable, il s'agissait d'étouffer :

180 kg	de cocons	au groupe de	Castres,
150	—	—	Dourgne,
110	—	—	Labruguière,
130	—	—	Lautrec,
45	—	—	Roquecourbe,
80	—	—	Vielmur.

soit, au total, environ 695 kg de cocons. L'étouffage devait avoir lieu dans chaque centre en plusieurs fois et sur des quantités assez réduites, allant de 5 à 30 kg. J'envoyai, pour satisfaire ces obligations, la chloropicrine répartie par doses de 5 et de 10 g.

Le 6 juillet, M. Salelles m'écrivait : « J'ai fait hier un essai du produit dans un bocal de deux litres et sur 200 g de cocons; j'en ai fait un second ce matin dans une caisse, sur 12 kg de cocons, devant une vingtaine d'instituteurs ou institutrices. Les essais ont été concluants. J'adresse aujourd'hui même une copie de vos instructions à tout le personnel intéressé et j'assure sans retard la distribution des ampoules. » Le 11 octobre, M. Salelles m'écrivait à nouveau, pour me donner des nouvelles de l'ensemble des opérations : « J'ai l'honneur de vous faire connaître que l'emploi de la chloropicrine a donné des résultats excellents pour l'étouffage de nos chrysalides.... Fin juillet, M. Saint-Pierre, d'Anduze, m'accusait réception de 314 kg de cocons au total et s'en déclarait satisfait. Pendant les vacances, un envoi complémentaire de 50 kg lui a été fait. Notre élevage de 1925 a donc réussi, malgré les conditions atmosphériques plutôt défavorables et c'est (à l'emploi de la chloropicrine) que nous devons de n'avoir pas éprouvé de mécompte dans l'écoulement de nos produits.... »

Démonstrations hors de France. — Outre la démonstration directe que j'ai pu faire à Alais, et l'intéressante tentative de propagation de la sériciculture dans le département du Tarn à laquelle la chloropicrine a con-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tribué, je suis entré en correspondance avec un certain nombre de personnes qui m'avaient exprimé leur désir d'essayer le nouveau procédé d'étouffage des cocons. C'est ainsi que j'ai adressé des renseignements circonstanciés, et parfois même de la chloropicrine, en divers pays. Le plus souvent, comme dans le cas de la Chine, de l'Indochine, de Madagascar, l'éloignement, avec ses conséquences bien connues, n'a pas permis d'arriver encore à des réalisations ou m'a empêché d'avoir jusqu'ici connaissance de ce qui avait été fait. D'autres fois, comme pour la Syrie, c'est sans doute à une cause très différente qu'il faut attribuer l'arrêt complet des démarches, privées ou officielles, qui avaient été entreprises. De sorte que, finalement, je n'ai eu, hors de France, de nouvelles que d'un premier essai tenté au Maroc.

Ayant appris, par un article de M. L. Chassaigne dans *Le Journal* du 15 mars 1925 que des sériciculteurs soviétiques avaient exposé à la Foire de Lyon des cocons étouffés par la chloropicrine, suivant le procédé que j'avais publié l'année précédente, un producteur de cocons de soie de Kénitra au Maroc, M. G. Boniface, parvint à entrer en rapport avec moi; je lui envoyai à la fois tous les renseignements et la chloropicrine qu'il me demandait. Le 4 juillet suivant il m'écrivait : « Je viens vous accuser réception de votre estimé paquet contenant deux ampoules de chloropicrine que j'ai employées à mon entière satisfaction.... J'ai étouffé ma récolte d'essai, ainsi que la première récolte d'un élève qui a obtenu pour sa première année de sériciculture des résultats bien satisfaisants.

« Actuellement je suis très occupé à des travaux d'agrandissement de ma villa, et ne puis vous adresser de ce chantier bouleversé un rapport détaillé de mes applications qui ont été tout à fait concluantes sur la valeur de ce procédé d'étouffage; je le ferai incessamment.

« Je vais vous adresser échantillon de ma récolte.... »

Je n'ai reçu ni le rapport détaillé, ni l'échantillon, mais Kénitra étant dans une région influencée, je crois, par les événements militaires qui ont surgi au Maroc, il n'y a pas trop lieu de s'étonner. L'essentiel, pour l'instant, est de retenir que, cette fois encore, le procédé d'étouffage par la chloropicrine s'est montré aussi efficace que facile à employer.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

L'étouffage des cocons de vers à soie par la chloropicrine, suivant la technique de 1925 exposée dans le présent rapport, est un procédé pratique, d'un emploi facile, même par des personnes non initiées aux manipulations de laboratoire; il est certainement beaucoup plus commode que les procédés par la chaleur, sèche ou humide.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En outre, comme il a déjà été établi (4), l'étouffage par la chloropicrine donne toute satisfaction au double point de vue du rendement et des qualités de la soie, ce qui est souvent loin d'être le cas dans les étouffages en petit réalisés à l'aide de la chaleur.

Il ne semble pas douteux qu'en permettant à chaque éducateur de traiter lui-même sa récolte avec sécurité, le nouveau procédé d'étouffage n'ait comme conséquence : l'établissement du commerce des cocons sur des bases plus fixes et plus équitables qu'aujourd'hui et le développement de la sériciculture, si souhaitable dans notre pays, par la création de nombreux centres d'éducation.

Le procédé d'étouffage par la chloropicrine sera très intéressant aussi pour nos colonies. C'est ainsi qu'à Madagascar, d'après M. L. Gallé, directeur de la Station agricole et de la Ferme-École d'Antsirabé, « la sériciculture est très en honneur.... Il commence à se monter des filatures européennes et les moyens de transport étant encore peu nombreux et lents, l'étouffage radical, rapide et peu coûteux rendrait dans nombre de cas, pour ne pas écrire la totalité, de signalés services.

« Nos stations agricoles du centre font du grainage cellulaire et on a souvent l'occasion d'étouffer des cocons, en raison de circonstances diverses. Ensuite, et surtout, les lieux de production étant épars et assez éloignés des usines, il est capital pour les usiniers de pouvoir, sur les lieux mêmes d'achat, étouffer les cocons. »

Enfin, M. Vieil, directeur du Comité pour l'Amélioration de la Sériciculture en Chine, m'a communiqué l'information suivante : « Vous connaissez certainement l'importance de la production des cocons en Chine, mais vous ne savez peut-être pas que dans beaucoup de régions séricicoles importantes, il est interdit d'installer des étouffoirs et les producteurs de cocons sont obligés de filer leurs cocons frais dans l'espace de 8 à 10 jours. Quand la récolte est abondante, il y a une perte considérable de cocons qu'on ne peut filer avant la sortie des papillons et la qualité de la soie se ressent d'un dévidage fait avec autant de précipitation. » M. Vieil estime que le procédé à la chloropicrine « si simple et ne nécessitant pas une installation trop coûteuse rendrait un immense service dans ces régions. »

(4) *Loc. cit.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LE DÉVELOPPEMENT DE L'INSTITUTION DES ALLOCATIONS FAMILIALES

(6e Congrès, Marseille, 10-13 mai 1926)

par

M. G. BONVOISIN,

directeur du Comité central des Allocations familiales.

Maints enseignements se dégagent des travaux du VIe Congrès des Allocations familiales qui vient de se tenir à Marseille. On se rendra compte tout d'abord de l'importance de cette manifestation et du développement pris par l'institution des allocations familiales d'après les indications suivantes.

Au mois de juin 1925, on comptait 176 caisses groupant 11.200 établissements, 1.210.000 salariés et répartissant annuellement, en primes et allocations, 160 millions de francs. Ces nombres sont devenus respectivement 195 caisses, 14.000 établissements, 1.300.000 salariés et 200 millions de francs, soit un accroissement de 19 caisses, 2.800 maisons, 90.000 salariés et 40 millions de francs.

En faisant état des entreprises qui pratiquent isolément les allocations familiales et que notre enquête a pu atteindre, nous obtenons un total de 700 millions de francs pour 2.600.000 travailleurs. Enfin, compte tenu du personnel des administrations publiques, nous pouvons dire que les allocations familiales représentent aujourd'hui une répartition annuelle de 1.152 millions sur une population de 3.600.000 âmes.

Ce qui ressort à première vue du rapprochement de ces chiffres, c'est que la progression du mouvement ne se dément pas. La raison en est sans doute qu'il s'agit d'une mesure d'équité qui s'impose peu à peu dans tous les esprits. Il faut y voir aussi l'effet du groupement des efforts, réalisé grâce aux caisses de compensation, qui ont rendu accessible à toutes les entreprises sans distinction, la participation aux œuvres sociales longtemps demeurées le privilège des plus importantes.

De plus, il y a lieu de mentionner l'influence de la loi du 19 décembre 1922 qui a rendu obligatoire l'adhésion aux caisses pour les adjudicataires de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

travaux publics de l'État et facultative pour ceux des marchés passés au nom des départements, communes et établissements publics de bienfaisance.

Nous remarquons ensuite que la presque totalité du gain réalisé par l'effectif du personnel l'est au compte des caisses de compensation; d'où nous pouvons conclure que la supériorité de l'action collective sur l'intervention individuelle s'est imposée à la plupart des nouveaux venus.

Nous constatons enfin que la valeur des allocations versées a crû beaucoup plus vite encore que le nombre des bénéficiaires. D'une façon très générale, en effet, les taux en vigueur ont été sensiblement majorés, non seulement en valeur relative, pour tenir compte de la dépréciation du franc, mais en valeur absolue, ce qui témoigne de l'intérêt croissant qui s'attache au rôle joué par les allocations familiales dont on attend, pour les familles intéressées, une aide de plus en plus efficace.

A ne considérer que les 30 principales caisses qui représentent 80 p. 100 du montant total des allocations versées, on obtient le barème moyen ci-après :

1 enfant	25,23
2 enfants	63,02
3 —	109,47
4 —	173,16
5 —	240,34
6 —	318,06

Il va sans dire qu'à cet effort ont surtout participé les caisses industrielles, mais des progrès ont été enregistrés dans les milieux du commerce ainsi que dans les professions libérales; nous n'en citerons que ce seul exemple : l'Association nationale des Notaires de France se préoccupe d'appliquer successivement au personnel des études un système général d'assurances sociales dont la première étape est l'allocation familiale déjà pratiquée par la Chambre des Notaires de la Seine.

Enfin une mention spéciale est due aux caisses agricoles qui, malgré les difficultés particulières à leurs milieux, se sont très sensiblement développées, à la fois quant au nombre, passant de 16 à 27, et quant à la valeur des allocations versées qui, chez certaines, rejoignent le niveau des barèmes industriels.

Mais un vaste effort de propagande reste nécessaire pour faire connaître et apprécier l'institution dans les milieux où elle n'a pas encore pénétré; c'est à quoi s'emploie notamment le Comité central des Allocations familiales (1) qui, au cours de sa dernière assemblée générale, a précisément examiné

(1) Siège social, Paris, 7, rue de Madrid (8e).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les divers moyens propres à hâter une généralisation unanimement souhaitée.

Parmi ces moyens, nous citerons l'usage d'une marque distinctive destinée à identifier les maisons qui adhèrent aux caisses de compensation. Le dessin composant ce label représente un enfant appuyé sur un bouclier où se détachent les mots « allocations familiales ». Le projet en est actuellement soumis à enquête; son adoption pourrait exercer une heureuse influence sur la clientèle et aider ainsi à la diffusion de l'institution.

Influence sur la natalité. — Si les instigateurs de l'allocation familiale ont surtout en vue l'amélioration du sort de la famille ouvrière, une plus juste adaptation des ressources aux besoins, plus d'harmonie dans l'ordre social et plus de bien-être au foyer, il semble bien qu'en visant ce but désintéressé, ils en ont, chemin faisant, atteint un autre. En présence des avantages de plus en plus substantiels que les caisses de compensation assurent à leurs allocataires, on voit en effet se réveiller le sentiment de la famille et les foyers se repeupler.

Les statistiques dressées par le Comité central établissent en effet que, pour la population groupée par les caisses de compensation, le pourcentage des naissances par rapport à l'effectif salarié est passé de 36, 9 p. 1000 en 1921 à 39, 2 p. 1000, soit une augmentation de 6 p. 100. Rapprochée des statistiques les plus récentes sur le mouvement de la population française, cette proportion fait ressortir sur les familles allocataires des caisses une natalité de 25 p. 100 supérieure.

Pour prendre toute leur valeur, ces chiffres doivent être rapprochés de ceux qui ont été récemment publiés sur le mouvement de la population et qui font ressortir pour la France un excédent de naissances de 1,9 p. 1000 seulement, coefficient qui est de beaucoup le plus bas de tous les pays d'Europe, où il varie de 6,9 en Belgique et 8,2 en Allemagne, à 12,7 en Italie et 15,3 aux Pays-Bas.

Comment se traduit, pour notre pays, cette insuffisance croissante de natalité, nous ne le savons que trop; les étrangers, rappelait dernièrement M. Vieuille, représentent déjà le 1/6 de notre population masculine active; ils s'accroissent 4 fois plus vite que les nationaux....

Dès lors qu'il semble démontré qu'en aidant la famille à vivre on favorise sa constitution et son développement, on pourrait se demander si, en présence du péril national que la dépopulation fait courir au pays, le soin de pourvoir à son recrutement ne devrait pas être assumé par l'État? Mais quoi que l'on puisse penser à ce sujet, la situation financière du Trésor ne permet pas de lui demander plus que le « geste » réalisé par les différentes dispositions législatives visant les familles nombreuses. C'est pourquoi l'on

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

peut dire : que l'initiative privée fasse hardiment l'effort dont elle est capable; qu'elle soit la marraine généreuse de tant de petits Français qui semblent bien attendre, pour naître, que leur couvert soit mis au banquet de la vie.

Extensions sociales. — Cette influence sur la natalité, doublée d'une action sur la mortalité et l'hygiène infantiles, il n'est pas sûr que les allocations proprement dites, c'est-à-dire les indemnités en argent, eussent suffi à l'exercer. Mais voici longtemps que les caisses de compensation ont imaginé de mettre les moyens dont elles disposent au service d'une action sociale plus perfectionnée, en évolution continue; sous ce rapport aussi, de sensibles progrès ont été faits depuis l'an dernier.

Hygiène prénatale et post-natale, organisation méthodique de l'accouchement et de l'allaitement au sein, consultations, surveillance médicale de l'enfance et de l'adolescence, accession aux œuvres de plein air, c'est sous des formes de plus en plus adaptées aux besoins et partant, toujours plus efficaces, que se réalise cette intervention raisonnée de la collectivité patronale vis-à-vis de ceux dont elle entend préparer l'avenir en assurant leur développement physiologique et moral.

Dans cet ordre d'idées, les congressistes de Marseille se sont vu donner une admirable leçon de choses en visitant Sylvabelle, « cette maison de petits déshérités qui ferait envie à bien des enfants gâtés de la fortune » et où les caisses de compensation de Lyon rendent chaque année à la pleine santé des centaines d'enfants que leur débilité congénitale ou accidentelle vouait à une mort certaine ou tout au moins à une existence précaire.

Là où une œuvre de ce genre n'a pu être réalisée, les formes d'intervention utiles et plus accessibles ne manquent pas : c'est le cas notamment des envois en colonies de vacances ou en placement familial qui prennent toujours plus d'extension dans le monde de nos caisses et dont les résultats s'avèrent des plus satisfaisants.

C'est le développement que comportent les services de visiteuses dont le rôle éminent a été rappelé et qui poursuivent avec autant de tact que de dévouement leur admirable mission.

Ce sont encore les encouragements à l'allaitement maternel que les caisses réalisent avec un succès croissant en procurant aux mères-nourrices des avantages particuliers et en assurant ou facilitant le service des consultations de nourrissons.

Il est à remarquer à ce propos que, dans son commentaire du décret sur les chambres d'allaitement, l'Administration du Travail a entendu préconiser la forme d'encouragement à l'allaitement pratiquée par les caisses de compen-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sation et a engagé les inspecteurs à orienter de ce côté les entreprises visées par le décret.

Les allocations-maladie. — Les résultats obtenus par leur intervention en faveur de l'hygiène infantile et de la santé des travailleurs devaient naturellement conduire les caisses de compensation à étendre leur garantie au risque de maladie.

C'est ainsi que se sont créés des services d'allocations-maladie qui fonctionnent aujourd'hui dans 16 centres, sans parler de ceux où la question est à l'étude.

Constituées, comme les allocations familiales, sur le principe du versement par les seuls employeurs, les allocations-maladie n'en font pas moins appel à l'esprit de prévoyance des travailleurs grâce à la participation aux sociétés de secours mutuels dont elles favorisent le recrutement et renforcent l'action.

D'éminents représentants de la mutualité ont d'ailleurs apporté au Congrès de Marseille le témoignage de leur solidarité avec les caisses patronales d'allocations-maladie. Il va sans dire que celles-ci agissent également en plein accord avec l'autorité médicale qui s'est montrée partout empressée à seconder l'effort social du patronat dans ce domaine.

Le logement. — Mention doit être faite encore d'un nouvel et combien vaste domaine où il semble que l'activité des caisses de compensation puisse s'exercer avec fruit; il s'agit du logement, en quoi se résume peut-être toute la question sociale et dont la crise a aggravé cette tare de notre civilisation contemporaine : le taudis. Certaines initiatives heureuses ont permis d'envisager un programme d'amélioration du logement, voire de construction et d'accession à la propriété dont on peut espérer que les animateurs des caisses de compensation chercheront à s'inspirer dans leur action future.

Tels sont, en quelques mots, les enseignements d'un congrès qui a témoigné, d'une manière particulièrement saisissante, de la vitalité de l'œuvre sociale poursuivie par les caisses de compensation.

Nées au lendemain de la grande tourmente, celles-ci se sont développées au cours d'une période économique difficile et étendent progressivement leur action aux divers problèmes que pose l'évolution sociale. Par leurs initiatives hardies mais prudentes, généreuses mais réfléchies, elles témoignent du souci qu'ont leurs adhérents de ne rien négliger de ce qui peut améliorer le sort des travailleurs et de le réaliser progressivement dans la mesure compatible avec les possibilités de la production.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Novatrices, elles sont pour le législateur un guide en même temps qu'un frein et justifient la prétention qu'a chez nous l'initiative privée de répondre par elle-même aux besoins de la situation sociale.

Aussi la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale ne manquera-t-elle pas de s'associer au vœu exprimé par les congressistes de Marseille en faveur de l'adhésion de tous les employeurs aux caisses de compensation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE DU 1er MAI 1926

Présidence de M. A. MESNAGER, *président.*

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 20 mars 1926 est adopté.

Est nommé membre de la Société :
M. VENOT, présenté dans la dernière séance.

Sont présentés pour devenir membres de la Société :

M. DE BONNEVILLE (Emmanuel), Ingénieur de l'École des Mines de Saint-Étienne, directeur des Hauts Fourneaux de Rouen, Grand-Quévilly (Seine-Inférieure); présenté par M. Charles Berthelot et M. Lemaire;

M. PILLOT (Ernest), maître de verreries, Bar-sur-Seine (Aube), présenté par M. Paris et M. Thouvenin;

M. PLANCHE (René), ingénieur-constructeur, 6, boulevard de la Station viticole, Villefranche-sur-Saône (Rhône), présenté par MM. Sauvage et Vermorel.

M. LEQUEUX (Raoul) (✻), Ingénieur des Arts et Manufactures, ingénieur-constructeur de matériel de laboratoire, 64, rue Gay-Lussac, Paris (5e), présenté par MM. Arnould et J. Carpentier;

M. ROLLET DE L'ISLE (Maurice), (C. ✻) ingénieur-hydrographe général de la Marine du cadre de réserve, 35, rue Du Sommerard, Paris (5e), présenté par le Général Sebert et M. Daniel Berthelot.

M. MESNAGER, *président.* — Ces cinq demandes d'admission ne doivent pas nous faire illusion et nous laisser croire qu'à chacune de nos séances nous avons autant de présentations. Il ne faut pas oublier que nous n'avons

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pas eu de présentation depuis notre dernière séance ordinaire, qui s'est tenue le 20 mars. Sur ces cinq demandes d'admission ne figure le nom d'aucun de nos lauréats, alors qu'avant la guerre, deux de nos lauréats sur trois en moyenne, se faisaient inscrire comme membres de notre Société sans que nous eussions à solliciter leur adhésion.

En ce moment, les nouvelles admissions ne compensent pas les décès de nos membres anciens. Si notre Société veut continuer à rendre les services qui lui sont assignés par ses statuts, il lui faut absolument augmenter le nombre de ses membres. J'adresse donc un pressant appel à tous nos sociétaires, et en particulier à mes collègues du Conseil, pour leur demander instamment de nous amener des membres nouveaux.

Que ceux qui veulent être des nôtres se rassurent; les formalités sont très simples : se faire inscrire au Secrétariat et obtenir le parrainage d'une personne déjà sociétaire.

MM. DE FRÉMINVILLE et Henri HITIER, *secrétaires généraux*, présentent et analysent quelques ouvrages récemment entrés dans la Bibliothèque.

M. DE FRÉMINVILLE présente les ouvrages suivants :

L'organisation du contrôle et la technique des vérifications comptables, par Joseph REISER. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1926;

Installation et aménagement d'une émaillerie, par Ph. EYER. Traduit sur la 2e édition allemande, par Marcel THIERS. Paris, Dunod, 1926;

Réparation, montage et réglage des instruments de pesage usuels. Manuel pratique à l'usage des ouvriers balanciers, par J. P. GUEIDON. Paris, Dunod, 1926;

Appareillage électrique, par P. MAURER (École d'Électricité et de Mécanique industrielles). Paris, Gauthier-Villars et Cie, 55, quai des Grands-Augustins, 1926;

Les économies de combustibles. Combustibles inférieurs et de remplacement, par Pierre APPELL (Encyclopédie Léauté, 2e série). Paris, Gauthier-Villars et Cie, 55, quai des Grands-Augustins; Masson et Cie, 120, boulevard Saint-Germain (6e), 1926;

70 brochures sur des recherches géologiques et des bassins houillers en Belgique, par M. P. FOURMARIER (Don de l'auteur).

M. HITIER présente les ouvrages suivants ;

Les argiles réfractaires. Matières premières et leur emploi dans l'industrie des produits réfractaires, par Carl BISCHOF, 4e édition allemande revue et remaniée par K. JACOB et E. WEBER. Traduction par A. SCHUBERT. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1926. (Don de M. A. Schubert, membre correspondant de la Société);

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La fabrication des colles et gélatines. Traitement industriel des animaux abattus, par Victor CAMBON. Paris, Dunod, 1923;

Chimie générale et industrielle. Tome V : *Chimie organique.* Série *forménique* (suite). *Série cyclique*, par Ettore MOLINARI. 4e édition revue et augmentée. Traduit de l'italien par B. DE VIVIÈS et Marcel AMIC. Paris, Dunod, 1926;

Les grands problèmes de paix et de guerre. — L'azote et le pétrole. Engrais et explosifs. Pétrole, alcool et houille. Les travaux de M. Georges Claude, par Albert PASSAGEZ. Bruxelles, Agence Dechenne 18-20, rue Persil; Paris, Gaston Doin, 8, place de l'Odéon (6e), 1924, (Don de l'auteur);

Les professions agricoles. Ce qu'elles sont. Comment s'y préparer. Comment y réussir, par Jean PONSARD. Préface de M. Henri HITIER. Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, 26, rue Jacob (6e);

Les problèmes agricoles traités par les Ingénieurs-agronomes. Paris, Association amicale des anciens Élèves de l'Institut national agronomique, 5, quai Voltaire (7e), 1926.

M. R. JOUAUST, sous-directeur du Laboratoire central d'Électricité, fait une communication sur l'*état actuel de la technique des courants de haute fréquence* (*production*, *mesures*, *détection*, *amplification*) (1).

M. MESNAGER, *président*, remercie M. Jouaust de sa très intéressante communication.

La séance est levée à 18 h. 30 m.

SÉANCE PUBLIQUE DU 8 MAI 1926

Présidence de M. A. MESNAGER, *président.*

La séance est ouverte à 17 h.

Sont nommés membres de la Société :

M. Emmanuel de BONNEVILLE, Ernest PILLOT, René PLANCHE, Raoul LEQUEUX, et Maurice ROLLET DE L'ISLE, qui ont été présentés dans la dernière séance.

Sont présentés pour devenir membres de la Société :

M. MARSAT (Antoine), lauréat de la Société d'Encouragement (médaille

(1) Le texte *in extenso* de cette communication, complété par de nombreuses additions, paraîtra dans le *Bulletin* triple de juillet-août-septembre 1926.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'or en 1926), ingénieur aux Anciens Établissements Sautter-Harlé, allée du Moulin, Verrières-le-Buisson (Seine-et-Oise), présenté par M. J. Rey et M. A. Blondel;

M. MONNIER (Alfred), lauréat de la Société d'Encouragement (médaille de vermeil en 1926), ingénieur, industriel (lampes à incandescence électrique), 11 *bis*, rue de Torricelli, Paris (17e), présenté par M. J. Rey et M. A. Blondel;

M. DUHAMEL (Élisée), ancien élève de l'École polytechnique, ingénieur, directeur technique de la Compagnie générale des Industries textiles (peignage de laines), 142 *ter*, Grand'rue, Roubaix (Nord), présenté par M. E. Lemaire (membre à vie);

M. SERVONNET (Hyacinthe) (✻, ✪), Ingénieur des Arts et Manufactures, ingénieur principal adjoint, chef-adjoint des Services des Ateliers de Machines du Chemin de fer du Nord, 40, avenue Junot, Paris (18e), présenté par M. Gruner et M. Lacoin;

la COMPAGNIE DES LAMPES, 41, rue La Boétie, Paris (8e), présentée par la Compagnie française Thomson-Houston et la Compagnie générale d'Électricité (membre perpétuel).

M. MESNAGER, *président*. — J'ai le plaisir de vous annoncer la promotion de plusieurs membres de notre Conseil dans l'ordre de la Légion d'honneur.

Ont été promus commandeurs :

M. BARBET, membre du Comité des Arts mécaniques;

M. LŒBNITZ, membre du Comité des Arts chimiques;

M. PLUMET, membre du Comité des Constructions et des Beaux-Arts.

M. BOYOUD, membre du Comité des Arts chimiques, a été promu officier;

M. VISSEAUX, membre correspondant du Comité des Arts économiques, a été nommé chevalier.

Le Comité de Constructions et des Beaux-Arts déclare vacant le siège occupé dans ce Comité par M. Rabut, décédé.

De même, le Comité de Commerce déclare vacant le siège qui était occupé par M. Alfassa, décédé.

M. René MESNY, professeur d'hydrographie de la Marine, fait une communication sur les *applications pratiques de la télégraphie sans fil (postes fixes et mobiles, réseaux nationaux et internationaux, radiogoniométrie, télémécanique* (1).

(1) Le texte de cette communication, augmenté de nombreuses additions, paraîtra dans le *Bulletin* triple de juillet-août-septembre 1926.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. MESNAGER, *président*, remercie M. Mesny de sa très intéressante communication.

La séance est levée à 19 h.

SÉANCE PUBLIQUE DU 15 MAI 1926

Présidence de M. A. MESNAGER, *président*.

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal des séances des 1er et 8 mai 1926 est adopté.

Sont nommés membres de la Société :

M. Antoine MARSAT; M. Alfred MONNIER; M. Élisée DUHAMEL (membre à vie); M. Hyacinthe SERVONNET; la COMPAGNIE DES LAMPES (membre perpétuel), qui ont été présentés dans la dernière séance.

Sont présentés pour devenir membres de la Société :

M. FOILLARD (✻), ingénieur, ingénieur en chef aux Anciens Établissements Sautter-Harlé, 117, rue Saint-Dominique, Paris (7e), présenté par M. Jean Rey et M. Édouard Sauvage;

M. BRUNEHANT, agriculteur, 19, boulevard Pasteur, à Soissons (Aisne), présenté par MM. Léon Lindet et Henri Hitier.

M. MESNAGER, *président*. — Dans la séance qu'il vient de tenir en comité secret, le Conseil d'administration a nommé :

membre du Comité des Arts économiques : M. Maurice GARNIER;

membre du Comité des Constructions et des Beaux-Arts : M. Louis LUMIÈRE;

membre du Comité d'Agriculture : M. BRUNEHANT;

membre du Comité de Commerce : M. Hyacinthe SERVONNET.

Conformément aux statuts, ces nominations seront soumises à la ratification par l'assemblée générale de fin d'année.

Le Conseil d'administration a nommé en outre :

M. Raoul LEQUEUX, membre correspondant du Comité des Arts économiques.

M. Ed. SAUVAGE, *vice-président*. — Il est d'usage qu'à chaque séance notre président signale les nominations récentes dans la Légion d'honneur des membres de notre Conseil. Je tiens à vous signaler une nomination qui nous

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

a fait plaisir à tous, c'est celle de M. Mesnager lui-même, notre président, qui vient d'être promu commandeur, et à qui j'adresse nos plus cordiales félicitations.

M. MESNAGER, *président*, remercie M. Sauvage des sentiments de si vive sympathie qu'il vient d'exprimer et dont il est profondément touché.

Le commandant L. JULLIEN, chef de l'Établissement central de la Radiotélégraphie militaire, fait une communication sur les *applications pratiques de la téléphonie sans fil* (*diffusion*, *postes fixes et postes mobiles*, *navires*, *avions*, *chemins de fer*, *téléphonie hertzienne sur fil*) (1).

M. MESNAGER, *président*. — Je remercie M. le commandant Jullien de sa très intéressante communication. Espérons que nous verrons prochainement en France les applications de la radiotéléphonie qui sont actuellement réalisées ou en cours de réalisation à l'étranger.

La séance est levée à 18 h. 45 m.

SÉANCE PUBLIQUE DU 20 MAI 1926

Présidence de M. Ed. SAUVAGE, *vice-président*.

La séance est ouverte à 17 h.

Sont nommés membres de la Société :

M. Antoine FOILLARD et M. BRUNEHANT présentés dans la dernière séance.

Est présenté pour devenir membre de la Société :

M. Jean SARAZIN, officier des Eaux et Forêts, Ingénieur-agronome, à Collo (Algérie), présenté par M. Lafosse.

M. Paul BRENOT, directeur de la Compagnie générale de T. S. F., vice-président du Syndicat professionnel des Industries radioélectriques, fait une communication sur l'*industrie de la radioélectricité*, *son importance*, *son évolution*, *ses besoins*, *son avenir* (2).

M. SAUVAGE, remercie vivement M. Brenot de son intéressant exposé.

La séance est levée à 18 h. 15 m.

(1) Le texte de cette communication, augmenté de nombreuses additions paraîtra dans le *Bulletin* triple de juillet-août-septembre 1926.

(2) Le texte *in extenso* de cette communication paraîtra dans le *Bulletin* triple de juillet-août-septembre 1926.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCE DU 29 MAI 1926

Présidence de M. A. MESNAGER, *président.*

La séance est ouverte à 17 h.

Est nommé membre de la Société ;
M. Jean SARAZIN, qui a été présenté dans la dernière séance.

M. MESNAGER, *président.* — J'ai le plaisir de vous faire savoir que deux membres de notre Conseil viennent d'être promus officiers de la Légion d'honneur :

M. Marcel MAGNE, membre de notre Comité des Constructions et des Beaux-Arts, conseiller technique de l'Exposition internationale des Arts décoratifs de Paris 1925 ;

M. D'ALLEMAGNE, membre de notre Comité des Constructions et des Beaux-Arts, organisateur du « Village du Jouet » à cette même Exposition des Arts décoratifs.

Au nom de notre Société, je leur adresse mes très vives félicitations.

M. MESNAGER, *président*, lit une lettre que le ministre de l'Intérieur a adressée aux associations reconnues d'utilité publique pour les inviter à apporter leur contribution volontaire à la Caisse d'Amortissement.

MM. H. HITIER et Ch. DE FRÉMINVILLE, *secrétaires généraux*, présentent et analysent des ouvrages récemment entrés dans la Bibliothèque.

M. HITIER présente les ouvrages suivants :

Petite industrie chimique (Industrie des métalloïdes), par L. HACKSPILL et P. REMY-GENNETÉ (Encyclopédie de chimie industrielle). Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1926 ;

Manuel du teinturier, par R. GNEHM. Édition française, entièrement remaniée par Raoul DE MURALT. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1926 ;

Le Togo et le Cameroum (Numéro spécial, hors série, de la *Vie technique, industrielle, agricole et coloniale*), Paris, 14, rue Séguier (6e), 1926 ;

Rapport d'ensemble sur une mission aux Indes néerlandaises (Extrait du *Bulletin économique de l'Indochine*, 1925, n° 175). Hanoï.

M. DE FRÉMINVILLE présente les ouvrages suivants :

Fouilles et fondations, par P. FRICK, 2e éd. mise à jour par Paul LEVY-SALVADOR. (Bibliothèque de l'Ingénieur des Travaux publics), Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1926 ;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Recherches industrielles sur les chaux, ciments et mortiers, par J. BIED, Paris, Dunod, 1926;

Recueil de problèmes, avec solutions, sur l'électricité et ses applications pratiques, par H. VIEWEGER. Traduction française de G. CAPART. 5e éd. revue et augmentée. Paris, Dunod, 1926;

Au secours de l'épargne française pour la défense de notre avoir à l'étranger, par Maurice ÉVESQUE;

Stéphane Devillé, hommage de la Compagnie des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée à son Président, 1889-1925 (Don du président du Conseil d'Administration de la Compagnie des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, membre de la Société).

Le général FERRIÉ, membre de l'Institut et du Conseil de la Société d'Encouragement, Inspecteur général de la Télégraphie militaire, fait une communication sur les *applications diverses de la technique de la haute fréquence* (1).

M. MESNAGER, *président*, remercie le général Ferrié de sa très intéressante communication et le félicite des résultats remarquables auxquels il est parvenu, lui et ses collaborateurs, dans la réalisation des méthodes et des appareils qu'il vient de nous décrire si clairement.

La séance est levée à 18 h. 30 m.

(1) Le texte *in extenso* de cette communication paraîtra dans le *Bulletin* triple de juillet-août-septembre 1926.

COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES

SÉANCE DU 11 MAI 1926

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

Le secrétage des poils de lapins au moyen d'azotate d'urée,

par

M. GABRIEL JOSSIER,
membre du Conseil.

Une note parue dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement* de janvier 1926 (2) a rappelé les diverses tentatives faites dans l'opération du secrétage des peaux de lapins pour diminuer les dangers que présente pour l'hygiène des ouvriers l'emploi des sels de mercure.

Nous venons d'être informés qu'un brevet a été pris par MM. Pichard Frères, en février 1925, sous le n° 594.241, qui supprime l'emploi des sels de mercure pour

(2) Voir le *Bulletin* de janvier 1926, p. 68.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le secrétage, et que les résultats obtenus depuis cette époque permettent d'envisager la solution de ce problème.

Ce nouveau procédé de secrétage sans mercure des poils destinés à la fabrication du feutre, consiste à traiter les poils adhérents à la peau, ou séparés de cette dernière, par une solution d'*urée*, de ses composés, ou de ses dérivés, et, de préférence, de *nitrate d'urée*, dans tous dissolvants appropriés.

Des applications de ce procédé ont été faites depuis une année, et ont donné des résultats satisfaisants. Il est à souhaiter que son application soit étudiée dans les différentes usines de coupage de poils de lapins, afin d'éviter les conséquences, pour la santé des ouvriers, de l'intoxication résultant des composés mercuriels.

La maladie professionnelle désignée sous le nom d'hydrargyrisme serait donc supprimée.

COMITÉ DES CONSTRUCTIONS ET DES BEAUX-ARTS

SÉANCE DU 27 MAI 1926

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

Le Salon des Artistes décorateurs (Paris 11 mai-8 juillet 1926)

par

M. HENRY RENÉ D'ALLEMAGNE.

membre du Conseil.

Le Salon des Artistes décorateurs a été installé cette année dans la partie du Grand Palais qui se trouve à l'angle de l'avenue des Champs-Élysées, exactement à l'endroit où, pendant l'Exposition internationale des Arts décoratifs et industriels modernes de l'année dernière, étaient disposés les stands de la porcelaine et de la verrerie.

Dans son ensemble, cette seizième exposition des artistes décorateurs rappelle beaucoup les mobiliers du Groupe 7 que nous avons vus l'année dernière sur l'Esplanade des Invalides. Ce sont presque toujours les mêmes maisons et les mêmes artistes décorateurs qui offrent au public leurs productions.

Les meubles se font remarquer par la richesse des bois employés, dont beaucoup proviennent de nos possessions d'Afrique. La forme de ces meubles continue à être massive, sans aucune moulure ni sculpture. Toute la richesse réside dans la rareté des essences employées et dans la perfection du vernis. On ne peut pas se dissimuler que l'école du cubisme fait chez nous des progrès et, sortant du domaine de la peinture et de la sculpture, prend place parmi les modèles de nos meilleurs ébénistes.

Ces meubles aux formes quelque peu géométriques sont diversement appréciés. Nous avons noté en entrant dans l'exposition de M. JALLAT, une table hexagonale dans les côtés de laquelle on a ménagé de petites bibliothèques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Un peu plus loin, M. Gabriel Englinger nous présente une salle à manger en palissandre dont la table est éclairée par un bizarre appareil rappelant les sheds des usines. Les lampes électriques de forme longue placées alternativement sur ou sous la toiture éclairent la table ou le plafond de la pièce.

M. Temporal nous montre une boutique de potier dans laquelle les coupes et les pichets sont présentés sur des pilastres carrés ou octogonaux. Ce mode d'exhibition qui tend à se généraliser dans les magasins de nouveautés détache bien l'objet qu'on veut montrer au public et le met réellement en valeur.

M. Paul Kiss, en collaboration avec M. Paul Feher, présente une table et une console en fer forgé dont le motif principal consiste en une sorte de ruban formé de brindilles de fer juxtaposées, qui vient se replier sur la ceinture du meuble. Dans le fond est une grille de fenêtre ornée d'une grecque d'un effet nouveau et intéressant. En guise de lustre pour éclairer sa pièce, l'artiste s'est inspiré d'un turban de mollah persan. Le bord et la haute calotte pointue sont formés de verres opalins contenant des lampes longues électriques. Sur la gauche, sont deux vitrines rectangulaires également en fer forgé dans le panneau inférieur desquelles est encastré un joli décor floral.

M. Adenet a sculpté des céramiques traitées dans le goût cubique : poules, coqs, canards japonais, lapin et dindon : quelque schématiques que soient ces pièces elles sont cependant d'un effet saisissant.

M. Djo Bourgeois présente une villa sur la Côte d'Azur dans laquelle tous les meubles sont du plus pur cubisme; c'est vide, froid et vraiment bien peu pratique.

Nous revenons au fer forgé avec la grille d'orgue de M. Szetlak, architecte, et M. Marcel Bergue, ferronnier. L'instrument de musique est surmonté d'une sorte de boîte en fer entièrement travaillée à jour à décor d'écaille renfermant au centre de chacune des arcatures une palmette. Tout le fond est occupé par une très grande grille rectangulaire formée d'un mélange de fleurons alternant avec des lignes ondulées. Aux angles sont figurées des équerres de rinceaux très serrés. C'est un magnifique travail d'un effet réellement saisissant.

Nous retrouvons l'alliance du fer forgé et de la soierie dans le stand de M. Subes, ferronnier, et de MM. Bianchini et Ferrier, les fabricants de soie bien connus qui ont édité cette année un tissu dont le décor principal est emprunté à l'ananas.

M. Pierre Chareau présente un bureau et des sièges placés de chaque côté d'une cheminée conçue dans le genre anglais. A droite et à gauche, des glissières rectangulaires en fer permettent d'entasser le bois destiné à l'alimentation de la cheminée.

M. Maurice Dufrêne nous fait pénétrer dans l'appartement d'un *Français de moyenne condition* : vestibule, bureau, cuisine toute blanche et rouge, chambre d'enfant rose et blanche toute garnie de meubles aux couleurs claires et gaies : sur les murs une succession de cinq vagues de couleurs allant du rouge au rose forment un dégradé agréable à l'œil.

Le ferronnier Raymond Subes a forgé cette année tout un ameublement : guéridon avec dessus de marbre, lampadaire et appliques et grille d'appui à rosace géométrique ornée en son centre d'un joli décor floral. A l'extrémité du stand, une immense console soutenue par des volutes est couverte d'un dessus de marbre reposant sur une épaisse bande de fer sur laquelle sont rivés des anneaux où passe une énorme corde entièrement en fer forgé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Paul Follot a composé tout un ensemble constituant un appartement moderne : un vestibule, une chambre à coucher avec lit chiffonnier, table à écrire et sièges en amboine jaune et ivoire, puis un bureau salon, éclairé par des corniches lumineuses, une salle à manger avec table, dressoir et desserte en noyer sculpté.

Non loin de là nous trouvons une grande porte monumentale en fer forgé dans laquelle, au milieu d'un paysage schématique, grimpent des cerfs et des chevreuils, le tout traité avec beaucoup de sobriété mais non sans allure par les ferronniers Nics Frères (M. Azéma Edrei Hardy, architecte).

Faisant suite à son exposition de l'an dernier, à l'Exposition des Arts décoratifs, M. Ruhlmann nous présente cette année, en collaboration avec M. Porteneuve, architecte, le bureau de réception d'un collectionneur. On accède dans ce sanctuaire par une sorte de péristyle garni de grandes colonnes unies dans le style assyrien.

Qu'il nous soit permis d'ouvrir ici une parenthèse et de rappeler ce mot si juste : « En art comme en décoration, quand la mode dont on s'est inspiré remonte à plus de mille ans en arrière, c'est toujours de l'art nouveau » et, de fait, cette architecture très sobre, dépourvue de tout enjolivement et de tout ornement, présente réellement un caractère vraiment grandiose.

Dans le fond du bureau de réception, l'artiste a placé un projet de tapisserie rappelant assez bien les maîtres primitifs italiens.

Les meubles qui garnissent ce hall sont en peau de couleur claire et le secrétaire, en loupe de noyer, est garni de portes plaquées d'écaille. Il voisine avec un grand vase exécuté par la Manufacture nationale de Sèvres. Sur les murs, une toile peinte à décor de perroquets stylisés se mêlant harmonieusement à de grands vases ornementaux.

Le ferronnier Edgard Brandt nous montre deux paravents en laque de Dunand dont les feuilles ajourées représentent des combats d'hommes et d'animaux ou les signes du zodiaque. A droite et à gauche sont deux grilles à hauteur d'appui, l'une toute garnie de rinceaux finement enroulés, l'autre formée de bandes en X réalisant ainsi une composition géométrique d'un heureux effet.

A côté du stand de M. Brandt, Jean Dunand a placé un paravent en laque d'après le dessin de Paule Jouve sur lequel est représentée une magnifique lionne.

M. Majorelle a deux stands. D'abord un petit fumoir en bois de corail comprenant les lambris au pourtour de la pièce, un secrétaire, une bibliothèque, des petits meubles, des sièges variés.

Un peu plus loin M. Majorelle montre la rétrospective de ses productions de 1900 à 1925. En comparant la chambre à coucher qu'il fit en 1900 avec sa dernière production de l'an dernier, on voit combien l'art moderne s'est assagi, combien il devient plus rationnel, plus réalisable en un mot.

La salle à manger de Mlle Lucie Renaudot et de M. A. Dumas se fait remarquer par d'énormes pilastres lumineux qui encadrent quatre glaces placées dans les angles de la pièce.

Signalons le studio de M. E. R. Lamy, qui intitule son exposition « Coupe sur un vestibule en rotonde »; c'est en réalité une pièce semi-circulaire garnie d'un lambris en acajou foncé que surmonte une voûte en cul de four exécutée avec du crépi au balai (dit crépi tyrolien). L'éclairage issu du sommet du lambris donne à toutes les aspérités du crépi une valeur extraordinaire et l'ensemble de la pièce

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

produit un effet réellement inattendu. Les meubles et boiseries sont formés de montants en cônes concaves.

Parmi les étoffes nous avons remarqué les brocarts de BÉNÉDICTUS édités par la maison BRUNET MEUNIÉ ET Cie. Ces étoffes empruntent leur ornementation au jet d'eau.

Avant de nous retirer, jetons un coup d'œil sur le vitrail de M. ALBERT MARTINE : une femme indienne. L'artiste a utilisé des verres ouvragés qui forment l'habillement du sujet.

Dans cette exposition des artistes décorateurs, il y a de fort bonnes choses : on sent l'effort constant et réfléchi vers la création d'un style nouveau. Il faut savoir se montrer indulgent pour quelques tentatives trop hardies et faire confiance à ces artistes qui, nous en avons l'intime conviction, sauront, dans un avenir prochain, nous donner des productions vraiment nouvelles et vraiment françaises.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN MAI 1926

FRICK (P.). — **Fouilles et fondations.** 2e édition mise à jour par PAUL LÉVY-SALVADOR. (*Encyclopédie de l'Ingénieur de Travaux publics*). In-12 (18 × 12) de VIII + 558 p., 416 fig. Paris, Dunod, 1926. **17 111**

HACKSPILL (L.) et REMY-GENNETÉ (P.). — **Petite industrie chimique (Industrie des métalloïdes).** (*Encyclopédie de chimie industrielle*). In-8 (23 × 15) de XII + 834 p., 124 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1926. **17 112**

GNEHM (R.). — **Manuel du teinturier.** Édition française, entièrement remaniée par RAOUL DE MURALT. In-12 (19 × 13) de XIV + 399 p., 49 fig. Paris, Dunod, 1926. **17 113**

BIED (J.). — **Recherches industrielles sur les chaux, ciments et mortiers.** In-8 (25 × 16) de VI + 227 p., 37 fig., 23 graphiques. Paris, Dunod, 1926. **17 114**

VIEWEGER (H.). — **Recueil de problèmes avec solutions sur l'électricité et ses applications pratiques.** Traduction française de G. CAPART. 5e édition, revue et augmentée. In-8 (25 × 16) de XVIII + 441 p., 226 fig., II pl. Paris, Dunod, 1926. **17 115**

Trade Union Mission to United States. Full story of the tour and members' Reports. In-8 (24 × 15) de 111 p. London, published by « The Daily Mail ». (*Don de M. Legros, membre correspondant.*) **17 116**

Report of the Royal Commission on the Coal Industry (1925). Vol. I : *Report.* In-8 (24 × 15) de XIV + 294 p., I pl. London, His Majesty's Stationery Office, 1926. (*Don de M. Legros, membre correspondant.*) **17 117**

LECONTE (TH.) et DELTHEIL (R). — **Éléments de calcul différentiel et de calcul intégral** (*Collection Armand Colin Section de mathématiques, nos 72 et 73*). In-16 (17 × 11). Tome I : 220 p., 69 fig.; Tome II : 220 p., fig. 70 à 145. **Bibliographie sommaire**, p. 214. Paris, Librairie Armand Colin, 1926. **17 118-9**

DE ROUSIERS (PAUL). — **Les grandes industries modernes.** IV : **Les transports maritimes.** In-12 (18 × 12) de 278 p. Paris, Librairie Armand Colin, 1926. **17 120**

CALAME (JULES) et GADEN (DANIEL). — **Théorie des chambres d'équilibre.** Étude du mouvement varié de l'eau dans les conduites sous pression munies d'un réservoir à libre expansion, suivie de renseignements complémentaires pour le calcul des chambres d'équilibre. In-8 (24 × 16) de 271 p., 50 fig. **Bibliographie**, p. 243-248. Lausanne, Éditions « La Concorde », Jumelles, 4; Paris, Gauthier-Villars, 1926. (*Don des auteurs.*) **17 121**

BUREAU VERITAS. — **Conditions techniques pour le matériel non destiné aux constructions navales.** In-8 (22 × 15) de 332 p. Paris, Bureau Veritas, 31 rue Henri-Rochefort (18e), 1926. **17 122**

***

Le Togo et le Cameroun. (Numéro spécial, hors série, de la *Vie technique, industrielle, agricole et coloniale*). In-4 (31 × 24) de 83 p., fig. Paris, 14, rue Séguier (6e), 1926. **Pièce 13 100**

EVESQUE (MAURICE). — **Au secours de l'épargne française pour la défense de notre avoir à l'étranger.** In-8 (21 × 13) de 32 p. **Pièce 13 101**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Stéphane Dervillé. Hommage de la Compagnie des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, 1899-1925. In-8 (21 × 17) de 39 p., 1 pl. Paris, 88, rue Saint-Lazare (9e). (*Don du Président du Conseil d'Administration de la Compagnie des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, membre de la Société.*) **Pièce 13 102**

HENRY (YVES). — **Rapport d'ensemble sur une mission aux Indes néerlandaises.** (Extrait du *Bulletin économique de l'Indochine*, 1925, n° 175). In-4 (27 × 18) de 44 p., fig. Hanoï, 1926. **Pièce 13 103**

HENRY (YVES). — **Documents sur le palmier à huile à Sumatra.** (Extrait du *Bulletin économique de l'Indochine*, 1926, n° 176). In-4 (27 × 18) de 19 p., 11 fig., 1 pl., 8 graphiques. Hanoï, 1926. **Pièce 13 104**

Cartes économiques de l'Afrique équatoriale française, dressées par A. MEUNIER, géographe au Ministère des Colonies. (80 × 60 cm). N° 1 : *Cultures alimentaires, fourragères, etc.*; n° 2 : *Cultures industrielles, Oléagineux*; n° 3 : *Forêts*; n° 4 : *Élevage, Faune.* (*Don de M. A. Meunier.*) **Pièces 13 105-8**

HOMBERG (OCTAVE), (Civis). — **Politique et finances.** Conférence faite le 2 février 1926 à l'École des Hautes Études Sociales. In-8 (23 × 15) de 35 p. Paris, chez l'auteur, 96 *bis*, boulevard Haussmann (8e), 1926. (*Don de l'auteur.*) **Pièce 13 109**

CONFÉDÉRATION NATIONALE DES ASSOCIATIONS AGRICOLES. — **La situation actuelle de l'agriculture (mai 1926).** In-8 (24 × 15) de 19 p. Paris, 39, rue d'Amsterdam (8e). **Pièce 13 110**

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES ÉLECTRICIENS. — **Pose de la première pierre des nouveaux bâtiments de l'École supérieure d'Électricité** (8 à 14, Avenue Pierre-Larousse, Malakoff (Seine). (Supplément au *Bulletin de la Société française des Électriciens*, n° 51, novembre 1925). In-4 (27 × 18) de 36 p. Paris, 14, rue de Staël (15e), 1925. **Pièce 13 111**

***

COMITÉ DES TRAVAUX HISTORIQUES ET SCIENTIFIQUES. (Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts). — **Bulletin de la Section de Géographie.** Tome XL, année **1925.** Paris, Imp. nationale; Émile Leroux, 28, rue Bonaparte (6e), 1925. **Pér. 21**

SOCIÉTÉ NATIONALE D'HORTICULTURE. — **Liste générale des membres, 1926.** Paris, 84, rue de Grenelle (7e). **Pér. 28**

ASSOCIATION DE L'INDUSTRIE ET DE L'AGRICULTURE FRANÇAISES. — *Rapport sur l'activité économique de l'Association présenté au nom du Comité directeur à l'Assemblée générale du 7 juin 1926*, par M. PIERRE LYAUTEY. Paris, 6, rue du Général-Foy (8e), 1926. **Pér. 70**

Annuaire international des mines et de la métallurgie, par ROBERT PITAVAL. Édition **1926.** Paris, chez l'auteur, 7, rue Henri-Rochefort (17e). **Pér. 416**

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DU MAROC. — **Mémoires**, n° XI (décembre 1925) : *Les trypanosomiases de l'Afrique du Nord*, par JEAN BAROTTE, VIII + 187 p., XVII pl. **Bibliographie**, p. 155-183. Rabat, Institut scientifique chérifien; Paris, Émile Larose. **Pér. 469**

ASSOCIATION DES INDUSTRIELS DE FRANCE CONTRE LES ACCIDENTS DU TRAVAIL. — **Annuaire 1926.** Paris, 25, rue Albouy (10e). **Pér. 130**

MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR. — **Situation financière des départements en 1923.** Melun, Imp. administrative, 1925. **Pér. 135**

INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS. — **Proceedings. 1925**, vol. II (may-december). London, S. W. 1, Storey's Gate, St. James's Park. **Pér. 114**

NATIONAL PHYSICAL LABORATORY. — **Report for the year 1925.** London, His Majesty's stationery Office, 1926. **Pér. 62**

ROYAL SOCIETY OF EDINBURGH. — **Transactions.** Vol. LIV, part II (Session 1925-26). Edinburgh, 1926. **Pér. 2**

ROYAL SOCIETY OF NEW SOUTH WALES. — **Journal and Proceedings.** Vol. LVIII, **1924.** Sydney, 5, Elizabeth Street. **Pér. 29**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES. — **Mémoires**, n° **10** (Vol. 2, n° 3), (1925) : *Influence de la courbure des tiges sur leur croissance en épaisseur*, par PAUL JACCARD, p. 141-163, 4 fig. Lausanne, Imp. commerciale. **Pér. 209**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Scientific Papers**, Vol. XX [**1925**), n^{os} **516** : *A shielded resistor for voltage transformer testing*, by F. S. SILSBEE, p. 489-514, 7 fig. — **517** : *A special camera for photographing cylindrical surfaces*, by R. DAVIS, p. 515-526, 13 fig. — **518** : *Metallographic etching reagents.* III : *for alloy steels*, by E. C. GROESBECK, p. 527-586, 16 fig. **Selected bibliography**, p. 584-586. — **519** : *The preparation of levulose*, by R. F. JACKSON, C. G. SILSBEE, M. J. PROFFITT, p. 587-617. **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Technologic Papers**, Vol. XIX (**1925**), n^{os} **281** : *Malleability and metallography of nickel*, by P. D. MERICA, R. G. WALTENBERG, p. 155-182, 9 fig. — **300** : *Development of standard bending test for rope yarns*, by C. W. SCHOFFSTALL, R. C. BOYDEN, p. 723-732, 8 fig. — Vol. XX (**1926**), n^{os} **302** : *Investigation of synthetic tanning material*, by E. WOLESENSKY, p. 1-45. **Bibliography**, p. 44-45. — **304** : *A method for testing gas appliances to determine their safety from producing carbon monoxide*, by E. R. WEAVER, J. H. EISEMAN, G. B. SHAWN, p. 125-154, 25 fig. — **307** : *Durability of cement drain tile and concrete in alkali soils : Fourth progress Report* (*1926*), by G. M. WILLIAMS, I. FURLONG, p. 191-240, 27 fig. — **309** : *Behavior of synthetic tanning materiales toward hide substance*, by E. WOLESENSKY, p. 275-287. **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Circulars** n^{os} **1** (2d ed.) : *National Bureau of Standards, its functions and activities*, V + 113 p., 87 fig. (1925). — **279** : *Relations between the temperatures, pressures, and densities of gases*, 85 p., 23 fig. **Bibliography**, p. 62-85 (1925). — **295** : *Temperature corrections to readings of Baumé hydrometers, Bureau of Standards Baumé scale for sugar solutions* (*Standard at 20° C.*), 3 p. (1926). — **296** : *Research associates at the Bureau of Standards*, 20 p. (1925). — **300** : *Architectural acoustics*, 9 p. (1926). — **283** : *United States Government master specification for stitches, seams, and stitching*, 52 p., fig. (1926). — **297** : ... *for plastic fire-clay refractories*, 5 p., 1 fig. (1925). — **301** : ... *for ink, drawing, colored waterproof*, 4 p. (1926). — — **302** : ... *for shellac, flake orange*, 6 p. (1926). — **303** : ... *for varnish, shellac*, 7 p. (1926). **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Handbook series**, n° **6** : *Safety rules for the installation and maintenance of electrical supply stations*, VII + 56 p. (1926). **Pér. 61**

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE. — BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Simplified practice recommendation**, n^{os} **16** (revised) : *Lumber*, 87 p., 28 fig. (1926). — **34** : *Warehouse forms*, 36 p. (1925). — **37** : *Commercial forms* (*Invoice, inquiry and purchase order*), 13 p. (1925). — **38** : *Sand-lime brick*, 4 p. (1926). — **42** : *Paper grocers' bags*, 13 p., fig. (1926). — **44** : *Box board thicknesses*, 11 p. (1926). **Pér. 61**

K. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIEN I STOCKHOLM. — **Arkiv för Kemi, Mineralogi och Geologi.** Band 9, H. 3 (**1926**). Stockholm. **Pér. 8**

L'agent général, gérant.

E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

125e ANNÉE. JUILLET-AOUT-SEPTEMBRE 1926

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

LA TECHNIQUE DES COURANTS DE HAUTE FRÉQUENCE DANS SES RAPPORTS AVEC LA RADIOTÉLÉGRAPHIE (1)

par

M. R. JOUAUST,

sous-directeur du Laboratoire central d'Électricité.

Avant d'aborder la question de la technique des courants de haute fréquence dans ses rapports avec la radiotélégraphie, il est nécessaire de dire quelques mots des transmissions radiotélégraphiques, l'utilisation des courants de haute fréquence dépendant étroitement des desiderata de la transmission.

Les transmissions radiotélégraphiques. — Mais tout d'abord en quoi consiste la radiotélégraphie? Quoi qu'on en puisse penser, quelques mots d'explication à ce sujet sont nécessaires.

Essentiellement, la transmission radiotélégraphique consiste en ceci : Des variations de courant produites dans un circuit engendrent des variations concomittantes de courant dans un circuit très éloigné du premier.

Depuis longtemps, on sait que des variations de courant dans un circuit entraînent dans un circuit voisin la production d'un courant variable.

C'est le phénomène de l'induction découvert par Faraday.

Mais l'utilisation de ce phénomène ne permettait que des actions à faible

(1) Conférence faite en séance publique par l'auteur le 1er mai 1926.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

distance. Toutes choses égales d'ailleurs, l'énergie communiquée par le circuit inducteur au circuit induit varie comme la sixième puissance de la distance qui les sépare.

Heureusement, à côté du phénomène d'induction, il en existe un autre, prévu par Maxwell et découvert par Hertz. C'est le phénomène du rayonnement électrique.

Un circuit parcouru par des courants variables rayonne de l'énergie absolument comme une source de lumière rayonne de l'énergie lumineuse. De même que l'éclairement produit varie en raison inverse du carré de la distance, l'énergie électrique transmise par rayonnement d'un circuit à un autre varie comme la deuxième puissance de la distance qui sépare ces deux circuits. On voit immédiatement que l'action du rayonnement électrique pourra se faire sentir à des distances beaucoup plus grandes que celles de l'induction. Mais cette énergie rayonnée n'est qu'une très faible fonction de l'énergie déversée dans le circuit inducteur. Il faut faire en sorte de rendre cette fraction la plus grande possible. La théorie montre tout d'abord que les courants dans le circuit inducteur doivent avoir une fréquence aussi élevée que possible.

Il est donc nécessaire de réaliser des générateurs susceptibles de produire des courants de très haute fréquence et de les connecter à des circuits susceptibles de soutirer à ces générateurs le maximum d'énergie.

Pour arriver à ces derniers résultats, on a été amené à constituer des circuits d'une inductance et d'un condensateur en série. En outre, une certaine relation doit exister entre la valeur de l'inductance et la capacité du condensateur. Cette relation est la suivante. Si on considère le circuit sans générateur et si on le soumet à une perturbation électrique, il est pendant un certain temps le siège d'oscillations électriques dont la période T est donnée pour la relation $T = 2\pi\sqrt{hc}$ (h valeur de l'inductance, c capacité du condensateur).

C'est ce qu'on appelle la période propre du circuit.

Le circuit couplé au générateur de haute fréquence doit avoir une période propre égale à celle des courants engendrés par le condensateur.

Le circuit inducteur doit avoir des dimensions aussi grandes que possible dans le sens vertical. On a été amené à lui donner la forme suivante : une nappe de fils horizontaux est tendue à grande hauteur au-dessus du sol. Elle constitue une des armatures du condensateur du circuit oscillant, l'autre armature étant constituée par le sol.

Dans un conducteur descendant de la nappe supérieure vers le sol sont intercalés l'inductance et le générateur de haute fréquence. C'est l'ensemble, nappe horizontale et fil descendant vers le sol, qu'on désigne sous le nom d'antenne.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin l'expérience montre que pour assurer dans de bonnes conditions les transmissions à longue distance, la puissance rayonnée doit être supérieure à un certain minimum. Certes, la puissance nécessaire à la réception radiotélégraphique est très faible, de l'ordre du dix-millième de microwatt. Avec les moyens d'amplification dont on dispose, on pourrait l'abaisser encore, la diviser par 100, ce qui nécessiterait des puissances cent fois moindres à la transmission. Mais les parasites atmosphériques qui viennent si souvent troubler les communications radiotélégraphiques ne permettent pas cette réduction. Il est nécessaire pour pouvoir assurer à toute heure du jour et dans toute condition, des transmissions radiotélégraphiques, que la puissance reçue du transmetteur dans le dispositif récepteur surpasse celle que l'organe récepteur peut recevoir des plus violents parasites habituels. C'est ce qui nous oblige à fournir à la réception cette puissance de l'ordre du dix-millième de microwatt qui peut sembler bien faible mais qui, pour être fournie au delà de l'Océan, nécessitera un rayonnement d'énergie de l'ordre de 20 kW.

Mais ces 20 kW eux-mêmes ne représentent qu'une faible part de l'énergie que le générateur de haute fréquence doit fournir à l'antenne. A côté de l'énergie rayonnée, une forte partie est dégradée à l'état de chaleur au poste transmetteur, pertes par effet Joule dans les conducteurs et dans le sol, pertes par courants de Foucault dans les pylônes supportant l'antenne.

Le rendement du système transmetteur n'est guère que de 10 p. 100. Pour rayonner 20 kW, pour fournir au poste correspondant un dix-millième de microwatt, il faudra mettre en jeu à la transmission des puissances de l'ordre de 200 kW.

La puissance que l'on peut fournir à une antenne est donnée par la relation

$$P = \frac{1}{2} CE^2F$$

C étant la capacité de l'antenne, E la tension maximum du courant de haute fréquence et F sa fréquence.

On ne peut guère donner à E des valeurs supérieures à 50.000 V sans quoi les pertes par effluve deviendraient considérables : il faut donc donner à la capacité C une valeur élevée.

La nappe supérieure qui constitue l'antenne doit donc avoir un développement considérable. C'est ainsi qu'à la Station Lafayette à Croix d'Hins, elle est constituée par 20 fils que des pylônes maintiennent à 250 m du sol et a une longueur de 1.200 m.

Au poste de Sainte-Assise, la nappe d'antenne, également située à 250 m du sol, a une longueur de 2.800 m.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Avec de semblables antennes, il n'est pas possible d'utiliser des fréquences trop élevées, des longueurs d'onde trop courtes pour employer une expression souvent utilisée par les radiotélégraphistes qui, au lieu d'envisager la fréquence, considèrent souvent la longueur d'onde reliée à la fréquence par la relation $\lambda = \frac{v}{F}$, v étant la vitesse de la lumière prise arbitrairement égale à 300.000 km : s.

Avec des longueurs d'onde trop faibles, il se produirait dans l'antenne ce qui se passe en acoustique dans les tuyaux sonores, des ondes stationnaires ; et les conditions de fonctionnement seraient complètement modifiées. Prati-

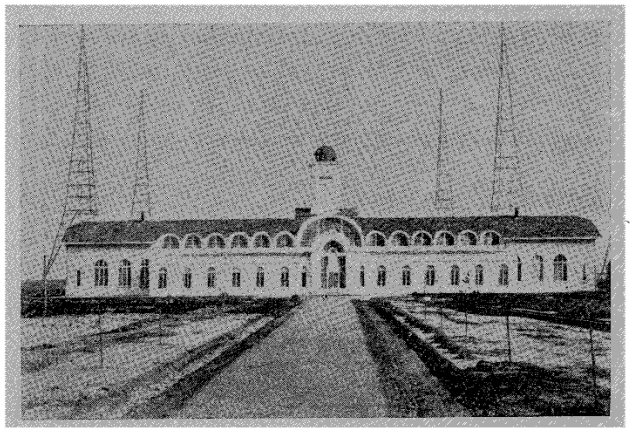


Fig. 1. — Vue du bâtiment et des pylônes de la station radiotélégraphique Lafayette à Croix d'Hins.

quement, pour les transmissions radiotélégraphiques à grande distance, on utilise des ondes de 10.000 à 25.000 m.

Ceci semble en contradiction avec ce que nous avons dit plus haut, de la nécessité d'employer des longueurs d'onde aussi faibles que possible. Mais d'autres phénomènes interviennent. Le professeur d'hydrographie Bouguer nous a appris que les rayons lumineux s'affaiblissent en traversant la lumière et cela suivant une fonction de la distance à la source, fonction qui est une loi exponentielle. Il en est de même des radiations électriques et le physicien américain Austin a constaté expérimentalement que, toutes choses égales d'ailleurs, cette absorption des oscillations électriques était d'autant plus grande que la fréquence des oscillations était plus élevée.

Il semble d'ailleurs qu'il y ait dans beaucoup de cas une fréquence optimum.

En augmentant légèrement sa fréquence, en faisant passer sa longueur d'onde de 20.000 à 18.500 m, le poste de Lafayette a eu sa réception trans-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

océanique fort améliorée. Tout récemment une semblable modification dans la fréquence des signaux émis par le poste de Saïgon a beaucoup facilité sa réception en France. Il y a là certains résultats expérimentaux indiscutables, mais encore assez mal expliqués.

La production des oscillations de haute fréquence, jusqu'en 1914, n'a guère été réalisée que par le procédé employé dès l'origine par lord Kelvin.

Décharge d'un condensateur par une étincelle à travers une bobine d'inductance. Tout d'abord le condensateur était constitué par la nappe d'antenne et la terre; celle-ci était reliée directement à l'une des bornes de l'éclateur, l'autre borne étant réunie à l'antenne par l'intermédiaire d'une bobine de self-induction.

Nous rappelons que ce procédé ne donne naissance qu'à un courant alternatif de haute fréquence dont l'amplitude va en décroissant d'où le nom d'ondes amorties donné à ce genre de transmission.

Avec le procédé consistant à mettre directement l'éclateur dans l'antenne, l'amortissement des ondes était très grand. Or on sait qu'une vibration très amortie est susceptible d'exciter non seulement les résonateurs accordés sur sa fréquence mais aussi des résonateurs accordés sur des fréquences voisines, le champ des fréquences susceptibles d'être ainsi excitées étant d'autant plus grand que l'amortissement est plus grand.

Pour diminuer cet amortissement, on a imaginé de faire jaillir l'étincelle dans un circuit oscillant local, constitué d'une capacité et d'une inductance et de faire agir les oscillations ainsi produites par induction sur le système accordé sur la même fréquence constitué par l'antenne jouant le rôle de capacité et l'inductance intercalée entre la nappe supérieure et la terre.

Certes, de grands progrès avaient été réalisés depuis les premières expériences de Marconi jusqu'en 1914, mais c'étaient surtout des progrès techniques, permettant de diminuer les pertes dans les divers circuits, d'affaiblir l'amortissement des oscillations, etc. Le principe de production des oscillations de hautre fréquence restait toujours le même.

De tous ces perfectionnements, nous n'en retiendrons qu'un seul. La substitution pour la production des étincelles au courant de fréquence industrielle du courant alternatif de la fréquence musicale.

On sait que dans la réception des ondes amorties, le son perçu au téléphone a pour hauteur la fréquence des étincelles, c'est-à-dire celle du courant alternatif qui sert à les produire.

Or notre oreille est beaucoup plus sensible aux sons musicaux de fréquence comprise entre 500 et 1.200 périodes par seconde, qu'aux sons très graves dont la fréquence est d'une cinquantaine de périodes par seconde.

Cette substitution fut rendue possible grâce à la réalisation par l'ingénieur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

français Bethenod d'alternateurs susceptibles de donner des fréquences de l'ordre des vibrations sonores qui produisent les sons musicaux, améliora considérablement les transmissions radiotélégraphiques.

Aujourd'hui complètement abandonnées dans les grands postes assurant les transmissions de télégrammes, les ondes amorties, qui du reste n'auraient jamais permis la mise en jeu de puissances considérables, semblent devoir être réservées à quelques cas particuliers, là où des portées peu considérables sont seules nécessaires et où la réception doit être particulièrement facile, en particulier à des applications à la Marine. On conçoit sans peine par exemple que lorsqu'un navire en détresse lance le signal SOS il faut que tous les navires à proximité, quels que soient les appareils dont ils disposent, puissent recevoir ce signal et qu'il n'y a aucun inconvénient, au contraire, à ce que ce signal vienne brouiller d'autres transmissions.

Aujourd'hui, on utilise ce qu'on appelle des ondes entretenues qui ne diffèrent que par leur fréquence de nos courants alternatifs industriels.

Trois procédés à l'heure actuelle sont employés pour la production de ces ondes : l'arc, la lampe à trois électrodes, et l'alternateur avec ou sans multiplicateur de fréquence.

L'arc. — En 1900, l'Anglais Duddell constata qu'en plaçant en dérivation aux bornes d'un arc, une inductance et une capacité, la colonne gazeuse constituant l'arc entrait en vibrations en produisant un son musical, ces vibrations étant dues à la production d'un courant alternatif circulant dans le circuit constitué par l'arc, l'inductance et la capacité.

La fréquence de ce courant était à peu près celle correspondant au circuit oscillant constitué par l'inductance et la capacité. Les causes de la production de ce courant, les particularités qu'il présente ont fait l'objet d'études de nombreux savants parmi lesquels il m'est agréable d'avoir à citer les noms de Blondel et de Paul Janet.

Mais nous ne saurions nous attarder sur ce point. Peu après la découverte de Duddel, le Danois Poulsen montra quelles précautions il convenait de prendre pour rendre l'arc susceptible de produire des courants de très haute fréquence, les principales étant de faire jaillir l'arc non dans l'air mais dans une atmosphère d'hydrocarbure (gaz d'éclairage, vapeur d'alcool), de refroidir l'anode de l'arc et enfin d'assurer l'usure régulière de la cathode en soufflant l'arc par un champ magnétique transversal.

Néanmoins le travail de Poulsen, quoique ayant fait l'objet d'une communication au Congrès de Saint-Louis en 1904, n'attira pas l'attention des radiotélégraphistes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pourtant, vers 1910, deux officiers de la Marine française, les lieutenants de vaisseau Collin et Jeance, mettant en pratique des idées déjà émises par Blondel, créèrent la radiotéléphonie en utilisant comme source de courant de haute fréquence l'arc de Poulsen. En Italie, le professeur Vanni réussit peu après une liaison radiotéléphonique Naples-Tripoli, en utilisant un arc un peu différent comme forme de celui de Poulsen.

Mais c'est aux États-Unis que, grâce aux travaux des ingénieurs Elwell et Fuller, les arcs furent mis au point. Les premiers appareils utilisés en France en 1915, au poste de Lyon et à celui de Nantes, procédaient directement des travaux de ces ingénieurs.

Il convient de décrire sommairement les appareils actuellement usités.

L'arc, alimenté par une puissante machine à courant continu sous une tension de 500 à 600 V, jaillit entre une électrode de charbon constituant la cathode et un cylindre de cuivre creux refroidi par un courant d'eau qui constitue l'anode.

Les électrodes sont enfermées dans une enveloppe étanche entourée de maçonnerie dans laquelle on peut soit faire pénétrer un courant de gaz d'éclairage, soit introduire de l'alcool. Dans la cuve étanche, perpendiculairement aux électrodes, pénètrent également les noyaux d'un puissant électro-aimant destiné comme nous l'avons dit à souffler l'arc.

Ces appareils ont des dimensions considérables et ne rappellent plus en rien l'arc d'éclairage qui leur a donné naissance.

Aux bornes de l'arc est connecté le circuit oscillant, c'est-à-dire que l'une des bornes de l'arc est mise directement à la terre, l'autre reliée à la nappe d'antenne par l'intermédiaire d'une inductance, affectant la forme d'un gigantesque solénoïde d'un diamètre de l'ordre du mètre et de plusieurs mètres de hauteur.

Comment manipuler sur un arc, c'est-à-dire comment produire des émissions de courant de haute fréquence plus ou moins longue suivant qu'on veut émettre un trait ou un point?

Il est absolument impossible de songer à éteindre ou à allumer l'arc.

On court-circuite quelques spires de la self-induction intercalée dans l'antenne; on change ainsi la fréquence des oscillations émises; nous verrons, quand nous parlerons de la réception, comment ce changement de fréquence est rendu très facilement perceptible.

Mais ce qu'il ne faut pas perdre de vue c'est que l'émission de l'arc est continue et qu'elle nécessite deux fréquences.

Ceci est un grand inconvénient car la fréquence inutile, l'onde de repos comme disent les radiotélégraphistes, est une fréquence perdue. Elle ne peut

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

être concédée pour la transmission à un autre poste qui serait brouillé par l'onde de repos du premier.

A une époque où les transmissions radiotélégraphiques se multiplient et sont obligées de se disputer en quelque sorte les fréquences encore disponibles, cela constitue un grand inconvénient auquel on n'est pas arrivé à remédier convenablement. L'arc a en outre l'inconvénient de produire des sifflements bien gênants (comme le savent tous les amateurs) pour les postes de réception voisins.

Mais il a l'avantage de donner une fréquence très constante, de permettre

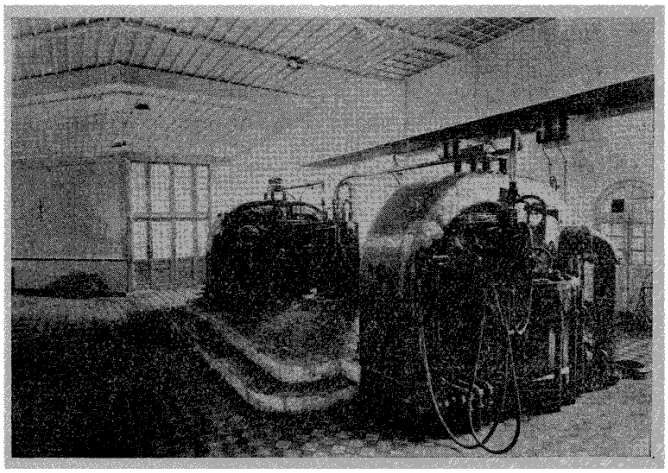


Fig. 2. — Les arcs de la station radiotélégraphique Lafayette.

facilement la mise en jeu de puissances énormes; aussi est-il très usité, surtout aux États-Unis.

Des arcs de toute-puissance ont d'ailleurs été réalisés pour des longueurs d'onde de 300 à 20.000 m.

Rappelons, comme nous l'avons déjà dit, que l'emploi de grandes puissances nécessite également l'emploi de grandes longueurs d'onde, puisque la forte puissance entraîne l'emploi d'antennes de grandes dimensions.

Les postes à lampes. — La lampe à trois électrodes peut, par un montage convenable, engendrer des oscillations de haute fréquence. Rappelons en quelques mots le montage. Une inductance est intercalée dans le circuit-plaque et couplée avec une autre inductance placée dans le circuit-grille, l'antenne et la terre sont connectées aux deux bornes de l'inductance-plaque. Nous ne

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

saurions entrer ici dans le détail du mécanisme de production de ces oscillations. Nous dirons seulement que c'est un phénomène du même genre que celui constaté souvent par ceux qui utilisent le téléphone et qu'on appelle le phénomène de Larsen. Si un microphone et un téléphone appartenant au même circuit sont placés l'un devant l'autre, le téléphone fait souvent entendre un son continu. Voici ce qui s'est passé. Une perturbation quelconque a produit une variation de la résistance du microphone, et la variation de courant qui en est résultée a fait vibrer la plaque du téléphone dont le mouvement s'est transmis par l'air à la membrane du microphone provoquant de nouvelles variations du courant. On voit que le phénomène une fois amorcé peut s'entretenir empruntant son énergie à la pile du microphone.

C'est une réaction de même espèce qui entretient les oscillations dans les lampes couplées comme nous venons de le dire.

Mais les premières lampes construites ne permettaient d'obtenir qu'une faible puissance. La raison en est la suivante. Dans les lampes, comme dans toute machine, il y a des pertes, une certaine quantité de l'énergie fournie à l'appareil (en l'occurrence par la source à courant continu qui alimente la plaque) est dégradée et transformée en chaleur. Dans les machines électriques ordinaires, cette énergie dégradée échauffe les conducteurs.

Dans les postes à lampes, elle se traduit par un échauffement de la plaque dont la température s'élève. Cette plaque, placée dans le vide puisqu'elle est enfermée dans une ampoule de verre, ne peut en effet se refroidir que par rayonnement. Pour éviter que la plaque n'atteigne des températures trop élevées susceptibles de provoquer sa fusion, il faut lui donner d'assez grandes dimensions pour augmenter la surface de rayonnement. Mais on est arrêté dans cette voie par l'impossibilité de réaliser convenablement de grandes ampoules de verre et pratiquement on n'a pas pu réaliser de lampe du type usuel permettant d'obtenir une puissance supérieure au kilowatt. Évidemment, un poste comporte plusieurs lampes en parallèle, mais il en résulte des complications et des difficultés de fonctionnement qui limitent le nombre des lampes qu'on peut faire ainsi travailler simultanément. On a dû créer de nouveaux modèles de lampes permettant un refroidissement artificiel de la plaque. Deux solutions ont été apportées, l'une d'origine américaine, mais utilisée en France par la Société radiotechnique, l'autre due à un jeune physicien français M. Hollweck.

Dans la première solution, l'ampoule n'est plus complètement en verre : elle est constituée en grande partie par un cylindre métallique fermé à une extrémité et soudé à l'autre à un appendice de verre qui constitue le pied de la lampe et par lequel passent les fils amenant les courants au filament et à la grille. La partie métallique de l'enveloppe constitue la plaque. Il est alors

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

possible de placer cette plaque dans un récipient où circule de l'eau courante et d'assurer ainsi son refroidissement. On voit tout de suite où résidait la difficulté de construction de cette lampe.

Il fallait, opération difficile, souder le pied de verre à l'enveloppe métallique et la soudure devait être susceptible de résister à de grandes variations de températures. Plusieurs procédés sur lesquels je regrette de ne pouvoir insister ici ont été imaginés.

On est arrivé à construire ainsi, non sans nombreux tâtonnements, hâtons-nous de le dire, des lampes de 20 kW.

La solution de M. Hollweck est tout autre : il a réalisé une lampe démontable. L'ampoule, si on peut encore donner ce nom à l'enveloppe de la lampe, se compose essentiellement d'un cylindre métallique qui constituera la plaque; il est réuni, à une de ses extrémités, à une pompe moléculaire permettant de faire le vide, et, à l'autre extrémité, à une tête en verre par laquelle les diverses connexions pénètrent dans la lampe.

Ces trois organes sont réunis entre eux par des rodages. Ces rodages doivent être très étanches et c'est dans la manière d'assurer l'étanchéité que réside surtout l'invention de M. Hollweck. Mais malgré tout, une semblable lampe ne pourrait conserver le vide nécessaire. Elle est donc, comme nous l'avons vu, toujours réunie à une machine pneumatique d'un modèle perfectionné et inventée également par M. Hollweck. Cette machine pneumatique doit fonctionner tout le temps que la lampe fonctionne.

Le cylindre qui constitue la plaque est entouré d'un autre cylindre et un courant d'eau circule entre les deux, permettant d'assurer un refroidissement énergique de la plaque.

La nécessité d'avoir tout le temps une pompe moléculaire en marche est évidemment un inconvénient, mais il est racheté par cet avantage que la lampe est démontable et qu'il est facile de réparer, en cours même d'exploitation, les accidents qui peuvent se produire.

Un filament qui brûle, pour les lampes complètement fermées, nécessite le renvoi de la lampe à l'usine qui les construit et entraîne une dépense presque aussi élevée que l'achat primitif de la lampe.

Avec la lampe Hollweck, en une heure de travail, le malheur peut être réparé. Des lampes de 20 et même de 40 kW ont été construites sur ce modèle.

Des deux solutions quelle est la meilleure, aussi bien au point de vue technique qu'au point de vue économique? Chacune a ses partisans et il ne nous appartient pas de trancher ici la question.

Quoi qu'il en soit, on voit que jusqu'à nouvel ordre les lampes, les triodes pour employer le nom officiel, ne permettent pas de réaliser des postes de transmission de très grande puissance.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Jusqu'ici l'usage des lampes pour la transmission radiotélégraphique semble avoir été surtout réservé aux postes de radiodiffusion. L'emploi des lampes pour la production du courant de haute fréquence présente l'inconvénient de nécessiter une tension élevée sur la plaque. Pour peu qu'on veuille obtenir des puissances supérieures au kilowatt, il faut utiliser des tensions de l'ordre de 10 à 20.000 V et comme il s'agit de tensions continues, on ne saurait songer à les produire avec une machine à collecteur.

On ne peut obtenir ces tensions que par redressement du courant alternatif : nouvelle complication. Il est vrai que la lampe à deux électrodes, le diode, fournit un appareil de redressement d'un fonctionnement souple et précis.

Pour les postes de faible puissance, il est possible d'assurer la manipulation en arrêtant les oscillations. Le fonctionnement d'un poste à lampes présente donc sur les postes à arc l'avantage de ne pas utiliser inutilement une fréquence supplémentaire en plus de la fréquence de travail. C'est évidemment un avantage, mais il n'est pas bien sûr qu'on puisse le conserver dans les postes puissants.

Les alternateurs. — Mais pourquoi ne produirait-on pas les courants alternatifs de haute fréquence comme on produit les courants de fréquence industrielle?

Théoriquement, il suffit d'augmenter le nombre de pôles de la machine et sa vitesse pour arriver à ce résultat.

Mais pour augmenter le nombre de pôles sans leur donner toutefois des dimensions ridiculement faibles, il faut augmenter les dimensions de la machine. Comme d'autre part, il faut augmenter la vitesse, on est conduit à des vitesses périphériques considérables. Les actions de la force centrifuge sur les parties tournantes peuvent atteindre des valeurs dangereuses.

De plus les pertes dans les tôles des alternateurs croissent comme le carré de la fréquence. Avec les tôles utilisées dans les machines ordinaires, on n'aurait pu atteindre que des rendements insignifiants. Heureusement, si ces pertes croissent comme le carré de la fréquence, elles décroissent comme le carré de l'épaisseur de la tôle et comme sa résistivité.

Le jour où l'industrie métallurgique a su réaliser des tôles au silicium, c'est-à-dire de haute résistivité et d'une épaisseur de quelques centièmes de millimètres, la construction d'alternateurs de haute fréquence rentrait dans le domaine des possibilités industrielles.

Il restait à vaincre les difficultés d'ordre mécanique que nous avons signalées.

C'est à quoi est arrivé le premier, l'ingénieur américain Alexanderson.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mais c'est surtout aux travaux de deux ingénieurs français, MM. Marius Latour et Bethenod qu'est due la réalisation des alternateurs à haute fréquence. Naturellement il eût été impossible de faire supporter à des conducteurs les efforts centrifuges résultant des grandes vitesses périphériques utilisées.

Les alternateurs sont donc du type homopolaire. Tous les bobinages sont fixes. Seule une pièce métallique massive est en mouvement.

Enfin certaines dispositions des enroulements permettent, toutes choses égales d'ailleurs, d'augmenter la fréquence. Pour diminuer les pertes par ventilation, l'alternateur tourne dans une atmosphère raréfiée et une circulation d'huile assure le refroidissement de l'appareil.

La Société française radioélectrique est ainsi arrivée à réaliser des alternateurs d'une puissance de 500 kW, fournissant du courant à la fréquence 15.000, et ayant un rendement de l'ordre de 80 p. 100. Ces alternateurs sont couplés par induction avec l'antenne. Pour pouvoir fournir à cette antenne la plus grande puissance, il est encore nécessaire que son circuit soit accordé sur la fréquence du courant à transmettre, ce qui se fait au moyen d'une bobine d'induction du même genre que celles dont nous avons parlé pour les postes à arc.

La manipulation est des plus faciles. On court-circuite l'alternateur entre les émissions de signaux, opération sans danger par suite de la grande réaction d'induit de ces alternateurs.

La fréquence de semblables machines doit être d'une très grande constance. La moindre variation de fréquence diminue la puissance communiquée à l'antenne accordée, et, d'autre part, risque de rendre les signaux imperceptibles dans un poste récepteur muni d'appareils très sélectifs comme c'est aujourd'hui le cas de tous les postes récepteurs destinés à percevoir des transmissions lointaines et qui, par conséquent, doivent se garantir soigneusement des brouillages. Aussi ces alternateurs sont-ils munis de régulateurs très soignés susceptibles de maintenir la vitesse constante à $\frac{1}{1\,000}$ près.

Avec ces alternateurs, dont la conduite est presque aussi facile que celle des alternateurs industriels, qui peuvent se coupler en parallèle, ce qui permet de proportionner l'énergie mise en jeu à l'énergie qu'on veut produire, il semble que le problème de la transmission en radiotélégraphie ne laisse rien à désirer.

En réalité l'alternateur présente lui aussi ses inconvénients.

Tout d'abord c'est un appareil fort coûteux, et de plus, s'il se prête bien à la mise en jeu de grandes puissances, il ne permet que l'utilisation de fréquences assez faibles, de longueurs d'onde assez grandes.

Or ces grandes longueurs d'onde conviennent bien comme nous l'avons

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

montré aux transmissions radiotélégraphiques à grande distance; elles ne sauraient convenir à certaines autres applications, en particulier à la radiotéléphonie, comme vous l'exposera le commandant Jullien.

Les multiplicateurs de fréquence. — Mais, depuis quelques années, on a étudié certains procédés utilisant les propriétés magnétiques du fer qui permettent d'élever presque autant qu'on le veut la fréquence du courant produit par un alternateur.

L'idée originale est due à un Français, le regretté Maurice Joly. Elle a été fort développée ces dernières années tant en France, par Marius Latour qu'en Allemagne.

On sait que l'induction dans une pièce de fer soumise à un champ magnétique n'est pas proportionnelle à l'intensité du courant qui produit ce champ, surtout si ce champ est élevé. En particulier, au voisinage du coude de la courbe de magnétisme, des augmentations de l'intensité ont moins d'action sur l'induction que des diminutions. Si donc un transformateur porte trois enroulements dont le premier traversé par du courant continu porte la carcasse au genou de la courbe de magnétisme, un courant alternatif circulant dans le deuxième enroulement produira des variations dyssymétriques de l'aimantation. Les deux alternances de la force électromotrice induite dans le troisième enroulement ne seront pas identiques. Il y aura une harmonique paire. En couplant convenablement deux transformateurs de cette espèce, on peut arriver à supprimer l'onde fondamentale et ne laisser subsister que cette harmonique. Des doubleurs de ce genre, montés en cascade, permettent d'augmenter considérablement la fréquence. C'est ainsi qu'au poste allemand de Nauen, un système de trois doubleurs permettait d'amener à 48.000 périodes par seconde, la fréquence d'un alternateur de fréquence 6.000, appareil de construction plus simple que les alternateurs dont nous avons parlé tout à l'heure et par suite moins coûteux.

Mais on a pu, depuis peu, utiliser autrement les propriétés magnétiques du fer.

Au lieu de produire sa saturation avec du courant continu, on laisse ce soin au courant de haute fréquence parcourant l'enroulement primaire du transformateur et dont on veut élever la fréquence. Dans ces conditions, la courbe de la différence de potentiel induite dans l'enroulement secondaire, présente une pointe brusque; elle est susceptible d'exciter par choc le circuit oscillant connecté à cet enroulement secondaire, qui se met à osciller avec sa période propre. Si précisément cette période est un multiple impair de la fréquence du courant principal, les excitations qui se produisent périodiquement entretiennent ces oscillations. Le problème est le même que celui envi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sagé jadis par Cornu de la synchronisation d'une pendule par une autre pendule dont la période, beaucoup plus longue, est un multiple de la période de la première. Avec le premier procédé on pouvait tout au plus tripler la fréquence. Avec le deuxième, on peut, théoriquement au moins, entretenir une harmonique impaire de rang quelconque et la multiplication est théoriquement illimitée. Pratiquement on a pu utiliser la 17e harmonique.

Mais tandis que dans le premier procédé où la saturation étant produite par le courant continu, l'induction dans le noyau ne variait que dans de faibles limites, il n'en est plus de même dans le second où le courant alternatif lui-même produit la saturation du fer. Les pertes par courants induits, proportionnelles au carré de l'induction, tendent à être très élevées, et pour les réduire, il faut augmenter la résistivité du métal, comme l'a fait Latour, en France, en utilisant des tôles d'acier au nickel provenant des aciéries d'Imphy et ayant une épaisseur de 0,05 mm, ou, comme on l'a fait en Allemagne, utiliser des tôles extrêmement minces (0,006 mm). Remarquons en outre que, dans ce procédé de multiplication, il est nécessaire d'assurer la constance de la fréquence des oscillations avec une précision bien supérieure à celle réalisée dans les alternateurs. Schmidt en Allemagne prétend avoir réalisé des régulateurs assurant cette constance à $\frac{1}{1000}$ p. 100.

Il semble malgré tout que ce soit la construction de ces régulateurs qui soit à l'heure actuelle la pierre d'achoppement dans l'emploi des multiplicateurs. Si cette difficulté est surmontée, si d'autre part le prix des matériaux magnétiques utilisés n'est pas prohibitif, on peut penser que le multiplicateur de fréquence est destiné à concurrencer sérieusement les postes à lampes.

Nous venons de passer en revue les divers procédés de production des ondes de haute fréquence.

A l'heure actuelle tous sont employés, ce qui montre bien que tous ont leurs avantages et leurs inconvénients.

Quelques années sont encore nécessaires avant qu'une opinion définitive puisse être acquise sur ces divers points.

Mais ce qui résulte de ce que nous avons dit, c'est qu'une puissance énorme est nécessaire à l'émission pour produire à la réception la fraction de microwatt nécessaire.

Certes, avec les procédés d'amplification dont on dispose aujourd'hui, on pourrait, comme nous l'avons dit, encore abaisser considérablement cette fraction de microwatt et, par suite, diminuer considérablement la puissance de la transmission.

Pourquoi ne le fait-on pas? C'est que les parasites atmosphériques cons-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tituent un seuil à l'audition radiotélégraphique. Pour assurer un trafic régulier, il faut que l'énergie transmise à l'organe récepteur soit supérieure à l'énergie transmise par les plus forts parasites habituels.

Pour qu'il en soit ainsi, on admet qu'il est nécessaire que la transmission puisse provoquer dans une antenne de 1 m placée au poste qu'on veut recevoir une force électromotrice de 100 μV et c'est pour arriver à ce résultat qu'il est nécessaire, dans les transmissions transocéaniques, de mettre en jeu à l'émission des puissances de l'ordre de 200 à 300 kW.

Et malgré cela, il y a certains jours, et tous les jours, certaines heures de la journée où les parasites l'emportent en intensité sur les transmissions.

Aussi pour écouler tout leur trafic, pour profiter des bonnes heures du jour, les postes d'émission sont-ils obligés d'utiliser les procédés de télégraphie les plus rapides. M. le commandant Brenot vous exposera comment on arrive à ce résultat. Quoi qu'il en soit, ce qu'il faut retenir, c'est que le jour, quand luira-t-il? où on pourra éviter l'action des parasites atmosphériques, on pourra diminuer considérablement (dans le rapport de 1 à 100) la puissance nécessaire à l'émission d'un signal ; on pourra diminuer dans le même rapport la puissance à l'émission. On voit quel progrès considérable aura été réalisé.

Les ondes courtes. — La guerre contre les parasites est entreprise depuis bien longtemps sans succès. Les ondes courtes vont-elles par une autre voie apporter une solution de la question de la diminution de la puissance nécessaire à l'émission.

Nous avons dit que pour avoir de grandes portées, il fallait des antennes élevées, de grande dimension, pour permettre de mettre de l'énergie en jeu, d'où impossibilité d'employer des fréquences trop élevées.

De plus, il semblait que l'absorption par l'atmosphère augmentait avec la fréquence. Les fréquences très élevées, les ondes courtes au-dessous de 100 m semblaient donc ne présenter aucun intérêt et avaient été abandonnées aux amateurs quand certains résultats obtenus par ceux-ci attirèrent l'attention des praticiens.

Il semble qu'au-dessous de 100 m, les ondes jouissent de propriétés particulières. Ces ondes, qu'on produit très facilement avec des postes à lampes, s'entendent naturellement dans le voisinage immédiat du poste, puis cessent d'être entendues pour commencer à être perçues de nouveau à des distances considérables. On a pu dire qu'avec des ondes courtes, il était plus facile d'être entendu en Nouvelle-Zélande qu'en France.

Et ce n'est plus avec des puissances de l'ordre de quelques centaines de kilowatts que ces résultats sont obtenus, mais avec des puissances de l'ordre de quelques kilowatts.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi à l'heure actuelle, un poste établi au fort d'Issy assure une liaison avec Djibouti avec une puissance de 2,5 kW et 23 m de longueur d'onde.

Plus d'antenne élevée : comme antenne deux prismes de quelques mètres de hauteur; l'un constitue la nappe d'antenne, l'autre, le contre-poids. Ces antennes n'ont pas besoin d'être accordées exactement sur l'onde à émettre. C'est dans ces conditions que le poste du fort d'Issy est entendu jusqu'à Nouméa.

Il semble *a priori* que, dans de semblables conditions, on doive renoncer aux stations coûteuses sur lesquelles nous nous sommes étendus si longuement, et déjà la Compagnie générale de Télégraphie sans Fil a pu réaliser de nuit un trafic sur ondes de 23 m entre Sainte-Assise et Buenos Aires. Hélas! la médaille a son revers.

Ce n'est qu'à certaines heures du jour ou plutôt de la nuit que de semblables transmissions peuvent être assurées.

Il semble que la lumière solaire ait une grande influence sur la transmission de ces ondes comme l'ont du reste montré en particulier des expériences organisées par le général Delcambre et le capitaine Bureau, de l'Office national météorologique, qui ont pu suivre jusqu'au golfe du Mexique des transmissions faites par le *Jacques Cartier*, bateau-école de la Compagnie générale transatlantique, sur 31 m.

Cette influence solaire est capricieuse. Elle est saisonnière. Certains résultats qui semblaient parfaitement acquis par des recherches faites en une saison, sont complètement démentis par celles entreprises à une autre saison.

En résumé, les ondes courtes permettent avec des puissances très réduites d'assurer des portées très considérables, mais seulement pendant un nombre d'heures limité et dans des conditions qui semblent pouvoir présenter des aléas considérables.

Comment expliquer cette portée considérable des ondes courtes? L'atmosphère joue en la circonstance un rôle important. Sont-ce des phénomènes de mirage se produisant dans la stratosphère, quand les diverses couches horizontales, par suite de l'ionisation que produisent les rayons solaires, ont un indice de réfraction différent pour les ondes électriques?

Faut-il admettre que les ondes viennent se réfléchir sur une couche située à la limite supérieure de la stratosphère et tellement ionisée qu'elle peut jouer pour les ondes le rôle d'un miroir?

Je laisse à mon ami le commandant Mesny le soin de vous exposer les diverses hypothèses faites à ce sujet.

Il serait certainement imprudent à l'heure actuelle de croire que l'emploi des ondes courtes va révolutionner le problème de la radiotélégraphie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pourront-elles jamais permettre l'écoulement d'un trafic avec autant de régularité et de sécurité que les grands postes de Croix d'Hins et de Sainte-Assise? L'avenir nous le dira, mais cela semble encore bien incertain. En tout cas, elles peuvent rendre déjà bien des services; nous en avons signalé quelques-uns.

De plus, leur emploi permettra la solution d'un problème qui n'a jamais pu être résolu avec les grandes ondes. Celui des émissions dirigées.

Avec l'antenne, l'énergie est rayonnée dans toutes les directions, au lieu d'être concentrée dans la direction du poste récepteur.

Il en résulte certainement un gaspillage d'énergie, d'énergie non seulement perdue mais perdue d'une façon gênante, car elle vient troubler d'autres réceptions.

Avec des ondes courtes, il est possible de construire des miroirs concentrant l'énergie électrique comme l'on concentre avec un projecteur l'énergie lumineuse.

Il suffit, par exemple, de disposer suivant les génératrices d'un cylindrique parabolique un certain nombre de fils régulièrement espacés et accordés sur l'onde à émettre et de placer l'antenne principale suivant la ligne focale.

D'autres procédés analogues, au point de vue théorique, aux réseaux utilisés en optique permettent d'arriver aux mêmes résultats.

En excitant simultanément et avec une phase convenable un certain nombre d'antennes, on peut arriver à réaliser des émissions dirigées.

On voit que le problème de la transmission des ondes courtes qui vient de se poser offre un champ de recherches étendu et dont l'exploitation sera certainement féconde, quoique, nous le répétons, les applications de ces ondes courtes n'auront peut-être jamais autant de généralité que celles des ondes longues.

Mesure des fréquences. — Le nombre croissant des postes puissants de transmission ne permet un trafic dans des conditions convenables qu'en utilisant à la réception des appareils très sélectifs, c'est-à-dire ne permettant que la réception d'une fréquence bien déterminée. En réalité il n'y a pas d'appareils sélectifs parfaits et les appareils permettent non la réception d'une fréquence unique, mais celle d'une bande de fréquences. Il est donc nécessaire qu'un certain écart existe entre les longueurs d'onde attribuées à différents postes pour éviter les brouillages. On conçoit dans ces conditions combien il est nécessaire qu'un poste se maintienne aussi exactement que possible à la fréquence qui lui a été attribuée. Il a donc été nécessaire de créer des procédés très précis pour la mesure de ces fréquences.

Mais il faut non seulement avoir des procédés précis, il faut également

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une base précise. Des mesures de longueurs exécutées avec un mètre faux n'auraient aucune valeur, si soigneusement qu'elles aient été exécutées.

C'est à deux physiciens français, MM. Abraham et Eugène Bloch, qu'on doit le dispositif qui a permis d'établir cette base : le multivibrateur. Nous pouvons mesurer avec la plus grande précision une fréquence de l'ordre des fréquences musicales et nous disposons de diapasons dont nous connaissons avec la plus grande exactitude le nombre de vibrations par seconde.

MM. Abraham et Bloch ont eu l'idée de réaliser une sorte de poste à lampes donnant non plus du courant de haute fréquence, mais du courant de fréquence musicale.

En agissant sur les organes de ce poste, on peut amener le son qu'il produit à être à l'unisson d'un diapason soigneusement étalonné. On connaît donc exactement la fréquence de l'oscillation fondamentale de ce poste à lampes.

Mais il a été construit de telle sorte qu'à cette fréquence fondamentale se superposent de nombreuses harmoniques dont, par suite, la fréquence est parfaitement connue.

Si les premières de ces harmoniques sont encore de fréquence musicale, les harmoniques de rang élevé atteignent au contraire les fréquences de la radiotélégraphie.

Si donc on connaît le rang de l'harmonique (et une technique spéciale a été imaginée pour les compter facilement,) cette harmonique nous fournit une source de courant de haute fréquence, de longueur d'onde parfaitement connue et qui pourra servir à étalonner un appareil de mesure de fréquence, un ondemètre.

L'emploi des ondemètres a été également bien perfectionné pendant ces dernières années. Un ondemètre se compose essentiellement d'un circuit résonant inductance capacité dans lequel on reçoit les oscillations électriques dont on veut mesurer la fréquence.

En faisant varier soit l'inductance, soit la capacité, on fait varier la période propre de ce circuit récepteur. Mais on sait que le courant induit dans ce circuit est maximum lorsque sa période propre est la même que celle des oscillations qu'il reçoit.

Il suffit donc de noter le moment où la transmission a son action maximum sur l'ondemètre pour connaître sa fréquence si l'ondemètre a été préalablement étalonné. Si, au contraire, le poste émetteur est constitué par un multivibrateur, on peut étalonner l'ondemètre.

Mais l'évaluation d'un maximum est chose difficile. Au contraire, il est très facile de s'assurer qu'une action est nulle.

M. Armagnat a imaginé, dans les laboratoires de la Radiotélégraphie

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

militaire, une méthode de zéro remplaçant l'appréciation du maximum dont nous parlions plus haut. On arrive ainsi a assurer à moins de $\frac{1}{1000}$ l'accord du circuit oscillant sur la fréquence à mesurer.

Cette technique, créée en France, est maintenant employée dans les principaux établissements radiotélégraphiques de l'étranger. Mais, comme toute technique, son application peut comporter des causes d'erreur expérimentale.

Il était nécessaire de comparer en quelque sorte les étalonnements de contrôleur d'onde faites dans les divers pays.

Le mode opératoire pendant longtemps a été le suivant. A un instant donné une émission appropriée était faite par un poste puissant et la fréquence de cette émission était mesurée en divers points.

C'est ainsi par exemple qu'une fois par semaine une émission faite par le poste de Croix d'Hins est mesurée simultanément par les laboratoires de la Radiotélégraphie militaire à Paris et par ceux de la Marine américaine, près de Washington. L'accord entre les deux mesures est généralement de l'ordre du millième.

Mais un procédé plus commode pour ces comparaisons a été imaginé récemment par le physicien américain Cady.

Il est basé sur une découverte de notre compatriote Pierre Curie.

Si, sur les deux faces d'une lame de quartz convenablement taillée par rapport à ses axes cristallographiques, on place des armatures et si on applique une différence de potentiel entre les deux armatures, la lame de quartz s'allonge ou se contracte perpendiculairement aux armatures suivant le sens de la différence de potentiel appliquée.

Si donc la différence de potentiel est alternative, la lame de quartz vibre. Mais la verge ainsi constituée par la lame de quartz a une fréquence propre. Lorsque les vibrations forcées que lui communique l'action piézoélectrique ont la même fréquence que les vibrations propres, les déformations mécaniques s'amplifient et, pour se produire, soutirent au circuit excitateur une puissance assez notable. Si, par exemple, le condensateur constitué par la lame de quartz fait partie d'un circuit oscillant, on constate une augmentation brusque de la résistance de ce circuit au moment où la fréquence des oscillations correspond avec la période propre du quartz. Il est donc très facile de noter pour un circuit oscillant de fréquence variable le moment où il est accordé sur la fréquence propre du résonateur piézoélectrique qui constitue ainsi une sorte de diapason électrique. En faisant varier les dimensions de la lame de quartz, dimensions qui sont de l'ordre de quelques centimètres, on peut construire des résonateurs piézoélectriques

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour diverses fréquences et les transporter facilement d'un laboratoire dans un autre. Bref, on peut faire jouer au quartz piézoélectrique, au point de vue des fréquences des courants électriques, le rôle que joue le diapason vis-à-vis des vibrations sonores.

Mais nous savons que le diapason a souvent été utilisé en mécanique pour assurer la constance de la vitesse d'une machine. De même, le quartz piézoélectrique a pu être employé pour maintenir rigoureusement constante la fréquence des oscillations d'un poste.

La réception. — La réception se fait aujourd'hui presque uniquement sur cadre. Un cadre comportant plusieurs spires, disposé verticalement, est orienté de telle sorte que son plan soit dirigé dans la direction du poste que l'on veut recevoir. Un condensateur, connecté aux deux extrémités de l'enroulement du cadre, permet d'accorder le système inductance du cadre capacité sur la fréquence des oscillations à recevoir.

Nous allons chercher à expliquer en quelques mots le rôle du cadre comme collecteur d'ondes.

Disons tout d'abord que l'action à distance d'un poste transmetteur se traduit en un point donné par la production d'un champ électrique. Ce champ électrique est naturellement alternatif et d'une période égale à celle des oscillations. Soit ε la valeur maximum de ce champ qu'on évalue généralement en microvolts par mètre.

Si, au point envisagé, se trouve une antenne de hauteur h, elle est le siège d'une force électromotrice périodique de valeur maximum égale à $\varepsilon \times h$.

Dans un cadre, les deux côtés verticaux peuvent être assimilés à deux antennes.

Si nous désignons par ε_1 et ε_2 les valeurs instantanées du champ électrique aux points où se trouvent ces conducteurs verticaux, par h' leur hauteur, la valeur de la force électromotrice instantanée induite par la transmission dans le cadre est $h'(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)$. Or, lorsque le plan du cadre est orienté dans la direction de la transmission, les deux côtés verticaux sont à des distances très faiblement différentes, mais différentes du poste transmetteur. Les ondes ayant une vitesse de propagande finie, les valeurs ε_1 et ε_2 sont légèrement différentes à un instant donné. La force électromotrice a une valeur faible mais finie et suffisamment grande pour être mise en évidence avec les moyens d'amplification dont nous disposons à l'heure actuelle.

Pratiquement, un cadre de 3 m de hauteur et d'une quarantaine de spires est équivalent à une antenne de 25 cm de hauteur.

On se rendra immédiatement compte par ce simple chiffre des amplifications énormes que nous savons réaliser aujourd'hui en se rappelant qu'avant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'emploi de ces procédés, les postes puissants étaient à peine perceptibles de l'autre côté de l'Océan sur des antennes d'une centaine de mètres de hauteur.

Si le cadre est orienté de telle façon que son plan soit perpendiculaire à la direction de transmission, les deux côtés verticaux sont à la même distance du poste émetteur, $\varepsilon_1 = \varepsilon_2$, la force électromotrice induite est nulle.

On voit immédiatement là une des principales propriétés du cadre comme collecteur d'ondes. C'est un récepteur dirigé : il reçoit au mieux les transmissions venant dans une certaine direction et ne reçoit pas du tout celles venant d'une direction perpendiculaire.

Nous laissons à M. Mesny le soin de développer les applications de cette propriété à la radiogoniométrie; nous nous bornerons à signaler le fait que la réception sur cadre permet d'éviter les brouillages que pourraient occasionner les postes situés dans une direction normale à celle du poste qu'on veut recevoir.

Détection. — La fréquence des courants utilisés en radiotélégraphie est telle qu'ils sont sans action sur le téléphone, l'inertie de la membrane ne lui permettant pas de suivre des variations aussi rapides.

Pour pouvoir percevoir un courant de haute fréquence, il faut le détecter. Qu'est-ce que la détection? Sans entrer dans le détail des procédés de détection, il nous a paru bon d'exposer ici quelques idées générales sur ce sujet.

La détection consiste essentiellement en la transformation plus ou moins partielle d'un courant alternatif en courant continu.

Ceci ne peut être réalisé du reste que par des variations de résistance. Mais tout système permettant le redressement du courant alternatif peut, *théoriquement du moins*, servir de détecteur. Pratiquement, on utilise depuis plusieurs années les propriétés de la résistance de contact entre certains cristaux et une pointe métallique. Cette résistance de contact présente des valeurs très différentes suivant le sens dans lequel le courant tend à la traverser.

Le mécanisme de cette variation est encore assez mal connu. Il semble pourtant que certains travaux récents dus à M. Pélabon seront susceptibles de conduire à une explication des phénomènes de détection.

Pour M. Pélabon, un détecteur se compose de deux corps conducteurs que des particules diélectriques maintiennent à une distance extrêmement voisine, de l'ordre des longueurs d'onde de la lumière. Lorsqu'une différence de potentiel est appliquée entre les deux conducteurs, la pression électrostatique tend à les rapprocher encore en écrasant les particules qui jouent le rôle de ressort. Si la différence de potentiel est alternative, cette action combinée d'attraction électrostatique et d'élasticité des particules a pour effet de mettre en vibration le conducteur de plus faible masse. Si d'ailleurs l'un des conduc-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

teurs a un faible rayon de courbure, au moment de la vibration où les deux armatures du petit condensateur envisagé est minima, ce conducteur tend à émettre des électrons.

On peut s'expliquer ainsi la conductibilité unilatérale du système.

Cherchons maintenant à expliquer comment la détection permet aux courants de haute fréquence d'agir sur la membrane téléphonique. Nous envisageons un détecteur parfait, c'est-à-dire ne laissant passer le courant que dans une seule direction. Plaçons en série avec ce détecteur un téléphone et appliquons une différence de potentiel de haute fréquence à l'ensemble du circuit ainsi constitué.

Cette différence de potentiel sera par exemple celle qui existe aux bornes du condensateur connecté au cadre de réception pour assurer la résonance du circuit.

Par suite de l'action du détecteur, une seule des alternances du courant alternatif traversa le téléphone. Pendant une demi-période, la membrane sera attirée; elle cessera de l'être pendant la demi-période suivante et ainsi de suite.

Ces variations sont trop rapides pour que la membrane vibre; mais par suite du fait qu'elle est toujours soumise à des attractions, jamais à des répulsions et, en vertu de son inertie, elle subira un léger déplacement qu'elle conservera tant que la différence de potentiel de haute fréquence sera appliquée; et elle reprendra sa position normale d'équilibre lorsque les oscillations électriques cessent d'agir.

Par conséquent, si on fait agir sur le circuit récepteur, pendant un certain temps, des oscillations de haute fréquence, le début et la fin de cette application produiront un léger « top » dans le téléphone, la membrane restant immobile le reste du temps.

Lorsqu'on utilisait des oscillations amorties, chaque signal radiotélégraphique était constitué par un certain nombre de trains d'ondes amorties, la période de ces trains d'ondes, c'est-à-dire le temps s'écoulant entre le commencement de deux trains successifs étant égal à la période des étincelles produites au poste transmetteur. Chaque train d'ondes produisait un de ces « tops » dont nous venons de parler et, par suite, on percevait au téléphone un son dont la fréquence était égale à celle des étincelles du poste transmetteur. On entendait donc un son renflé lorsque ce poste était alimenté par du courant de fréquence industrielle, un son musical lorsqu'on alimentait le poste transmetteur avec du courant de fréquence musicale.

Chaque émission amortie avait, dans ces conditions, un son particulier et les radiotélégraphistes reconnaissaient presque de cette façon le poste qu'ils recevaient.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il ne saurait en être de même avec les ondes entretenues. Le début et la fin d'un signal se manifesteraient comme nous l'avons dit plus haut par un claquement dans le téléphone, mais il serait impossible de distinguer les points et les traits qui constituent les signaux Morse.

Le procédé qu'on emploie pour rendre perceptibles les ondes entretenues est le suivant.

Au poste récepteur, on superpose à la transmission à recevoir des oscillations de haute fréquence provenant d'un petit émetteur local.

Cet émetteur est généralement constitué par un petit poste à lampes appelé hétérodyne.

La fréquence de ces oscillations locales est réglée à une valeur voisine de celle de la transmission à percevoir. Il se produit donc dans les appareils récepteurs des battements entre les oscillations, battements identiques à ceux qu'on observe en acoustique entre des sons de hauteurs voisines. Si les deux oscillations étaient envoyées sans détection dans le téléphone, on continuerait à ne rien percevoir.

On conçoit sans peine que si les oscillations ne peuvent agir sur la membrane, leurs renforcements ou leurs affaiblissements seront également sans action sur cette membrane.

Mais on se rend compte également que ces battements transforment en quelque sorte la transmission ou une série de trains d'ondes de période égale à celle des battements. *Après détection*, on entendra donc dans le téléphone un son dont la fréquence sera celle des battements, fréquence qu'on a soin naturellement de choisir parmi celles perceptibles à l'oreille.

Ainsi, dans la réception des ondes entretenues, le son perçu dans les écouteurs téléphoniques n'est nullement caractéristique du poste reçu.

L'opérateur radiotélégraphique peut le faire varier en modifiant la fréquence des oscillations de l'émetteur local et il peut choisir la hauteur de ce son de façon à se placer dans les conditions qu'il juge les plus favorables pour assurer une bonne réception.

La méthode de réception au moyen de l'hétérodyne présente un autre avantage qu'il convient de signaler.

L'action détectrice varie comme le carré de l'amplitude de l'oscillation détectée.

Si la transmission devient deux fois plus faible, l'action sur le téléphone est quatre fois plus faible. Cette façon d'agir est évidemment peu favorable. Il n'en est plus de même dans la réception au moyen d'une hétérodyne. On démontre que l'action détectrice est proportionnelle au produit des amplitudes de la transmission et on peut l'augmenter en faisant croître l'action de l'hétérodyne sur le système récepteur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La lampe à trois électrodes. — La lampe à trois électrodes joue un rôle considérable à l'heure actuelle dans la technique de la radiotélégraphie.

Nous avons déjà vu que ces lampes permettaient la production d'ondes entretenues.

On peut les utiliser comme détecteur et, dans cette fonction, elles ont complètement remplacé les détecteurs à cristaux employés jadis. Enfin, ce sont elles qui ont permis à la réception les amplifications élevées auxquelles nous avons fait allusion dans l'emploi du cadre et sans lesquelles les transmissions à longue distance ne sauraient être effectuées dans des conditions de sécurité suffisante pour un trafic commercial.

Nous ne saurions nous étendre ici sur les divers montages utilisés pour ces amplifications. Une semblable exposition demanderait un livre entier. Nous nous bornerons donc à quelques idées très générales sur le fonctionnement des lampes et sur leur emploi. Nous ne décrirons pas les lampes de réception. Leur forme est trop connue. Nous nous contenterons d'exposer très succinctement le principe de leur fonctionnement en cherchant à faire voir aussi clairement que possible pourquoi la lampe constitue un relais amplificateur.

On sait que le filament de tungstène de la lampe lorsqu'il est porté à haute température émet des charges élémentaires d'électricité négative que les physiciens ont dénommées « électrons ».

Si le filament était isolé dans son ampoule, les électrons le laisseraient chargé positivement. Après s'être éloignés du filament, ils reviendraient vers lui et formeraient autour du filament une sorte d'atmosphère électronique s'opposant à toute émission.

Il n'en est plus de même si on introduit dans l'ampoule une électrode chargée positivement. Elle attire les électrons.

Mais si elle était isolée, sa charge se neutraliserait peu à peu, l'émission s'arrêterait. Il n'en est plus de même si on maintient constante la charge de cette électrode par exemple en la réunissant au pôle positif d'une batterie de piles dont le pôle négatif est réuni au filament.

L'absorption d'électrons par l'électrode positive est continue et puisque sa charge doit demeurer constante, cette absorption d'électrons est contrebalancée par un apport d'électricité positive venant de la batterie.

Un courant électrique circulera dans les conducteurs reliant la batterie au filament et à l'électrode à laquelle on donne généralement la forme d'un cylindre de métal entourant le filament.

Plaçons maintenant entre le filament et la plaque (tel est le nom qu'on donne à la première électrode) une grille constituée simplement par un fil enroulé en hélice, et supposons cette grille réunie au négatif du filament.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On constatera, toutes choses égales d'ailleurs, une diminution du courant allant à la plaque. Ainsi dans les lampes employées en France et connues sous le nom de lampes T. M., il aurait suffi dans une lampe sans grille d'une tension de 8 à 10 V appliquée à la plaque, pour produire un courant de 2 mA.

Au contraire, après l'introduction d'une grille une tension de 80 V est nécessaire pour arriver au même résultat.

Il est facile d'expliquer ce résultat.

La grille constitue un écran électrique, elle diminue l'action électrostatique exercée par la plaque sur le filament.

Les spires n'étant pas très serrées, ce rôle d'écran est imparfait; nous voyons toutefois que dans le cas envisagé l'action de la plaque a été réduite au dixième.

Intercalons maintenant entre la grille et le filament une différence de potentiel de 1 V, de telle façon que la grille soit légèrement positive par rapport au filament, on constate tout d'abord qu'aucun courant (ou du moins un courant absolument négligeable) ne circule dans les conducteurs reliant à la grille la source qui produit cette différence de potentiel, tandis qu'au contraire le courant plaque primitivement de 2 mA passe à 2,2 m A.

Ceci se comprend facilement.

La grille étant très rapprochée du filament, il suffit de la porter à un potentiel très légèrement supérieur à celui du filament pour produire une attraction très énergique sur les électrons qui tendent à sortir du filament. Mais ceux-ci, en vertu de leur grande vitesse, passent entre les spires et vont à la plaque.

Primitivement lorsque la grille était réunie au négatif du filament, la batterie de 80 V alimentant la plaque débitait 2 mA. Le fait d'avoir porté la grille au potentiel d'un volt par rapport au filament a fait croître ce courant à 2,2 mA. Si on laisse les choses en état, la batterie alimentant la plaque se déchargera plus vite, tandis que la pile ayant servi à élever le potentiel de la grille ne s'usera pas plus vite qu'en circuit ouvert. La lampe est donc bien un relais qui, moyennant la consommation d'une quantité d'énergie extrêmement faible, fait entrer en jeu une source locale qui permet d'utiliser une quantité d'énergie assez considérable.

Nous pensons que ces explications sont suffisantes pour faire comprendre comment avec le dix-millième de microwatt fourni par le poste transmetteur, on peut, au moyen des lampes, obtenir les quelques microwatts nécessaires pour obtenir une bonne audition téléphonique, les quelques milliwatts nécessaires pour enregistrer les signaux transmis.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les amplificateurs. — Une seule lampe ne suffirait pas du reste en général pour arriver à ces résultats.

Il est nécessaire d'utiliser plusieurs lampes montées en cascade. Ce groupement de lampes constitue ce qu'on appelle des amplificateurs. Nous ne saurions entrer ici dans la description des nombreux types réalisés. Nous nous bornerons à énoncer les principes généraux qui président à leur réalisation.

Comme nous l'avons dit, la détection se fait d'autant moins bien que l'amplitude de la différence de potentiel à détecter est plus faible. Il y a donc lieu d'amplifier le courant de haute fréquence avant de le détecter.

Un amplificateur comportera donc un certain nombre d'étages à haute fréquence, une lampe détectrice et des étages à basse fréquence amplifiant le courant de fréquence musicale provenant de la détection.

Nous nous bornerons à signaler qu'il existe deux procédés de liaison entre les diverses lampes d'un amplificateur : la liaison par résistance et la liaison par transformateurs.

L'emploi de tôles très minces (de l'ordre de quelques centièmes de millimètres) a permis d'employer, même pour la haute fréquence, la liaison par transformateurs à noyaux de fer.

Enfin il est possible d'augmenter beaucoup l'amplification par un couplage convenable de la première lampe de l'amplificateur avec les organes récepteurs.

Nous avons signalé, à propos des postes à lampes, que, par des liaisons convenables entre un système susceptible de donner des oscillations électriques et une lampe, on pouvait produire des oscillations de haute fréquence.

Si on se place aux conditions limites pour lesquelles ces oscillations peuvent prendre naissance, on réalise un système en état de réceptivité parfaite pour les ondes de même fréquence que les ondes qu'il est sur le point de produire.

Ce montage, connu sous le nom de réaction, a fourni au point de vue réception, des résultats vraiment surprenants.

Il présente l'inconvénient d'être d'un réglage assez délicat. On conçoit sans peine en effet qu'il arrive fréquemment pendant la période de réglage de franchir les conditions limites de production des oscillations. Le poste récepteur se transforme en poste transmetteur dans des conditions qui peuvent être fort gênantes pour les écoutes voisines.

Nous terminerons ici cet exposé de la technique des courants de haute fréquence.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cette technique, très développée aujourd'hui, comporte de nombreux points que nous n'avons pu qu'effleurer. Nous avons cherché surtout à dégager les idées générales qui ont guidé les efforts des nombreux travailleurs auxquels la radiotélégraphie et la radiotéléphonie doivent le développement qu'elles ont acquis à ce jour.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

APPLICATIONS DE LA TÉLÉGRAPHIE SANS FIL :

PROPAGATION DES ONDES. — POSTES FIXES ET MOBILES. — RÉSEAUX NATIONAUX ET INTERNATIONAUX. RADIOGONIOMÉTRIE, TÉLÉMÉCANIQUE, TÉLÉPHOTOGRAPHIE (1)

par

M. RENÉ MESNY,
professeur d'hydrographie de la Marine.

I. — RAYONNEMENT ET PROPAGATION DE L'ÉNERGIE.

Rayonnement des antennes. — Considérons une antenne constituée par un fil vertical de hauteur h, placée sur un sol plan infiniment conducteur; supposons-la parcourue par un courant I constant sur toute la hauteur; soit λ la longueur de l'onde correspondant à la fréquence du courant; le champ électrique $\mathcal{E}$ en un point du plan situé à une distance D est vertical et donné par la formule

$$\mathcal{E} = \frac{120\pi hI}{\lambda D} \qquad (1)$$

h en mètres, I en ampères, λ et D en kilomètres, $\mathcal{E}$ en microvolts par mètre.

Au-dessus du sol réel, cette expression serait encore très satisfaisante à distance relativement courte si la condition de constance du courant tout le long du fil était remplie; mais cette condition est irréalisable avec une antenne filiforme, dans laquelle le courant diminue à mesure que l'on se rapproche de l'extrémité supérieure; en outre les antennes de cette nature sont l'exception. Pour une antenne réelle, on convient d'appeler *hauteur de rayonnement* la hauteur qu'il faut mettre dans cette formule à la place de h pour obtenir la valeur du champ effectivement rayonné, I représentant alors l'intensité du courant à la base de l'antenne. On détermine la hauteur de rayonnement au moyen d'une mesure de champ.

Pour les antennes les plus fréquentes, comportant une longue nappe horizontale et une descente verticale, la hauteur de rayonnement est comprise

(1) Conférence faite en séance publique par l'auteur le 8 mai 1926.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

entre 50 et 65 centièmes de la hauteur de la nappe; la hauteur de rayonnement d'une antenne filiforme de hauteur H est égale à $\frac{2}{\pi}$H.

L'énergie rayonnée par l'antenne est en watts

$$W = 1\,600\left(\frac{h}{\Lambda}\right)^2 I^2$$

I étant l'intensité efficace mesurée en ampères à la base de l'antenne (2).

Si l'on met W sous la forme RI^2, R est ce qu'on appelle la *résistance de rayonnement* de l'antenne; sa valeur en ohms est

$$R = 1\,600\left(\frac{h}{\Lambda}\right)^2.$$

C'est la résistance utile de l'antenne; il est intéressant de voir comment elle varie avec la longueur de l'onde et de la comparer aux résistances passives. Celles-ci proviennent de la résistance ohmique des conducteurs et surtout des pertes d'énergie dans le sol et les diélectriques voisins. Pour $\Lambda = 18.900$ et $h = 170$ m, ce qui correspond à la station Lafayette à Bordeaux, la résistance de rayonnement vaut seulement 0,13 ohm. Pour une antenne filiforme verticale de 4 m de hauteur et une onde de 25 m, cette résistance atteint 16,5 ohms. Si maintenant, on considère que la résistance passive de l'antenne d'une station à onde longue est en moyenne de 0,75 ohm et que celle de la petite antenne ci-dessus est de l'ordre de 10 ohms, on voit que le rendement de la petite antenne sur onde courte atteint 0,62 au lieu de 0,15 pour la grande. C'est un avantage important pour les ondes courtes sur lesquelles nous reviendrons plus loin.

Les antennes généralement employées, celles dont nous venons de parler, rayonnent leur énergie indistinctement dans toutes les directions de l'horizon. Dans un vertical, la densité d'énergie est maxima dans l'horizon, elle diminue avec la distance zénithale pour s'annuler vers le zénith. Mais il est possible de réaliser des systèmes dans lesquels l'énergie est dirigée en faisceaux relativement étroits, soit dans l'horizon, soit en hauteur. L'étude de cette question serait trop longue pour trouver place ici; qu'il nous suffise de dire que les différentes réalisations auxquelles on a songé ne sont autre chose que le transport dans l'électromagnétisme des dispositions utilisées en optique pour les miroirs et les réseaux. Il y a toutefois lieu de remarquer que les dimensions des systèmes employés doivent être au moins de l'ordre de grandeur des longueurs des ondes et ceci limite leur emploi aux ondes les plus courtes, inférieures à 50 m par exemple. Disons encore que ces systèmes

(2) Cette formule n'est pas rigoureuse mais elle est suffisamment exacte pour les appréciations qui suivent.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

se sont peu répandus, non seulement parce que l'emploi des ondes courtes date encore de peu, mais encore parce que les propriétés directives des faisceaux obtenus paraissent se perdre aux grandes distances.

L'expression ci-dessus du champ s'applique, avons-nous dit, dans les conditions de la pratique aux courtes distances. En y ajoutant un facteur exponentiel, M. Austin a obtenu une formule empirique, connue sous son nom et qui fournit des valeurs assez peu éloignées de la réalité pour rendre des services. Cette formule est la suivante :

$$\mathcal{E} = \frac{120\pi hI}{\Lambda} e^{-0{,}0015\frac{D}{\sqrt{\Lambda}}}$$

les unités étant les mêmes que dans la première formule.

Les mesures récentes montrent que les champs ainsi calculés peuvent être deux à trois fois plus faibles que la moyenne des champs observés de jour, au moins pour des distances inférieures à 8.000 ou 10.000 km et des ondes supérieures à 300 ou 400 m. Pour les distances plus grandes, la différence est beaucoup plus importante avec les ondes longues; avec les ondes courtes la formule n'a plus aucun sens et le rapport du champ observé au champ calculé peut atteindre des valeurs énormes telles que 10^{30} et même davantage.

Toutes ces remarques font ressortir certains avantages des ondes courtes; mais pour apprécier complètement l'influence de la longueur d'onde du point de vue de l'exploitation commerciale, il est nécessaire d'examiner aussi la question de la réception. M. de Bellescize, dans une étude très serrée, reposant sur une longue expérience, a établi qu'avec des récepteurs également soignés, *les résultats obtenus dans la réception d'ondes de différentes longueurs restent identiques* si l'expression

$$\frac{\mathcal{E}}{N\Lambda}$$

conserve une valeur constante.

Dans ce rapport, $\mathcal{E}$ représente le champ de l'onde dans la région du récepteur, N est le nombre de mots passés dans l'unité de temps, Λ la longueur de l'onde employée. Par résultats identiques à la réception, il faut entendre par exemple que, pour un état donné des perturbations atmosphériques, le pour cent d'erreurs de lecture ou d'enregistrement reste le même.

Dans ces conditions, on voit que, toutes choses égales d'ailleurs, le champ produit par l'émetteur peut diminuer en même temps que la longueur de l'onde. On peut donc gagner considérablement sur la puissance à l'émission si l'absorption de l'énergie au cours de la propagation n'est pas trop considérable sur les ondes courtes.

D'après la formule d'Austin, l'absorption des ondes augmente beaucoup

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quand la longueur d'onde diminue, mais comme nous l'avons dit, cette formule cesse d'être applicable pour les ondes au-dessous de 300 m et l'observation montre que l'absorption des ondes plus courtes que 100 m est extrêmement petite, au moins dans certaines conditions. On doit donc s'attendre à rencontrer avec ces dernières ondes des conditions très favorables au trafic; l'expérience le vérifie.

Propagation de l'énergie. — Une source lumineuse placée à la surface d'une sphère n'en éclaire qu'une très petite calotte sphérique, la lumière répandue par diffraction diminue très rapidement. Devant les grandes portées obtenues en radioélectricité, le problème s'est posé de bonne heure de rechercher par quelle voie les ondes peuvent se propager au loin.

On commença par étudier la question de la diffraction sur une sphère isolée dans l'espace, sans tenir compte de l'atmosphère. Ce problème difficile auquel se sont attelés d'éminents mathématiciens peut être considéré aujourd'hui comme résolu, et les formules obtenues montrent que la diffraction est tout à fait insuffisante à expliquer les phénomènes observés. C'est ainsi qu'à une distance de 1.000 km, les résultats du calcul sont, pour des ondes de 4.000 et de 16.000 m, 20 et 10 fois plus faibles que ceux de l'observation; à une distance de 6.000 km, les résultats théoriques sont 25.000 et 2.500 fois plus faibles que ceux observés, pour les mêmes ondes que ci-dessus.

En même temps que l'on recherchait dans la diffraction la cause des grandes portées, on se préoccupait de trouver leur explication dans l'atmosphère. Dès 1902, Kennelly et Heaviside avaient émis l'hypothèse d'une couche conductrice dans les hautes régions de l'atmosphère. Les ondes se propageraient alors entre deux sphères conductrices entre lesquelles l'énergie resterait constamment emmagasinée. Ces hypothèses, développées depuis, constituent actuellement la base d'une doctrine qui contient certainement une part importante de vérité.

D'autre part Kiebitz, en 1913, proposa d'expliquer les grandes portées par le simple jeu des variations de l'indice de l'air avec la hauteur au-dessus du sol; mais l'emploi des constantes de l'optique dans les formules de réfraction donna des résultats incompatibles avec cette explication. Récemment, Guinchant a repris cette idée et il poursuit des expériences précises en vue de déterminer les valeurs exactes de l'indice de réfraction pour les fréquences employées en radiotélégraphie.

Nous examinerons les traits principaux de la théorie de la couche conductrice, mais auparavant il est indispensable de jeter un coup d'œil sur les faits constatés dans l'observation des ondes courtes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Propagation des ondes courtes. — Un des faits les plus marquants parmi tous ceux auxquels donne lieu l'observation des ondes courtes est leur portée considérable. Jusqu'à ces dernières années, on n'avait employé dans la pratique courante que des ondes d'une longueur au moins égale à 300 m, encore les plus courtes étaient-elles réservées à des services peu importants, ce qui limitait beaucoup l'intérêt qu'on leur portait et la connaissance que l'on en avait. L'entrée en scène des tubes électroniques et les progrès extraordinaires qu'ils firent faire à la technique changèrent la face des choses.

Jugées inutilisables pour les services publics, les ondes de 200 m et au-dessous avaient été abandonnées aux amateurs. La facilité avec laquelle ceux-ci purent construire des émetteurs à triodes et rayonner des ondes courtes avec de très petites antennes suscita chez eux de nombreuses vocations. Ils s'étonnèrent d'abord des résultats qu'ils obtenaient, puis s'enhardirent. Le plaisir d'entrer en communication avec des correspondants de plus en plus nombreux, la légitime fierté de « porter plus loin » entretinrent chez eux une émulation salutaire. Pour beaucoup, cette occupation devint une passion et les records succédèrent aux records. Le hasard avait mis entre leurs mains un outil merveilleux; ils surent en profiter, et le développement inimaginable pris par ce nouveau « sport » sur toute l'étendue du globe, montra en très peu de temps, d'une façon très nette, tout le parti que l'on pouvait tirer de cette région délaissée du spectre électromagnétique.

Bien entendu les différents services techniques industriels et militaires ne s'étaient pas désintéressés de la question; ils avaient même parfois précédé les amateurs dans la voie des ondes courtes, mais dans un esprit plus méthodique et avec moins de passion; ils s'arrêtaient aux irrégularités constatées, cherchant à vaincre les difficultés d'une étape avant de passer à la suivante. En particulier, le général Ferrié et le commandant Chaulard avaient mis en train des expériences sur des ondes de 30 à 50 m dès le début de l'année 1921 alors que le premier concours transatlantique des amateurs n'eut lieu qu'en février 1922 avec des ondes de 200 et 300 m.

Depuis cette époque, techniciens et amateurs n'ont cessé de descendre la gamme des longueurs d'onde. En novembre 1923, M. Deloy à Nice établissait une communication bilatérale avec M. Schnell à Hartford (Connecticut) sur l'onde de 100 m; en avril 1924, M. Louis, à Orléans, réalisait la même communication sur l'onde de 20 m; les puissances utilisées étaient de l'ordre de 100 à 500 W.

Pour fixer davantage les idées, disons qu'on a pu traverser l'Atlantique avec une puissance d'émission de 2 W et qu'il arrive assez fréquemment d'atteindre les antipodes avec une centaine de watts. Des communications sûres — au moins pendant une partie de la journée peuvent être établies à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une distance de 10.000 à 12.000 km avec une puissance de 2 à 3 kW, alors que les ondes longues exigent pour couvrir les mêmes distances des centaines de kilowatts.

Il y a cependant des ombres à ce tableau enchanteur. D'une façon générale, les ondes courtes se propagent beaucoup mieux la nuit que le jour. Déjà sur les ondes très longues de 15.000 et 20.000 m, on observe la nuit des champs dont la valeur peut atteindre en moyenne deux ou trois fois celles de jour; cet effet s'accentue à mesure que la longueur de l'onde diminue. Dans le voisinage de 100 m, il devient tel qu'avec un poste de 150 à 200 W, il est presque impossible de passer des signaux le jour à quelques centaines de kilomètres, alors que la nuit, l'intensité de la réception est extrêmement forte à plusieurs milliers de kilomètres.

Si l'on descend davantage la gamme des ondes, on constate que la propagation de jour devient meilleure; sur des ondes de 15 à 30 m en particulier, on peut franchir plusieurs milliers de kilomètres en plein jour avec une puissance de l'ordre de 100 W; avec quelques centaines de watts on peut établir un trafic régulier à 2.000 km dans les mêmes conditions.

Mais au-dessous d'une cinquantaine de mètres, un phénomène nouveau apparaît, c'est celui des zones de silence. Les émissions que l'on reçoit très fortement à plusieurs milliers de kilomètres sont insoupçonnables à quelques centaines de kilomètres. Les limites supérieures de ces zones de silence sont d'autant plus grandes que l'onde est plus courte.

La propagation, variable avec l'heure du jour, est aussi variable avec la saison: c'est ainsi par exemple que l'onde de 50 m présente pendant les nuits d'hiver une zone de silence comprise entre 150 et 400 km environ; cette zone disparaît complètement pendant l'été. Grossièrement, les phénomènes sont conditionnés par la hauteur du soleil par rapport à l'horizon.

A tous les phénomènes ci-dessus il faut en ajouter un autre non moins curieux : c'est celui des évanouissements qui affecte particulièrement les ondes de 150 à 400 ou 500 m. La nuit surtout, l'intensité des signaux varie brutalement, la durée des variations étant de l'ordre de quelques minutes ou seulement de quelques secondes. Les affaiblissements peuvent être tels que des signaux très forts disparaissent complètement.

Explication approximative des phénomènes de propagation. — Quoique cet exposé soit, en principe, consacré aux applications de la radioélectricité, nous croyons bon de dire quelques mots des idées qui ont cours sur l'explication des phénomènes que nous avons signalés. Un intérêt considérable s'attache actuellement aux communications radiotélégraphiques, le développement si

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rapide de la radiodiffusion a répandu dans le public les idées générales relatives à la technique radioélectrique; il faut que l'on sache aussi quels liens intimes rattachent la télégraphie sans fil aux diverses branches de la physique les plus en honneur de nos jours: des recherches théoriques, des expériences de toutes sortes sont en cours et il ne paraît pas présomptueux de penser que la solution des problèmes qui se posent sera grosse de conséquences.

La couche conductrice à laquelle nous avons fait allusion plus haut n'a pas été imaginée pour les besoins de la propagation; on y a été conduit bien auparavant par la considération des variations du magnétisme terrestre et l'étude des aurores polaires; on explique sa formation au moyen du bombardement de la haute atmosphère par des particules chassées par le soleil et qui, arrivant sur la terre avec une vitesse considérable, briseraient les molécules de gaz rencontrées en chemin et provoqueraient l'ionisation; les rayons ultra-violets joueraient aussi un rôle important et seraient en particulier la cause des différences constatées entre les propagations de jour et de nuit. Des recherches très nombreuses ont été faites sur ces sujets; quoique les phénomènes considérés se passent dans des régions inaccessibles (à des hauteurs vraisemblablement supérieures à 50 ou 60 km), on n'est pas tout à fait dépourvu de moyens d'investigations. L'un des plus remarquables est constitué par les aurores polaires qui se prêtent à des observations précises quant à leur position et à leur nature; d'un autre côté, l'observation des taches solaires et des tempêtes qui s'y produisent permet des comparaisons avec les phénomènes magnétiques terrestres.

C'est malheureusement peu de choses en raison de la complexité des problèmes et l'imagination doit travailler pour établir des hypothèses que l'expérience cherche à vérifier. On est allé assez loin dans cette voie; en utilisant toutes nos connaissances sur l'ionisation, on a établi avec l'aide d'hypothèses raisonnables, quelques lambeaux de théories dont les vérifications expérimentales commencent.

Voici quel serait le mécanisme de la réflexion des ondes. D'abord, il est évidemment impossible de comparer la couche conductrice à un miroir au sens que nous donnons habituellement à ce mot; il ne saurait y avoir une surface de séparation parfaitement tranchée entre les régions qui sont ionisées et celles qui ne le sont pas; les « rayons » électromagnétiques sont plutôt soumis à une sorte de réfraction analogue à celle que subissent les rayons lumineux; ils ne sont pas cassés brusquement en rencontrant une surface réfléchissante : ils s'incurvent continuement, dans un milieu dont la nature varie lentement.

On peut montrer en effet qu'en présence d'un champ alternatif, l'exis-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tence d'ions libres dans un gaz diminue la constante diélectrique de ce dernier d'une quantité

$$N\frac{e^2\Lambda^2}{\pi m}$$

où N est le nombre d'ions par unité de volume, e et m la charge et la masse de l'un d'eux et Λ la longueur de l'onde. Cet effet provient de l'inertie des ions agités par le champ.

Or on sait que la vitesse de propagation dans un milieu est inversement proportionnelle à la racine carrée de la constante diélectrique; dans ces conditions, l'ionisation produit un accroissement de la vitesse de propagation. Si l'on suppose alors que l'ionisation aille en croissant avec la hauteur, on voit que les vitesses correspondant aux rayons les plus élevés sont les plus grandes; le front d'une onde plane doit donc s'incliner vers le sol au fur et à mesure de sa propagation.

On conçoit dès lors que l'énergie émise par une antenne dans des directions inclinées sur l'horizon soit ramenée à la surface de la terre après avoir parcouru un certain chemin dans les hautes régions de l'atmosphère.

Pour donner l'explication la plus généralement admise de la plupart des phénomènes énumérés ci-dessus, il faut encore faire remarquer que l'absorption des ondes *à la surface de la terre* est d'autant plus importante que la fréquence est plus élevée; les rayons rasants des ondes courtes doivent donc s'éteindre à de faibles distances.

Cela posé, prenons le langage de l'optique et au lieu de parler de vitesse de propagation, parlons d'indice de réfraction; l'indice d'un gaz ionisé est, d'après ce qui précède, inférieur à celui du gaz normal; quand un rayon passe de la basse atmosphère dans la haute, il peut donc se produire des phénomènes analogues à la réflexion totale. Soit (fig. 1) OA le rayon correspondant à cette réflexion totale; tous les rayons en dessous de OA reviendront forcément vers la terre, quant à ceux situés au-dessus, une partie importante de leur énergie s'échappe sans espoir de retour. Admettons pour simplifier que tous les rayons situés au-dessus de OA s'échappent complètement; on peut alors expliquer les zones de silence : autour du poste, à une courte distance, les signaux sont entendus grâce aux rayons rasants, mais ceux-ci ne tardent pas à disparaître et, entre le point B où ils s'éteignent et le point C où le rayon OA revient au sol, il devient impossible de percevoir les signaux émis en O.

Comme la constante diélectrique du gaz ionisé est d'autant plus voisine de celle du gaz normal que l'onde est plus courte, il en est de même de l'indice. Pour les ondes très courtes, le rayon OA fait donc avec le sol un angle très faible et le point C est rejeté très loin, la zone de silence est très large. En tenant compte de la courbure de l'atmosphère, il peut même

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

arriver que pour les fréquences extrêmement grandes, l'angle d'incidence sur la couche conductrice ne puisse pas devenir assez faible pour donner lieu à réflexion totale ; dans ce cas toute l'énergie émise s'échappe et aucun rayon ne revient sur la terre. C'est ce qui paraît se produire pour les ondes plus courtes que 8 à 10 m.

Il peut aussi arriver que la fréquence soit telle que les points B et C se rejoignent; les rayons réfléchis reviennent sur la terre dans des régions D où les rayons rasants existent encore. Les interférences sont alors possibles et celles-ci seraient la cause des évanouissements si fréquents pour les ondes, de 150 à 500 m.

On conçoit que toutes ces conséquences de la théorie puissent se prêter à des vérifications expérimentales. A vrai dire ces vérifications sont loin

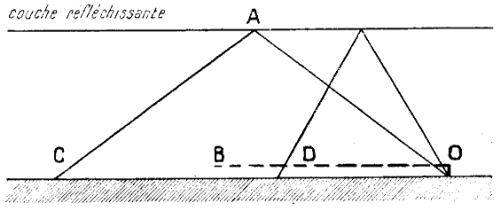


Fig. 1. — Il y a « zone de silence » entre le point B où les rayons rasants s'éteignent et le point C où les premiers rayons réfléchis touchent le sol. Il y a « évanouissements » quand les rayons réfléchis peuvent revenir au sol en un point D où les rayons rasants ne sont pas encore éteints.

d'être simples car les phénomènes sont naturellement compliqués par une foule de perturbations qui peuvent parfois masquer les faits principaux; néanmoins, comme nous l'avons dit plus haut, des expériences commencent basées sur les considérations ci-dessus. D'autres essais ont également lieu, qui s'appuient sur différentes théories dont il nous est impossible de parler; c'est ainsi par exemple que l'on a pu s'assurer que les ondes de grande longueur employées couramment pour les communications lointaines ne choisissent pas toujours le plus court chemin géométrique pour aller d'un point à un autre : pour atteindre des lieux situés par exemple à 15.000 km d'un émetteur, les ondes suivent l'arc de grand cercle le plus court, si ce parcours est en entier dans la nuit; mais, si celui-ci est au grand jour dans toute son étendue, les ondes suivent l'arc de grand cercle de 25.000 km sur lequel 20.000 km sont à l'abri des rayons solaires.

Utilisation des ondes de différentes longueurs. — Nous indiquerons par la suite les différents services desservis par radiotélégraphie et les ondes qui sont employées pour les divers usages, mais il n'est pas inutile de jeter dès

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

maintenant un coup d'œil sur les avantages réciproques des ondes longues et courtes.

A considérer les merveilles de la propagation de ces dernières, on ne peut s'empêcher de voir dans leur emploi le développement de progrès considérables pour les communications radioélectriques. Quelques kilowatts permettent d'obtenir avec l'Amérique, de nuit, — et même de jour avec des ondes d'une quinzaine de mètres — des communications aussi bonnes que celles que fournissent les grandes stations de 400 et 500 kW sur ondes longues; l'antenne, au lieu d'être portée par des pylônes de 200 m de hauteur, n'a le plus souvent besoin que d'un mâtereau de bois d'une quinzaine de mètres; les machines peuvent facilement emprunter leur puissance au secteur voisin.

A côté de ces avantages qui se chiffrent pas des réductions de dépenses pouvant aller de 100 à 1, d'autres sont encore plus séduisants. L'élévation de la fréquence permettra de disposer d'un nombre formidablement accru d'ondes qui sillonneront l'espace sans se brouiller l'une l'autre ; la téléphonie ne sera guère plus encombrante, à ce point de vue que la télégraphie, les atmosphériques apportent beaucoup moins de perturbations aux ondes courtes qu'aux longues, les communications pourront se multiplier dans une proportion dont il est impossible de se faire une idée.

Cependant des réserves s'imposent, au moins pour l'avenir immédiat. Ces folles envolées des ondes courtes paraissent trop capricieuses pour que dès demain, on puisse compter uniquement sur elles pour effectuer un trafic permanent et régulier à toute heure de la journée. On ne sait pas encore assez le rôle des saisons et des événements météorologiques pour pouvoir leur confier un service commercial en tous les points du globe, du moins si elles ne sont pas appuyées dans certaines régions par de puissantes stations à ondes longues dont la marche régulière est aujourd'hui éprouvée.

En revanche, les études entreprises de tous côtés doivent être poussées plus vigoureusement que jamais. Déjà, les ondes de 15 à 20 m couvrent de jour des distances énormes; un examen minutieux des propriétés des diverses fréquences permettra sans doute bientôt, moyennant quelques changements d'onde, de réaliser des communications continues pendant la journée entière.

Et si maintenant on se place au point de vue purement scientifique, l'ensemble de ce que l'on sait déjà sur la propagation, sur les différences tranchées qui existent entre certaines ondes, est un présage que d'importantes découvertes scientifiques sortiront de l'analyse complète des faits observés. Nous avons dans les ondes courtes un excellent moyen, le seul

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

peut-être, d'explorer la haute atmosphère; après nous avoir permis de la comprendre, il nous donnera sûrement la clef de ses mystérieuses variations qui font de la météorologie une science aujourd'hui si confuse.

SERVICES ET RÉSEAUX RADIOTÉLÉGRAPHIQUES.

Services maritimes. — C'est assurément la marine qui a le plus profité des progrès de la radiotélégraphie. Voici seulement trente ans, un navire, à dix milles des côtes, était généralement isolé du reste du monde; grâce à la T. S. F., il reste aujourd'hui en contact avec la terre ferme en presque tous les points des océans, et il en tire des avantages inestimables, tant en ce qui concerne sa sécurité que pour le développement de son activité commerciale.

Les navires, ayant été les premiers à utiliser les ondes hertziennes, ont été équipés en ondes amorties et les frais importants que nécessiterait le remplacement des anciens appareils empêcheront encore pendant assez longtemps l'emploi courant des ondes entretenues dans les services à la mer. Il faut dire en outre que la moindre discrétion des ondes amorties est souvent un avantage pour les marins; elle favorise la réception des signaux de détresse et elle permet des communications plus faciles avec des appareils moins délicats. La longueur d'onde la plus généralement employée est celle de 600 m dont la sélection s'est faite automatiquement en raison de la dimension moyenne des antennes que l'on peut établir sur les navires. Des ondes de 200, 300 et 450 m sont cependant en usage sur les petits bateaux dont les dimensions sont insuffisantes pour permettre un rayonnement avantageux de l'onde de 600 m ou des ondes voisines; il faut en effet remarquer que l'usage des radiocommunications se répand très rapidement dans les milieux de pêche par exemple où elle rend de très grands services.

Des ondes entretenues sont néanmoins utilisées par les grands paquebots qui font avec le continent un trafic intense; c'est aussi le cas pour les navires de guerre. On utilise alors des ondes de 1.000 à 3.000 et même 5.000 m.

Services internationaux. — On conçoit sans peine que malgré l'existence des câbles, les communications par T. S. F. n'aient pas tardé à se développer dès que la technique a été suffisante pour permettre les communications de continent à continent. Si l'installation d'une station est coûteuse, les dépenses qu'elles nécessitent sont moindres que celles qu'occasionnent les câbles sous-marins. En outre, à côté des difficultés provenant des perturbations atmosphériques, il faut tenir compte de la facilité de communiquer avec un correspondant quelconque et de diffuser des communiqués dans toute la région où un poste est entendu; cette dernière considération est particulièrement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

importante dans certains cas, par exemple pour la diffusion des signaux horaires et des bulletins météorologiques.

Actuellement, il existe plus de 700 communications internationales sur des ondes comprises entre 2.000 et 22.000 m, plus de 90 sur des ondes supérieures à 8.000 m. Parmi les stations qui émettent ces grandes ondes, on en compte un grand nombre dont la puissance dépasse 100 kW et celles qui peuvent assurer leurs transmissions avec des puissances approchant de 1.000 kW ne sont plus rares. On connaît bien en France celles de Bordeaux et de Sainte-Assise.

Comme nous l'avons déjà remarqué incidemment, les ondes courtes, grâce à la merveilleuse facilité avec laquelle elles se propagent, commencent à contribuer à ces grands services internationaux ou intercontinentaux. Au moins pendant une partie de la journée, elles permettent d'effectuer du trafic commercial entre l'Europe et la plupart des régions du globe avec une puissance de l'ordre de 5 à 10 kW.

Services coloniaux. — La France est peut-être une des nations qui a le plus profité du développement de la radiotélégraphie. Possédant un domaine colonial très vaste et très disséminé, elle était mal desservie par les câbles dont un trop petit nombre lui appartenait. Nous ne pouvions atteindre l'Indochine, Madagascar, les Antilles et les îles du Pacifique que par l'intermédiaire de câbles étrangers; en outre, dans les colonies s'étendant sur de vastes territoires, les lignes télégraphiques sont souvent difficiles à installer, parfois impossibles à entretenir.

Aussi un grand effort a-t-il été fait qui a abouti aujourd'hui à l'établissement d'un réseau colonial répondant à tous nos besoins : Saïgon possède une station alimentée par deux alternateurs à HF de 500 kW, Tananarive est équipé de deux alternateurs de 150 kW, Bamako et Brazzaville ont chacun un poste comportant deux alternateurs de 100 kW. Ces stations permettent la liaison avec la métropole, mais elles donnent aussi le moyen de passer des télégrammes aux colonies isolées dans le Pacifique, pour lesquelles Saïgon sert de relais.

A côté de ces grandes stations, des stations côtières de 5 à 10 kW assurent les communications avec les navires et servent aussi à relier entre elles les colonies d'un même groupe. Des postes de puissance équivalente ou plus faible sont également employés en Algérie pour constituer un réseau complet.

Enfin, d'ici un à deux ans, la Nouvelle-Calédonie, Tahiti, les Antilles seront dotées de postes à ondes courtes de 25 à 5 kW qui les mettront en relations soit avec la métropole, soit avec une colonie voisine qui pourra

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

leur servir de relais. Depuis près de deux ans, une station de ce genre est établie à Djibouti et après de nombreux essais avec Paris, un service officiel commercial a été ouvert voici quelques mois.

Services aéronautique et météorologique. — Si la radiotélégraphie est une aide puissante pour la marine, elle est presque une nécessité pour l'aéronautique et la météorologie et l'on conçoit difficilement comment les lignes aériennes pourraient être maintenues si le concours de la T. S. F. venait à leur manquer.

Que l'on songe seulement au trafic considérable que nécessitent les services de la météorologie tant pour la collecte des renseignements que pour leur diffusion. Rien qu'en France, le total des mots transmis ou reçus par les postes météorologiques s'élève à 160.000 par jour et encore la plupart des messages doivent-ils être transmis et reçus dans l'heure qui suit l'instant où les observations ont été prises; parfois, pour les variations brusques des éléments météorologiques, un délai de 30 minutes ne doit pas être dépassé. La radiotélégraphie est seule capable d'assurer un semblable service en raison des facilités qu'elle offre pour la diffusion et pour l'installation de postes nombreux.

Une organisation très méthodique est indispensable; elle a été obtenue en ce qui concerne la France par la division du territoire en huit réseaux munis de stations de diverses puissances dont les services sont assurés par les ministères intéressés, les Postes et Télégraphes, la Guerre, la Marine et l'Aéronautique.

Les services de la Navigation aérienne ont aussi un réseau complet, comportant parfois des stations communes avec les précédents et qui s'étend jusqu'aux côtes de Tunisie et à Dakar.

Les ondes courtes commencent aussi à jouer un rôle important dans les services météorologiques. Grâce à l'initiative du général Delcambre et du capitaine Bureau, le *Jacques Cartier*, de la Compagnie générale transatlantique, a été équipé depuis octobre 1924 d'un poste à ondes courtes qui lui permet de transmettre régulièrement en France les nombreuses observations qu'il recueille sur l'Atlantique, tant de lui-même que par l'intermédiaire des autres navires qu'il interroge à l'aide de son poste normal de bord. Bientôt, il sera possible de dresser chaque jour les cartes météorologiques de l'Océan comme on dresse celle de l'Europe et l'importance de ces documents pour nos régions n'échappera pas si l'on se rappelle que tous les phénomènes météorologiques se déplacent précisément de l'ouest vers l'est.

Ce sont les ondes courtes qui permettront le développement de ces études,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

comme elles ont permis leur habile mise en train; car la puissance qu'il faudrait demander à des stations à ondes longues pour obtenir les portées nécessaires serait prohibitive.

RADIOGONIOMÉTRIE.

Principe. — On sait qu'on appelle cadre une grande bobine plate dont les plans des spires sont verticaux et qui peut tourner autour d'un axe vertical. Cette bobine est connectée aux bornes d'un condensateur qui forme avec elle un circuit oscillant que l'on accorde sur l'émission à recevoir. Voici comment on peut employer un tel système pour déterminer la direction d'une émission.

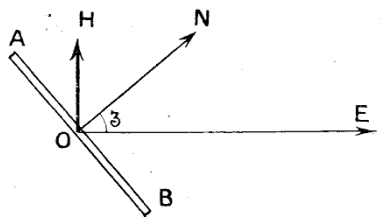


Fig. 2. — AB projection du cadre; — E, direction de l'émetteur.

Considérons un cadre projeté sur le sol en AB (fig. 2) et pouvant tourner autour du point O; soit E la direction de trace de l'antenne d'un émetteur éloigné. On montre qu'à une certaine distance, le champ magnétique rayonné par une antenne est horizontal et normal à la direction de cette dernière; il sera donc représenté par le vecteur H. Traçons la normale ON au plan du cadre et soit z l'angle qu'elle fait avec la direction de l'émetteur. En appelant S la surface du cadre (somme des surfaces de toutes les spires) le flux magnétique qui traverse le cadre dans sa position actuelle est $S\,H \sin z$; mais si ω est la pulsation de l'émission, H peut s'écrire :

$$H = H_0 \cos \omega t$$

et la force électromotrice induite dans le cadre (dérivée du flux changée de signe) est

$$e = S\,H_0\,\omega \sin z . \sin \omega t$$

dont l'amplitude est

$$E = S\,H_0\,\omega . \sin z = \frac{2\pi S}{\Lambda} c H_0 \sin z$$

c étant la vitesse de la lumière et Λ la longueur de l'onde.

Cette formule montre que E s'annule pour $z = 0$, ce que l'on reconnaît facilement par une simple inspection de la figure. On voit donc que l'on pourra découvrir la direction d'un émetteur en faisant tourner un cadre auquel on aura connecté un système d'écoute; il suffira de l'arrêter au moment où les signaux disparaîtront. Pratiquement, il y aura une zone d'extinction dont on prendra la direction médiane.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il est bon de remarquer qu'un cadre ne reçoit d'une onde qui passe qu'une très faible force électromotrice; pour bien se rendre compte de ce fait le mieux est de comparer le cadre à une antenne. La force électromotrice induite dans une antenne verticale de hauteur h est égale au flux coupé dans l'unité de temps; son amplitude est donc ici :

$$E' = h\, c\, H_0.$$

Comparant cette valeur de E′ à celle de E trouvée plus haut, ou mieux à son maximum qui correspond à $z = 90°$, on trouve que l'antenne qui recevrait la même force électromotrice que le cadre orienté au maximum de réception aurait une hauteur

$$h = \frac{2\pi S}{\Lambda}.$$

Cette valeur est très petite; elle est généralement voisine de 20 à 30 cm pour les cadres de 2 à 3 m de diamètre; elle descend à quelques centimètres seulement pour les cadres dont le diamètre est voisin de 1 m et que l'on emploie le plus souvent aujourd'hui pour la radiogoniométrie. On voit combien la réception sur cadre exige une forte amplification pour donner les mêmes résultats que ceux que l'on obtient sur une antenne.

On remarquera encore que le cadre laisse un doute relativement au sens dans lequel se trouve l'émetteur : la direction n'est déterminée qu'à 180° près. Mais il est possible de supprimer cette incertitude en couplant le cadre avec une antenne qui reçoit elle aussi l'émission; nous n'entrerons dans aucun détail à ce sujet, mais on conçoit facilement qu'en opposant les forces électromotrices produites par l'onde dans le cadre et l'antenne, on puisse arriver à éteindre le son perçu au récepteur lorsque le cadre est à son maximum de réception, avec son plan dirigé vers l'émetteur; il suffit pour cela d'établir entre les deux un couplage convenable. Ce résultat obtenu, si l'on fait tourner le cadre de 360° on n'obtiendra aucune nouvelle extinction; cela résulte immédiatement de ce que la force électromotrice qui y est induite varie, en signe et grandeur, comme sin z.

Ajoutons enfin que les propriétés directives du cadre sont aussi employées en dehors de la radiogoniométrie pour obtenir des réceptions plus sélectives dans des régions brouillées; elles permettent en particulier de se débarrasser d'une émission puissante pour recevoir un poste faible quand les deux émissions ne se trouvent pas dans la même direction. Cette propriété est utilisée pour réaliser du travail en duplex entre deux stations qui peuvent alors émettre et recevoir simultanément, en écartant la réception et l'émission de quelques kilomètres seulement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Radiogoniométrie à bord des navires et des aéronefs. — On a commencé par installer les radiogoniomètres à terre, le long des côtes; les navires appellent et passent un signal au moyen duquel on détermine leur azimut qui leur est ensuite communiqué par T. S. F. Mais il est beaucoup plus agréable et plus sûr pour un marin d'observer lui-même les éléments qui lui servent à faire le point; aussi a-t-on cherché de bonne heure à installer des radiogoniomètres sur les navires eux-mêmes. On a rencontré d'abord quelques difficultés provenant de l'encombrement des ponts par des superstructures de toutes sortes, superstructures qui donnent lieu à des diffractions des ondes, faussent les azimuts et rendent les observations malaisées. On a reconnu cependant que, moyennant quelques précautions relatives à l'emplacement des appareils, les déviations étaient parfaitement régulières, comme celles des compas magnétiques; il suffit dès lors de connaître la courbe des dévia-

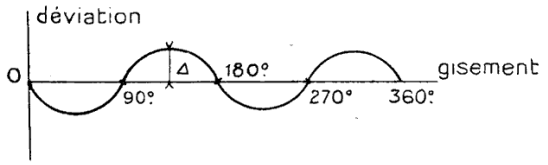


Fig. 3. — Courbe des déviations produites par le navire. Les gisements sont comptés depuis l'avant vers tribord de 0 à 360°.

tions pour corriger les gisements obtenus; cette courbe est quadrantale, ses zéros se trouvent dans l'axe du navire et par le travers (fig. 3). La déviation maxima Δ est de 3 ou 4 degrés sur les petits navires; elle peut atteindre une douzaine de degrés sur les grands; cette déviation dépend beaucoup de l'emplacement choisi. Nous avons eu l'occasion d'étudier cette question pendant la guerre sur des navires de toutes catégories et dès la fin de 1916, nous avions installé des radiogoniomètres sur plusieurs croiseurs et sur quelques cuirassés de l'armée navale.

L'origine des déviations quadrantales est restée quelque temps assez mystérieuse; en assimilant le navire à un cylindre, nous avons pu étudier d'une façon complète cette question, en partant des équations de Maxwell et montrer que les ondes étaient déviées par la coque elle-même. Les formules que nous avons établies ont présenté un accord satisfaisant avec les résultats de l'observation.

Les mêmes problèmes se sont posés pour les aéronefs; on a cherché également à installer à bord des appareils de relèvement. Mais les difficultés étaient plus grandes; la place manquait et surtout le brouillage produit par les magnétos des moteurs apportait un obstacle très grave à la réception sur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cadre. Aujourd'hui, on reçoit assurément sans aucune gêne sur les antennes d'avions, mais la réception sur cadre est singulièrement plus compliquée; alors que l'antenne traînante reçoit, de l'onde qui passe, une force électromotrice importante, le cadre n'en reçoit qu'une très faible, et, comme il est tout près de la source de brouillage que constituent les magnétos, le rapport du brouillage aux signaux est beaucoup plus fort pour lui que pour l'antenne. On est cependant parvenu à vaincre la plupart des difficultés et on pratique aujourd'hui la radiogoniométrie à bord des avions.

Ajoutons que ces derniers donnent lieu, comme les navires, à une déviation quadrantale dont il est facile de tenir compte.

Précision des observations. — Nous verrons dans un moment que dans certaines conditions de lieu et de moment, les ondes électromagnétiques sont fortement déviées et qu'il est alors impossible de déterminer un azimut avec quelque précision. En excluant ces cas heureusement assez rares, on peut compter que les relèvements s'obtiennent en général avec une approximation de 1 à 2 degrés; le nombre des erreurs égales ou supérieures à 3 degrés, est seulement de 4 ou 5 p. 100. Il s'agit là bien entendu des observations effectuées par des opérateurs exercés, avec des appareils bien établis et bien placés, soit à terre, soit sur un navire; les erreurs sur les avions peuvent atteindre des valeurs plus élevées; un écart de 3 à 4 degrés n'y est pas rare.

Déviations des ondes. — Les déviations peuvent provenir des circonstances locales d'installation des radiogoniomètres (cas des navires) ou du chemin qu'ont parcouru les ondes depuis l'émetteur.

On croirait *a priori* qu'un radiogoniomètre installé sur une hauteur est particulièrement bien placé en raison de son horizon dégagé. C'est une grave erreur; le meilleur emplacement est constitué par une plaine ou un plateau. Il est facile, avec un peu de réflexion, de comprendre pourquoi une colline donne lieu à des déviations. Celle-ci est en effet rencontrée par le champ de l'onde qui y induit des forces électromotrices, tout comme dans une antenne; la colline est donc le siège d'oscillations forcées qui produisent à leur tour un champ perturbateur; celui-ci agit sur le radiogoniomètre et fausse les relèvements. La figure 4 représente la courbe de déviations obtenue dans un cas très caractéristique. A la recherche d'un point favorable pour l'établissement d'une station radiogoniométrique sur la côte ouest de Corse, particulièrement accidentée, nous avions établi notre cadre sur la crête de la grande île des Sanguinaires près d'Ajaccio. Les déviations y atteignirent 15 degrés et, fait plus grave, elles varièrent de 15 degrés pour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une différence d'azimut de 25 degrés seulement. Comme la carte de la figure 5 l'indique, cette île est très allongée et la hauteur de sa crête ne varie pas beaucoup. Il est intéressant de rapprocher la courbe des déviations de

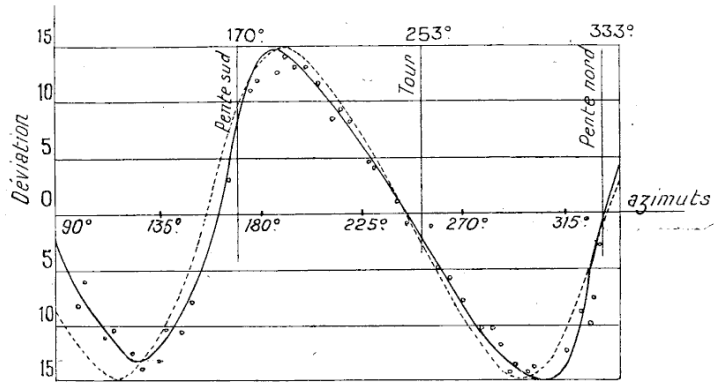


Fig. 4. — Courbe des déviations observées sur la crête de l'Ile des Sanguinaires.
La courbe en traits pleins passe au jugé au milieu des points représentant les déviations observées; la courbe pointillée voisine est déduite du calcul.

celle d'un navire dont la déviation maxima serait la même. Cette courbe, calculée par les formules dont nous parlons plus haut, est tracée en pointillé.

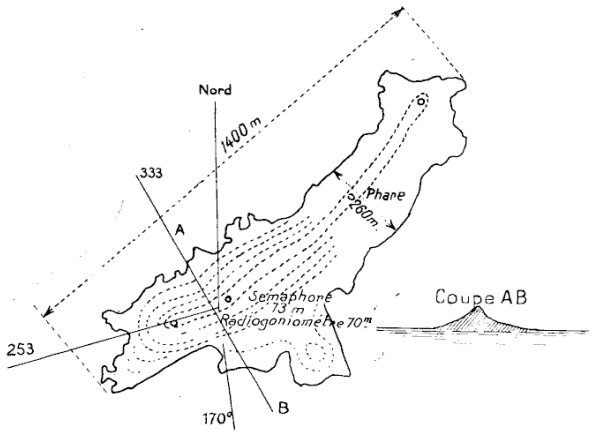


Fig. 5. — Carte de l'île principale des Sanguinaires (Corse).
La ligne tracée au 253 est la direction de l'arête de l'île; les lignes tracées au 333 et 170 sont les lignes de plus grande pente des deux versants.

La très grande similitude des deux courbes montre que les phénomènes ont les mêmes causes dans les deux cas.

On rencontre encore des déviations assez importantes dans les relèvements d'un navire observé de terre, quand la ligne joignant le navire à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'observateur fait un petit angle avec la direction générale de la côte, surtout quand cette dernière est rectiligne sur une grande étendue : l'azimut observé est toujours plus près de la normale à la côte que l'azimut vrai. Cet effet devient d'ailleurs insensible quand l'angle de la côte avec la direction du navire est supérieur à une vingtaine de degrés.

Enfin la présence de montagnes ou de vallées sur le chemin des ondes peut occasionner aussi des déviations, mais celles-ci ne sont importantes que si ces accidents de terrain sont relativement près de l'observateur ou, parfois, de l'émetteur.

Un phénomène beaucoup plus important, à tous points de vue, est

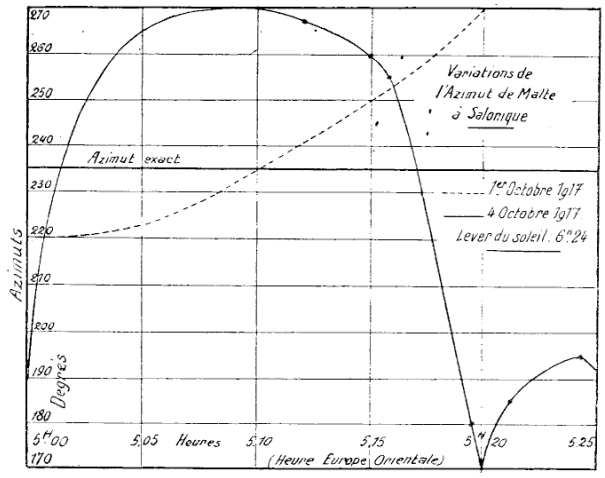


Fig. 6. — Variations rapides d'un azimut de nuit (Observations du Cap Brossier).

celui produit par la nuit. *Sur terre*, quand la nuit tombe, il devient en général impossible d'obtenir des azimuts exacts; le plus souvent les extinctions de son, que l'on obtient normalement en orientant convenablement les cadres, disparaissent et sont remplacées par des minima plus ou moins flous. Les écarts avec les directions vraies atteignent alors facilement 10 ou 15 degrés, mais ils peuvent devenir beaucoup plus importants et il n'est pas exceptionnel, surtout avec les ondes de plusieurs milliers de kilomètres, d'observer des déviations de 40 et 50 degrés. Ces déviations sont les plus fréquentes quelque temps après le coucher du soleil et parfois un peu avant le lever; il arrive qu'elles changent d'amplitude avec une très grande rapidité comme le montre la figure 6 qui correspond cependant à un cas assez exceptionnel.

Sur mer et pour les ondes de 600 à 1.000 m, employées pour la radio-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

goniométrie des navires, ces déviations de nuit n'existent pas ou du moins elles sont très rares et peu importantes. Il est impossible de fixer des limites à ce sujet, mais nous avons constaté que les ondes devaient parcourir au moins 30 à 40 km au-dessus de la terre pour être soumises aux effets de nuit. Ce sont là des circonstances heureuses, sans lesquelles la radiogoniométrie, si utile à la navigation, ne serait possible que de jour.

On a tendance à attribuer ces déviations à des ondes secondaires qui reviendraient au sol après réflexion sur la couche conductrice de la haute atmosphère dont nous avons déjà parlé. Cette explication nous paraît insuffisante en raison précisément des différences qui existent entre les observations des ondes ayant cheminé au-dessus de la mer et au-dessus de la terre; néanmoins des expériences récentes, effectuées en Angleterre, ont permis de supprimer toute erreur en utilisant des dispositifs qui mettaient le radiogoniomètre à l'abri des ondes venant d'en haut; la question demande à être encore étudiée.

Réseaux côtiers, phares hertziens. — Des réseaux radiogoniométriques ont été installés sur toutes les côtes et sont maintenant couramment utilisés. Actuellement, il existe surtout des radiogoniomètres chargés de relever les bâtiments qui les appellent et de leur passer leur azimut, mais on commence à installer aussi des radiophares, simples émetteurs envoyant des signaux déterminés à intervalles fixes et destinés à être relevés par les navires munis de cadres. Les radiogoniomètres côtiers prennent leurs observations sur les ondes de 450, 600 et 800 m, les radiophares émettent sur l'onde de 1.000 m.

Depuis deux ou trois ans, on fait de divers côtés des essais avec des ondes extrêmement courtes de 3 à 6 m qu'il est possible de diriger en faisceaux étroits au moyen de miroirs ou de réseaux. En faisant tourner ces faisceaux autour d'un axe vertical, on obtient l'analogue des phares lumineux tournants. En outre, un dispositif automatique émet d'une façon continue des signaux qui diffèrent suivant la direction dans laquelle se trouve le faisceau. Le navire qui écoute ces signaux peut donc déterminer son azimut par rapport au phare en notant celui d'entre eux qu'il a entendu le plus fortement.

TÉLÉMÉCANIQUE. TÉLÉPHOTOGRAPHIE.

Télémécanique. — La télémécanique existe depuis l'invention du télégraphe; cependant le problème résolu lors de cette invention diffère de ceux qui sont communément compris dans le vocable de télémécanique par deux points importants. Tout d'abord on cherche à produire au moyen des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

signaux transmis des efforts et des travaux incomparablement plus grands que ceux qui sont directement transmis et cela exige des relais sensibles et puissants; ensuite, il est nécessaire de pouvoir commander plusieurs manœuvres à volonté par des séries de signaux distincts; il est donc nécessaire que les appareils de réception sachent faire une sélection entre ces signaux, s'ils diffèrent dans leur nature; ou bien, si ceux-ci sont constitués par des groupements divers de signaux de même nature, le récepteur doit conserver pendant un certain temps le « souvenir » des signaux élémentaires reçus pour agir correctement après qu'un groupe entier de commande a été passé.

La condition des relais sensibles et puissants est facile à réaliser depuis l'invention et le développement considérable des tubes électroniques. Quant à la « mémoire » du récepteur, elle existe dans un certain nombre d'appareils télégraphiques : le Baudot et le télétype Carpentier, par exemple, reçoivent des groupes de signaux successifs dont ils attendent la fin pour exécuter la commande, impression d'une lettre ou d'un signe; l'appel automatique en téléphonie est basé sur un principe analogue. Dans les deux premiers cas, les signaux passés diffèrent entre eux par le nombre des signes élémentaires et la place qu'ils occupent dans un groupe de cinq signes; dans le troisième, les diverses commandes ne sont différenciées que par le nombre des signes passés, la mémoire du récepteur est alors obtenue au moyen de relais à action retardée qui lui permettent d'attendre le dernier signe avant de laisser s'accomplir l'effet des premiers. Ce système, dit « pas à pas », a reçu d'assez nombreuses applications en télémécanique.

Tout ce que nous venons de dire s'applique plus spécialement à la télémécanique par fils; la télémécanique sans fils impose une condition de plus et de la plus haute importance, c'est la protection contre les brouillages, brouillages atmosphériques ou industriels dans tous les cas, brouillages intentionnels par T. S. F. pour les applications militaires. Si par exemple, la télémécanique est employée à guider une torpille lancée contre un navire, ce dernier dès qu'il s'apercevra du danger essayera de se défendre en brouillant les signaux de commande Il faut considérer comme possibilité réalisable que ces signaux de brouillages soient précisément émis sur une onde très voisine de celle qui peut être reconnue dans les signaux de commande. On conçoit toute l'importance de la difficulté quand on réfléchit à la très faible quantité d'énergie captée par le récepteur pour les commandes; des recherches patientes ont cependant permis d'en venir à bout et tous les problèmes sont aujourd'hui résolus. Le détail de ces travaux est naturellement conservé secret; néanmoins les principes en sont connus et nous les rappellerons sommairement ici.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les méthodes les plus répandues de protection contre les brouillages sont basées sur les phénomènes de résonance électrique et mécanique. Il y a toujours résonance électrique du fait que les récepteurs sont évidemment accordés sur l'onde d'émission, mais il est possible de modifier cette onde de manière à accroître l'importance de la résonance. On peut, par exemple, la moduler à une ou plusieurs fréquences; si l'onde initiale a une fréquence de 1.000.000 de cycles/seconde, on peut faire une modulation à 50.000 c/s et moduler encore le résultat obtenu à 1.000 c/s. Le récepteur pourra donc comporter trois sélections successives par résonance; quant au brouilleur intentionnel, il lui sera pratiquement impossible de reproduire la combinaison ainsi réalisée. La protection sera encore plus parfaite si le poste de commande a la faculté de changer à volonté l'une quelconque ou l'ensemble des fréquences ci-dessus.

Un autre procédé, qui peut s'employer seul ou se superposer à ce dernier système, a pour base la résonance mécanique. Imaginons que l'émission de commande soit découpée en trains réguliers par un diapason disposé de telle sorte que l'émission ne se fausse que pendant une des alternances; c'est en somme une modulation par tout ou rien à la fréquence du diapason. Si à l'arrivée, on fait agir les courants excités dans l'antenne de réception sur un autre diapason de même période, celui-ci entrera en vibrations sous l'influence d'un signal reçu. On pourra alors établir un dispositif tel qu'une commande soit déclenchée quand l'amplitude aura atteint une valeur déterminée, et le diapason récepteur ne pourra être actionné par aucune émission qui ne sera pas modulée précisément à sa fréquence propre.

Il y a là une protection contre les brouillages, mais c'est en même temps un procédé de commande par signaux de natures différentes : il suffit en effet de disposer d'autant de couples de diapasons à fréquences distinctes que l'on désire passer de commandes. Des appareils basés sur ces méthodes ont été particulièrement étudiés et mis au point par MM. Brillouin, Guéritot et Manescau. Dès la fin de la guerre, entre 1917 et 1919, ils avaient atteint un degré suffisant de perfection pour que l'on pût par leur moyen, faire évoluer en toute sécurité une vedette et un avion. Dans les expériences qui ont eu lieu à Toulon et à Étampes, le pilote se trouvait à bord d'un avion qui suivait l'appareil commandé.

Le procédé Hammond, utilisé aux États-Unis, emploie les pas à pas, une protection relative étant assurée par un changement périodique de la longueur d'onde de l'émission.

Une méthode toute différence de protection a été récemment imaginée par M. David; elle est basée sur le fait suivant : quand un récepteur à lampe est soumis à une force électromotrice assez intense, il se sature, c'est-à-dire

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que le courant détecté que l'on peut recueillir à la sortie atteint une valeur qu'aucune autre action supplémentaire ne peut lui faire dépasser ; il est alors insensible aux brouillages. Dans le système David, le poste de commande émet continuellement, l'onde est entretenue dans les intervalles des signaux, elle est modulée pendant ces signaux eux-mêmes. D'après ce que nous venons de dire, le récepteur est alors complètement protégé dans les intervalles; pendant les signaux eux-mêmes, les perturbations peuvent agir car la protection cesse au moment des alternances négatives de la modulation, pendant lesquelles le récepteur n'est plus saturé, mais l'effet produit ne consiste qu'en un changement de la nature des signaux; si ceux-ci sont modulés à fréquence audible par exemple, la note devient impure, mais la différenciation entre signaux et intervalles ne cesse pas. Un récepteur qui convient particulièrement à ce procédé est le récepteur à superréaction.

Téléautographie. — La transmission par télégraphe de l'écriture et des images est entrée aujourd'hui dans la pratique; on sait la part importante prise par M. Belin dans la solution de cette question; ses appareils sont actuellement employés dans les services ouverts au public à Paris et dans quelques grandes villes françaises, et il vient de réaliser tout récemment, entre Vienne et Paris, des expériences radiotélégraphiques du plus haut intérêt. Nous indiquerons en quelques mots le principe de son système.

L'écriture ou le dessin à transmettre est écrit en relief sur une feuille de papier. A cet effet, on utilise une encre qui sèche lentement et après que les caractères ont été tracés, on saupoudre la feuille d'une poudre de gomme laque qui reste adhérente aux régions encrées. La feuille est ensuite passée sur une plaque chauffante qui provoque la fusion de la gomme laque; après solidification de cette dernière on obtient le relief désiré. La feuille est alors placée sur un cylindre animé d'un mouvement hélicoïdal parfaitement régulier; un stylet léger appuie sur le papier et est soulevé au passage des parties encrées, il ferme alors un circuit qui provoque l'émission d'un courant en télégraphie par fils ou d'une émission en radiotélégraphie.

A la réception, un cylindre identique au précédent tourne avec la même vitesse; il est recouvert d'une feuille de papier photographique sur laquelle un faisceau lumineux peut venir faire une impression au travers d'un diaphragme de faible ouverture. Ce faisceau, issu d'une source lumineuse fixe, est réfléchi par le miroir d'un oscillographe dont les enroulements sont traversés par le courant de la réception amplifié et détecté. Les variations de ce courant déplacent le faisceau et provoquent l'impression du papier photographique précisément aux moments où, à l'émission, le stylet est soulevé par les traits en saillie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il n'est pas inutile d'insister en passant sur les avantages que procure ce mode de transmission au point de vue du secret des communications et de la protection contre les perturbations atmosphériques. Un message écrit est transmis dans un ordre tout différent de celui de l'écriture; le stylet, à l'émission, parcourt successivement des lignes parallèles presque jointives, allant du haut en bas de la page. Dans ces conditions, les résultats de la réception sont absolument informes si le synchronisme n'est pas réalisé entre l'émission et la réception; ce caractère assure le secret des communications. La protection contre les perturbations provient de ce qu'une lettre est le résultat de l'enregistrement d'un grand nombre de points obtenus à des instants très écartés les uns des autres : il y a donc très peu de chances pour que des brouillages déforment un assez grand nombre de ces points pour rendre la lettre illisible.

Le procédé Korn de téléautographie diffère assez notablement du précédent. Les messages sont écrits sur zinc avec une encre isolante; le stylet qui balaie le cylindre métallique ferme un circuit qui est rompu au passage de l'encre. La réception s'obtient en masquant ou démasquant le diaphragme au moyen d'un petit écran porté par les cordes d'un galvanomètre d'Eithoven.

Téléphotographie. — La transmission des photographies par le procédé Belin est établie sur des principes analogues à la téléautographie. L'épreuve utilisée à l'émission est à reliefs variables comme les épreuves obtenues à la gélatine bichromatée (épreuves dites « au charbon »). Cette épreuve est transférée par les méthodes habituelles sur un cylindre de cuivre animé comme dans le cas précédent d'un mouvement hélicoïdal uniforme. Le stylet est remplacé par une pointe qui appuie sur la membrane d'un microphone; les variations de résistance de ce dernier interprètent les différents reliefs, c'est-à-dire les différentes tonalités du cliché original; on les utilise pour moduler l'émission.

A l'arrivée, les modulations de cette émission déplacent le miroir de l'oscillographe dont il a été question ci-dessus et voici comment elles sont traduites sur le papier sensible, encore enroulé sur un cylindre animé d'un mouvement identique à celui du cylindre d'émission. La source lumineuse S (fig. 7) donne, à travers un système de lentilles, une image placée exactement sur le miroir M de l'oscillographe. Le faisceau réfléchi est ensuite renvoyé sur une lentille qui fait converger la lumière en un point de la préparation sensible, à travers un petit diaphragme *d* dont le diamètre est précisément égal au pas du mouvement hélicoidal. Dans son dernier trajet, le faisceau traverse aussi un écran transparent E dégradé du noir au blanc. Le point A étant fixe, le point de convergence *d* l'est aussi; mais le faisceau ABC

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

oscille autour de A sous l'influence des mouvements du miroir et traverse des régions distinctes de l'écran suivant l'importance des courants excités dans le récepteur par l'émission; on modifie ainsi la quantité de lumière qui parvient sur le papier sensible et l'appareil reproduit des photographies en demi-teintes réelles.

La Radio Corporation of America emploie une méthode différente :

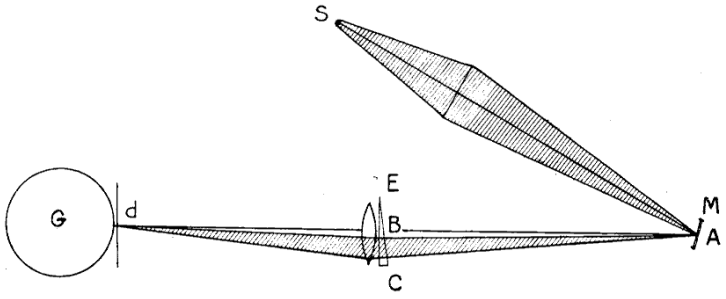


Fig. 7. — Réception téléphotographique : S source lumineuse fine; — M, miroir d'un oscillographe commandé par le courant de réception; — *d*, diaphragme; — G, cylindre tournant sur lequel est la préparation sensible; — E, écran à teintes dégradées.

l'image à transmettre est établie sur un film que l'on tend ensuite sur un cylindre transparent animé, comme dans la méthode précédente, d'un mouvement hélicoïdal. Un système optique approprié vient, par un jeu convenable de lentilles et de prismes, éclairer fortement un point A de l'image par l'intérieur du cylindre (fig. 8). La lumière issue de ce point est recueillie et

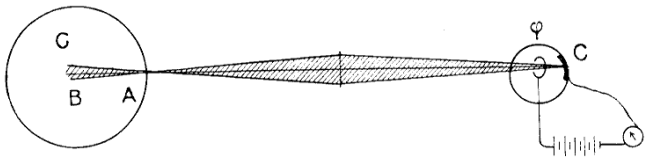


Fig. 8. — C, cylindre portant le film photographique; — BA faisceau éclairant le point A; — AC, faisceau concentré sur la cathode de l'ampoule photoélectrique φ.

concentrée sur la cathode C d'une ampoule photo-électrique φ. La lumière qui traverse le film dépend de la teinte de la photographie au point considéré; elle provoque donc dans l'ampoule des courants définis par ces teintes. On les amplifie et on les utilise pour moduler l'émission. A la réception, les courants amplifiés commandent un enregistreur photographique dont la préparation sensible est montée sur un cylindre identique à celui de l'émission. Ce procédé ne donne pas, comme le procédé Belin, la continuité des images qui, vues de près, apparaissent sous forme de stries.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE.

Les ondes électriques courtes (Conférences Rapport de documentation sur la physique), par René Mesny. Paris, 1926.

Usage des cadres et radiogoniométrie (Cours à l'École supérieure d'Électricité), par René Mesny. Paris, 1925.

Le réseau radiotélégraphique colonial français, par le commandant Metz (*Revue du Génie militaire*, déc. 1925, p. 467-514).

Les procédés téléautographiques Édouard Belin, Paris, 1926.

Expériences nouvelles sur la transmission des images à distance, par Edouard Belin (*Bulletin de la Société française des Électriciens*, n° 32, février 1924).

The transmission of pictures over telephone lines, par Ives, Horton, Parker et Clark (*Bell System Technical Journal*, avril 1925, p. 187-215).

Radiophonie et prévision du temps, par R. Bureau (*Radio-électricité*, 25 mai et 12 juin 1924).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BULL. DE LA SOC. D'ENCOUR. POUR L'INDUSTRIE NATIONALE. — JUIL.-AOUT-SEP. 1926.

LES APPLICATIONS PRATIQUES DE LA TÉLÉPHONIE SANS FIL.

DIFFUSION, POSTES FIXES ET POSTES MOBILES, NAVIRES, AVIONS, CHEMINS DE FER, TÉLÉPHONIE HERTZIENNE SUR FIL (1)

par

le commandant L. JULLIEN,

chef de l'Établissement central de la Radiotélégraphie militaire.

Le développement de la téléphonie, par courants de haute fréquence est lié aux progrès récents réalisés dans la technique radioélectrique.

En fait, bien que des essais effectués dès 1908 au moyen d'émetteurs à arc aient donné quelques résultats, on peut dire que l'apparition des lampes à 3 électrodes (1913-1914), en venant révéler de nouveaux procédés extrêmement sensibles de réception et un nouveau moyen particulièrement commode d'engendrer et de moduler des ondes entretenues, a déterminé l'essor actuel de la téléphonie sans fil.

En même temps, une simple adaptation des dispositifs établis a permis de faire entrer dans la pratique l'emploi des courants de haute fréquence pour les communications téléphoniques sur lignes, lignes téléphoniques ordinaires, ou lignes de transport d'énergie électrique.

Avant d'entrer dans le détail de ces diverses applications, je rappellerai brièvement les principes essentiels de la radiotéléphonie et les principaux procédés employés pour la mettre en œuvre.

I. — PRINCIPES DE LA TÉLÉPHONIE SANS FIL.

Le principe de la radiotéléphonie consiste à moduler suivant le rythme de vibrations sonores des ondes entretenues de haute fréquence produites par un émetteur de T. S. F.

On utilise pour cela un microphone qui, par ses variations de résistance électrique sous l'influence de l'onde sonore, agit sur l'amplitude des oscillations de haute fréquence.

(1) Communication faite en séance publique par l'auteur le 15 mai 1926.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A la réception, *après détection et sans emploi d'hétérodyne*, le courant moyen dans le téléphone suit les variations d'intensité des ondes électriques reçues et, par l'intermédiaire de la membrane vibrante, reproduit le son de l'émission.

Les courbes de la figure 1 indiquent les transformations successives de l'énergie modulée entre l'émission et la réception.

Le problème technique essentiel qui se pose en radiotéléphonie consiste à satisfaire aux conditions nécessaires pour que les sons rendus par le téléphone à la réception reproduisent avec fidélité les sons qui, par l'intermédiaire du microphone, ont modulé les ondes de l'émission.

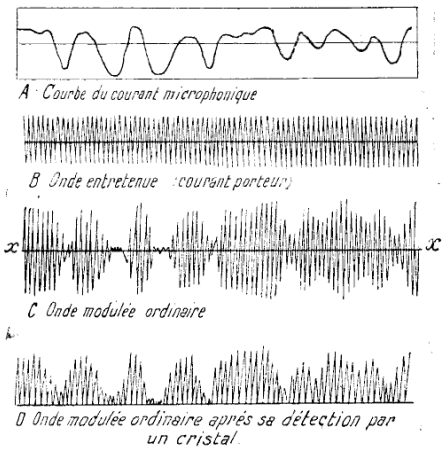


Fig. 1.

Comment est constituée l'onde modulée. — En fait, les sons auxquels on a à faire (parole ou musique) sont plus ou moins complexes et peuvent être considérés comme la résultante de sons élémentaires purs, à savoir un son fondamental de fréquence f et une série d'harmoniques de fréquence $2f$, $3f$, .. nf, parfois plus importants que le son fondamental.

Si l'on considère l'onde d'émission de haute fréquence F modulée par le son de fréquence f, on montre qu'elle résulte de la superposition de l'onde primitive de fréquence F, dite *onde porteuse*, et de deux ondes latérales de fréquence $F + f$ et $F - f$ (2).

Or chacun des harmoniques du son complexe donne aussi naissance à deux ondes latérales de fréquence $F + pf$ et $F - pf$ (p étant le rang de

(2) Soit $A \sin 2\pi Ft$, l'expression du courant de haute fréquence à moduler.

Sous l'action d'un son pur de fréquence f l'amplitude A, jusque-là constante, se met à varier de part et d'autre de A, suivant une loi sinusoïdale, de fréquence f, entre les valeurs $A + B$ et $A - B$. Elle est représentée par l'expression $A + B \sin 2\pi ft$ (fig. 2) et l'intensité instantanée H. F., dont l'amplitude se trouve ainsi modulée, est déterminée elle-même par l'expression $i = (A + B \sin \pi 2ft) \sin 2\pi Ft$ (fig. 3). Le rapport $\frac{B}{A}$ mesure la profondeur de la modulation. La modulation est complète pour $B = A$.

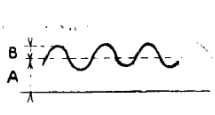


Fig. 2.

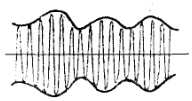


Fig. 3.

L'expression de i peut se mettre sous la forme

$$i = \underset{\text{Onde porteuse}}{A \sin 2\pi Ft} + \underset{\text{Onde latérale haute}}{\frac{B}{2} \cos 2\pi (F - f)t} - \underset{\text{Onde latérale basse}}{\frac{B}{2} \cos 2\pi (F + f)t}.$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'harmonique considéré), de sorte que l'onde modulée totale comprend outre l'onde porteuse de fréquence F, deux séries d'ondes latérales dont les fréquences s'étendent, pour la série supérieure, de $F + f$ à $F + nf$, et pour la série inférieure, de $F - f$ à $f - nf$.

Ces deux séries d'ondes latérales représentées avec leurs amplitudes respectives sur l'échelle des fréquences donnent deux figures symétriques par rapport à la fréquence F de l'onde porteuse (fig. 4).

Pour obtenir à la réception la reproduction exacte des sons complexes émis devant le microphone, il faut que les amplitudes relatives[3] des différents harmoniques soient fidèlement conservées, d'une part dans les ondes modulées de l'émission (c'est le fait des appareils d'émission) et d'autre part dans le courant détecté de réception qui agit sur le téléphone (c'est le fait des appareils de réception).

Fig. 4.

Causes de déformation. — Tout d'abord les appareils élémentaires qui constituent les postes d'émission et les postes de réception apportent des causes de déformation des sons. Les microphones, les amplificateurs, les transformateurs et les écouteurs téléphoniques — et particulièrement les récepteurs haut-parleurs — favorisent en général certains harmoniques de sons ou même introduisent des sons parasites.

En outre, nous trouvons dans le principe même de la réception, deux causes systématiques de déformation. L'une est due à la détection qui non seulement reconstitue par interférence entre l'onde porteuse et les différentes ondes latérales (de $F \pm f$ à $F \pm nf$) les sons élémentaires de la voix, mais encore fait apparaître, par interférence entre elles des deux séries d'ondes latérales ($F \pm pf$ d'une part et $F \pm qf$ d'autre part), toute une série d'harmoniques parasites, en particulier les harmoniques doubles de ces sons élémentaires.

Par exemple, si le son émis se décompose en une série de 13 harmoniques (y compris le son fondamental), le son reçu comprendra en outre les 13 harmoniques suivants, c'est-à-dire qu'il s'étendra jusqu'au 26e harmonique.

L'amplitude de ces harmoniques parasites est d'ailleurs d'autant plus grande que les ondes reçues sont modulées plus profondément.

(3) Les changements de phase de diverses fréquences composantes dus au passage des courants H. F. dans les appareils n'ont pas d'effet sur la pureté de l'audition car l'oreille n'est pas sensible aux différences de phase entre plusieurs sons simultanés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Aussi convient-il de ne pas moduler les oscillations de l'émission jusqu'à ce que leur intensité puisse devenir nulle pour certains sons.

Par une modulation trop profonde, on risquerait d'ailleurs, pour les sons les plus actifs sur le microphone (voyelles *a* et *o* de la parole) de produire des désamorçages temporaires des oscillations, ce qui rendrait l'audition inintelligible. En particulier, pour la radiodiffusion, où la pureté de l'émission a une importance essentielle, la modulation doit être peu profonde (1/3 ou 1/2 au maximum).

La seconde cause de déformation résulte de l'accord de l'antenne (ou du cadre) de réception sur la fréquence porteuse F. L'onde porteuse de fréquence F se trouve ainsi favorisée, tandis que les ondes latérales (de $F \pm f$ à $F \pm nf$) sont affaiblies d'autant plus qu'elles s'éloignent davantage de F, c'est-à-dire que les harmoniques de modulation correspondante sont de rang plus élevé.

Cet effet est d'autant plus sensible que l'accord du récepteur sur l'onde porteuse est plus aigu, c'est-à-dire que la réception est plus syntonisée.

Inconvénients des ondes longues. — Cette cause de déformation est à considérer surtout dans le cas des grandes longueurs d'onde pour lesquelles les fréquences des harmoniques les plus élevées de la parole et de la musique cessent d'être très petites vis-à-vis de la fréquence porteuse H. F. de l'émission.

Pour reproduire la parole d'une manière intelligible, on admet qu'il faut transmettre avec leurs rapports d'amplitude toutes les vibrations comprises entre 100 et 2.000 périodes. Mais pour conserver le timbre il faut aller bien au delà (800 ou 10.000 pour la consonne *s*).

Pour la musique instrumentale, les fréquences des harmoniques, dont la reproduction intégrale est nécessaire pour la conservation des timbres, s'étendent de 15 périodes jusqu'au delà de 20.000 périodes.

Donc, dans le cas de la parole, la bande de fréquences pratiquement utiles s'étend sur 4.000 périodes, comprises entre $F - 2.000$, et $F + 2.000$, F étant la fréquence de l'onde porteuse.

Pour une longueur d'onde de 100 m, soit $F = 3 \times 10^6$, le rapport $\frac{2.000}{F} = \frac{1}{1.500}$ est très petit, et la bande d'ondes à recevoir, comprise entre 99,925 m et 100,065 m, est aussi relativement très petite (13 cm pour 100 m [4].

(4) On a : Longueur d'onde $\lambda = V \times \frac{1}{F}$,

V étant la vitesse de la lumière. Les limites de la bande sont :

$\lambda_1 = 300.000.000 \text{ m} \times \frac{1}{3.002.000} = 99{,}935 \text{ m}$ et $\lambda_2 = 300.000.000 \text{ m} \times \frac{1}{2.998.000} = 100{,}065 \text{ m}$.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le rapport $\frac{2.000}{F}$ et la largeur de la bande d'ondes utile croissent très rapidement avec la longueur d'onde.

Pour l'onde de 400 m (onde moyenne de radiodiffusion, soit $F = 750.000$ et $\frac{2.000}{F} = \frac{1}{375}$) la bande d'ondes a pour limites 399 m et 401 m (2 m pour 400 m).

Pour 2.650 m (Tour Eiffel) elle est comprise entre 2.602 m et 2.698 m (68 m pour 2.650 m).

Pour 15.000 m (poste de Lyon) elle s'étend de 13.636 m à 16.660 m (3.024 m pour 15.000 m).

Donc, d'une manière générale et surtout pour les grandes ondes, il convient de ne pas employer de dispositifs de réception trop syntonisés (tels que les dispositifs à réaction), sinon les harmoniques de modulation de rang élevé seront étouffés ou très affaiblis et la parole et la musique seront très gravement déformées.

Cette condition exclut d'ailleurs la possibilité de mettre en œuvre pour la réception radiotéléphonique les systèmes antiparasites normalement employés pour le trafic radiotélégraphique et qui sont fondés sur l'emploi de résonances aiguës.

En outre, dans le cas des ondes longues, étant donné l'étendue des bandes d'ondes balayées par l'émission, il sera impossible d'éviter les brouillages entre émissions de longueur d'ondes, même assez éloignées. En particulier, la téléphonie sans fil par ondes longues gênerait considérablement la réception des émissions radiotélégraphiques.

Aussi, dans la plupart des applications et en particulier, dans la radiodiffusion, les ondes moyennes et courtes (au-dessous de 3.000 m) seront exclusivement employées. On peut réduire certains des inconvénients inhérents à l'emploi des ondes longues en accordant le récepteur sur la fréquence moyenne d'une des bandes. On diminue ainsi l'intensité de la réception, mais la gamme de fréquences à recevoir et par suite les déformations dues à l'accord de l'antenne sur une fréquence déterminée se trouvent réduites de moitié. En outre, il ne subsiste que les battements entre l'onde porteuse et la bande conservée lesquels suffisent pour reproduire les sons de l'émission et l'on y gagne même d'éliminer les harmoniques parasites qui résulteraient des battements entre les deux bandes de fréquence.

On obtient un résultat plus complet par l'emploi de filtres électriques qui ne laissent passer que les fréquences comprises à l'intérieur de la bande à conserver et arrêtent complètement toutes les autres (5).

(5) Ces filtres sont constitués par une chaîne de circuits à selfs et à condensateurs (fig. 5). Un filtre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En outre, l'emploi de filtres à l'émission permet de ne transmettre qu'une des bandes latérales et de rendre disponible pour d'autres émissions la gamme d'ondes correspondant à la bande supprimée.

Ce procédé intéresse surtout la téléphonie multiple H. F. sur lignes, où, comme nous le verrons plus loin, on est conduit à employer de grandes longueurs d'ondes et à réduire autant que possible la bande de fréquences correspondant à chaque communication.

La figure 7 donne la forme du courant modulé à une seule bande, avec onde porteuse, en partant du courant microphonique de la figure 1.

Émission modulée sans onde porteuse. — En regard des systèmes radiotéléphoniques ordinaires (à une ou deux bandes) où l'onde porteuse est conservée, un autre système très intéressant consiste à supprimer l'onde porteuse à l'émission. On réduit ainsi dans des proportions considérables (dans le rapport de 3 à 1, en se référant à *une onde complètement modulée*), pour un même effet à distance la dépense d'énergie à l'émission (6). Toutefois, il est nécessaire de rétablir la fréquence porteuse à la réception, sinon les signaux ne seraient entendus qu'à faible distance et complètement déformés (fig. 8).

On utilise pour cela un émetteur local (hétérodyne) réglé exactement sur la fréquence de l'onde porteuse virtuelle. Comme l'intensité du courant détecté et par suite la puissance de l'audition sont proportionnelles à l'amplitude de l'onde porteuse et que cette dernière fournie par un hétérodyne local peut être réglée à volonté, l'emploi d'un tel dispositif apparaît comme très avantageux.

est appelé *passe-bas*, *passe-haut* ou *passe-bande* suivant qu'il laisse passer toutes les fréquences inférieures à une fréquence donnée F, ou supérieures à cette fréquence, ou comprises entre deux fréquences F et F'. Les courbes de résonance données par les filtres ont l'allure indiquée par la figure 6

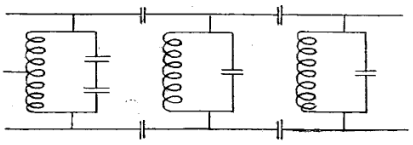


Fig. 5.

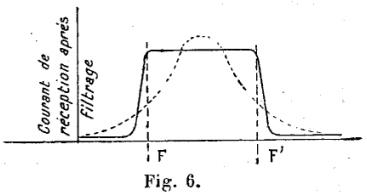


Fig. 6.

(traits pleins). On voit que dans toute l'étendue de la bande du filtre, l'amplitude du courant de réception est la même pour toutes les fréquences et qu'aucune fréquence n'est privilégiée, au contraire de ce qui se passe dans le cas des montages ordinaires radioélectriques (trait pointillé).

Un filtre bien établi conserve donc les rapports d'amplitude correspondant aux différents harmoniques, condition indispensable pour une reproduction fidèle des sons de l'émission.

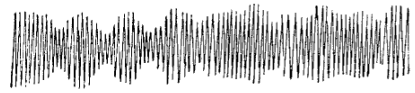
(6) Dans l'émission ordinaire, l'onde porteuse comprend au moins les 2/3 de l'énergie totale et les bandes latérales chacune 1/6 seulement. Outre le gain énorme d'énergie en modulation, il faut considérer qu'entre les mots aucune énergie n'est rayonnée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il est nécessaire que la fréquence de l'hétérodyne local soit identique à celle de l'onde porteuse virtuelle de l'émission.

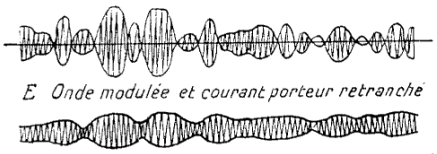
En général, outre l'onde porteuse, on supprime à l'émission une des bandes latérales et l'on ne transmet qu'une bande d'ondes. Dans ce cas, un décalage entre la fréquence de l'onde porteuse virtuelle d'émission et l'onde auxiliaire locale qui en tient lieu à la réception, ne diminue pas beaucoup la facilité de compréhension de la parole tant qu'il reste inférieur à 50 périodes. Mais aussi petit que soit ce décalage, il altère désagréablement la musique (7).

Le système sans onde porteuse n'est pas applicable à la radiodiffusion où la réception doit toujours pouvoir être effectuée avec les appareils les plus simples, mais il se prête parfaitement, comme nous le verrons plus loin, à



G Onde modulée avec courant porteur et une seule bande

Fig. 7.



E Onde modulée et courant porteur retranché

H Onde modulée sans courant porteur et avec une seule bande

Fig. 8.

la radiotéléphonie de correspondance entre points fixes et à la téléphonie H. F. sur fils.

II. — PRINCIPAUX PROCÉDÉS DE MODULATION.

Tout poste émetteur d'ondes entretenues, arc, alternateur H.F. ou générateur à lampes, peut être utilisé pour la radiotéléphonie.

Les premiers essais dignes d'intérêt ont été faits en France en 1908. (Collin et Jeance) au moyen d'émetteurs à arc, et il existe actuellement des postes radiotéléphoniques à arc qui donnent d'excellents résultats (Danemark).

Diverses tentatives ont été faites d'autre part avec des alternateurs H. F. mais on semble avoir, en général pour le moment, renoncé à ce procédé en raison de la difficulté de maintenir absolument invariable la longueur d'onde de l'émission.

En fait, les émetteurs à lampes sont à l'heure actuelle presque exclusivement employés pour la téléphonie. Quel que soit le type d'émetteur, on

(7) A la réception, tous les harmoniques de la parole ou de la musique se trouvent décalés d'un même nombre de périodes par seconde correspondant à la différence de fréquences de l'onde porteuse de l'émission et de l'onde auxiliaire locale.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

emploie soit des microphones du type téléphonique ordinaire, soit, particulièrement dans la radiotéléphonie de diffusion, des microphones spécialement étudiés, généralement peu sensibles, mais très fidèles.

Le microphone est intercalé dans le circuit de modulation, soit directement dans les postes de petite puissance, soit par l'intermédiaire d'un ou plusieurs étages d'amplification dans les postes de puissance notable.

Parmi les nombreux procédés de modulation utilisés, les uns consistent à absorber directement au rythme des ondes sonores, au moyen de circuits appropriés, l'énergie H. F. de l'antenne; ils sont applicables à tous les systèmes d'émission (arc, alternateurs ou tubes à vide).

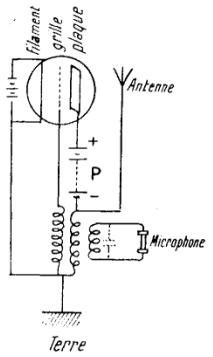


Fig. 9.

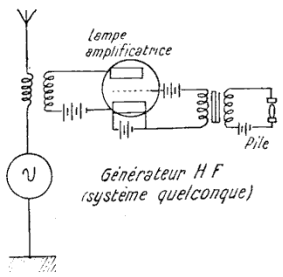


Fig. 10.

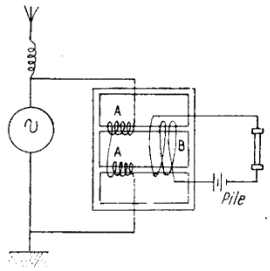


Fig. 11.

Les autres, particuliers aux postes à lampes, s'attaquent soit à la grille soit à la plaque des lampes, dont ils font varier, au gré de la modulation, le potentiel moyen.

En outre, un procédé particulièrement employé dans les postes de grande puissance consiste à moduler un oscillateur de faible puissance par une méthode quelconque, puis à amplifier, par des lampes, les oscillations modulées.

Nous indiquons ci-après les dispositifs principaux utilisés.

Modulation par absorption (*tous systèmes d'émission*). — L'énergie H. F. de l'antenne est plus ou moins absorbée par le circuit de modulation, suivant les variations de la résistance du microphone (fig. 9) ou de l'espace filament — plaque de la lampe amplificatrice (fig. 10) dont le potentiel de grille est modulé par le circuit microphonique, de sorte que l'amplitude des ondes rayonnées varie au rythme des ondes sonores.

Sous la forme schématisée par les figures 5 et 6, l'énergie de modulation est du même ordre de grandeur que l'énergie à moduler.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'emploi d'un appareil appelé *modulateur magnétique* (fig. 11) permet au contraire de moduler des postes de grande puissance avec une faible énergie. Le principe de cet appareil est le suivant :

Si l'on parle devant le microphone, le courant dans l'enroulement *B* varie au rythme de la parole. Lorsque ce courant est maximum, le fer est sursaturé et la self inductance des bobines AA n'est pas modifiée par les variations de champ dues au courant alternatif H. F. qui les parcourt. Elle est donc la même que si le fer n'existait pas et est minimum.

Lorsque le courant dans *B* est minimum, l'aimantation permanente du fer est très faible et la self inductance AA′ est maximum. Les variations de la self inductance AA′ entraînent des variations du courant d'antenne au rythme du courant microphonique.

Les deux enroulements AA′ sont en sens inverse, de sorte que l'action du courant H. F. qui les parcourt, sur l'enroulement *B*, soit pratiquement nulle.

Modulation par la grille (*postes à lampes*). — Dans un poste à lampes, le courant filament-plaque dont les variations règlent l'entretien des oscillations de l'antenne est régi à chaque instant par les valeurs de la tension de grille et de la tension de plaque.

On pourra donc, en faisant varier au rythme de vibrations sonores, soit la tension moyenne de grille, soit la tension moyenne de plaque, moduler une émission.

En ce qui concerne la modulation par la grille, il existe deux modes d'attaque en partant du microphone :

1° par l'intermédiaire d'un transformateur téléphonique. La tension modulatrice se superpose sur la grille à la tension H. F. d'entretien. La tension moyenne de grille varie au rythme de cette tension modulatrice et pour certaines conditions de réglage de la lampe émettrice, l'amplitude du courant H. F. de plaque et par suite celle du courant d'antenne suivent la modulation. Les figures 12 et 13 donnent les schémas respectifs d'un émetteur à grille excitée en H. F. par un petit oscillateur indépendant et d'un émetteur à autoexcitation H. F. de grille;

2° Par l'intermédiaire d'une résistance variable disposée en série ou en parallèle avec le circuit de grille.

Cette résistance peut être constituée soit par le microphone lui-même (fig. 14, montage série), soit par l'espace filament-plaque d'une lampe modulatrice (fig. 15, montage série).

Dans ce dernier montage, très fréquemment employé, les variations du potentiel de grille de la lampe modulatrice, au rythme du courant micro-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

phonique font varier la résistance de l'espace filament-plaque de cette lampe, intercalé dans le circuit de grille de l'oscillatrice. Il en résulte des variations

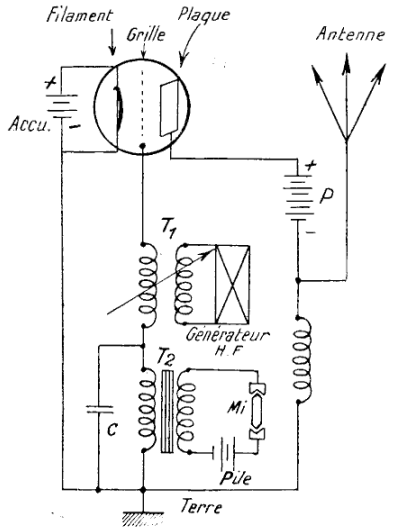


Fig. 12.

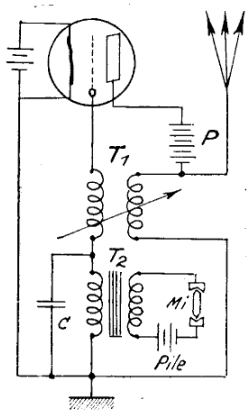


Fig. 13.

du courant et du potentiel moyen de grille de l'oscillatrice, qui commandent à leur tour des variations de courants H. F. de plaque et d'antenne. Le même

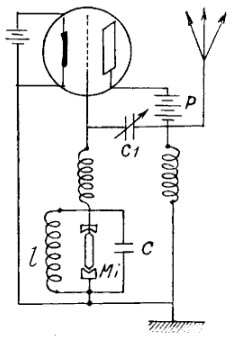


Fig. 14.—*l*, bobine de self empêchant la rupture du circuit de grille par le microphone. C, condensateur de passage du courant H. F. de grille. C', condensateur de couplage grille-plaque assurant l'entretien des oscillations.

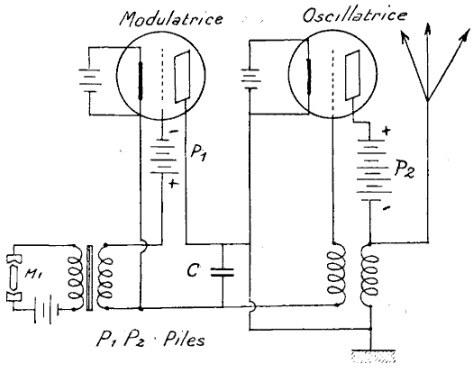


Fig. 15.

mode de modulation peut être employé avec un poste à excitation indépendante de grille (Tour Eiffel).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les procédés de modulation par la grille, mettant à profit les propriétés amplificatrices des lampes, permettent de moduler des postes puissants avec une énergie relativement faible. Toutefois, il est souvent difficile d'obtenir par ce procédé, surtout avec des postes à autoexcitation de grille, une modulation profonde et de bonne qualité.

Modulation par contrôle de plaque. — Les figures 16 et 17 donnent respectivement les schémas du procédé le plus simple, peu employé, et du procédé connu sous le nom de *système à courant constant ou par contrôle de plaque* et dont nous indiquons ci-après le principe.

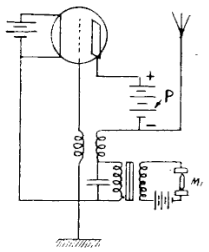


Fig. 16.

Lorsqu'on parle devant le microphone, le potentiel de grille, et, par suite la résistance de l'espace filament-plaque de la lampe modulatrice varient au rythme de la parole. Le courant de plaque de cette lampe se met aussi à varier et comme, par l'effet de la self L_1 arrêtant les courants de fréquence téléphonique, le courant total débité par la source à l'ensemble des deux lampes reste constant, le courant moyen de plaque de l'oscillatrice subit des variations en sens inverse.

La résistance de cette dernière lampe étant à peu près constante, la tension moyenne de plaque de la génératrice est ainsi modulée en phase avec le courant et il en résulte des variations du courant d'antenne qui suivent la modulation.

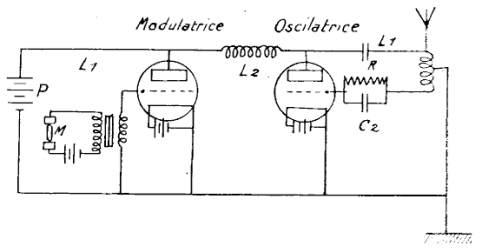


Fig. 17.

L_1, Bobine à grande inductance (à fer) arrêtant le courant à fréquence téléphonique. — L_2, Bobine arrêtant le courant H. F. — C_1, Condensateur empêchant le court-circuit de la source P. R. — C_2, résistance très grande, shuntée par condensateur, limitant le courant de grille.

La self L_2 empêche le courant H. F. de remonter vers la lampe modulatrice et vers la source.

Dans ce système, l'énergie de modulation doit être de l'ordre de grandeur de l'énergie à moduler. Comparée à celle qui est nécessaire pour une égale efficacité dans les systèmes de modulation par la grille, elle apparaît comme très réduite en fonction du taux d'amplification des lampes d'émission, compris suivant le type de lampes entre 10 et 30.

Ce système donne par ailleurs d'excellents résultats au point de vue de la qualité de la modulation et est employé dans la plupart des postes de radio-diffusion.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Modulation différentielle supprimant l'onde porteuse. — La figure 18 donne le schéma d'un modulateur différentiel utilisé dans le système d'émission radiotéléphonique *sans onde porteuse*.

Les grilles des deux lampes sont excitées, en phase à haute fréquence par un petit oscillateur indépendant, et en opposition à fréquence téléphonique.

Inversement dans la bobine L, couplée avec l'antenne (8), les composantes H. F. des courants de plaque des deux lampes sont en opposition pour la partie non modulée (fréquence porteuse) et en phase pour la partie modulée (fréquences latérales). L'effet de ces courants sur l'antenne est donc tel que la fréquence porteuse est éliminée et qu'il ne subsiste que les fréquences latérales.

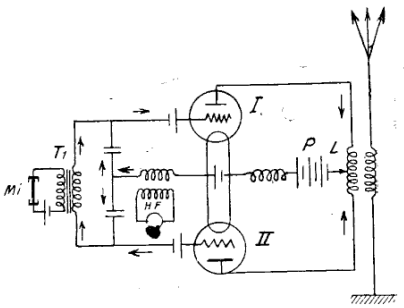


Fig. 18.

III. — LA RADIOTÉLÉPHONIE DE DIFFUSION.

Parmi les applications de la téléphonie sans fil, celle dont le rôle est actuellement le plus important est la radiotéléphonie de diffusion, ou de broadcasting, comme l'on dit dans les pays de langue anglaise.

Les premiers essais de radiodiffusion ont été faits en Europe par le poste de la Tour Eiffel, en 1921. La puissance mise en jeu, limitée d'abord à 600 W a été portée ensuite à 5 kW. La longueur d'onde utilisée est celle employée normalement par ce poste pour les émissions d'intérêt général, 2.650 m.

Peu après, la station de la Compagnie française de Radiophonie, établie à Levallois-Perret, commençait des émissions avec une puissance voisine de 2 kW sur une longueur d'onde de 1.750 m. Cette station a été ensuite transférée à Clichy-Levallois, et sa puissance portée à 10 kW (émissions Radio-Paris). Enfin, dans le but d'expérimenter l'emploi d'ondes plus courtes, l'École supérieure des Postes et des Télégraphes a créé en 1923 une station d'une puissance de 500 kW utilisant des ondes de 450 m. Depuis lors, quelques stations régionales ont été installées soit par l'Administration des P. T.T. soit par des compagnies privées.

(8) L'expression du courant H. F. de plaque sera pour chaque lampe, prise isolément :

lampe I $\quad i_1 = A \sin 2\pi Ft + B \sin 2\pi ft \sin 2\pi Ft$

lampe II $\quad i_2 = A \sin 2\pi Ft - B \sin 2\pi ft \sin 2\pi Ft.$

Les courants i_1 et i_2 sont donc en sens inverse dans la self L et l'action du modulateur sur l'antenne est déterminée par la différence de ces courants

$$i_1 - i_2 = 2B \sin 2\pi ft \sin 2\pi Ft.$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En même temps, à l'étranger, les stations de radiodiffusion se sont multipliées.

Conditions techniques générales. — Pour diverses raisons, déjà indiquées, on utilise en radiodiffusion des ondes relativement courtes. Les stations puissantes à grand rayon d'action sont réglées en général sur des ondes de l'ordre de 1.000 à 3.000 m au plus (Tour Eiffel 2.650; Radio-Paris 1.750; Daventry 1.600; Königswüsterhausen 1.300 m) et les stations d'intérêt purement régional sur des ondes de l'ordre de 200 à 1.000 m (Poste des P. T.T. 458 m; Poste du *Petit Parisien* 333 m; Londres 365 m; Lausanne 850 m, etc...)

D'autre part, l'émission de haute fréquence doit être pure c'est-à-dire autant que possible sans harmoniques. Sinon les harmoniques des stations à ondes longues viennent brouiller les émissions des stations à ondes courtes. Par exemple, l'harmonique 6 du poste de la Tour Eiffel $\frac{2.650}{6} = 441$ m est très voisin de l'onde d'émission du poste des P. T. T. 458 m.

Pour réaliser cette condition, l'antenne au lieu d'être intercalée directement dans les circuits générateurs d'oscillations, doit être montée en couplage lâche par induction avec ceux-ci.

Enfin, on applique en radiodiffusion le système ordinaire d'émission (avec onde porteuse et les deux bandes), de manière que la réception puisse être effectuée avec les récepteurs les plus simples (à galène ou à lampes *sans adjonction d'hétérodyne ou d'autodyne*). Le procédé par contrôle de plaque est de beaucoup le plus employé parce que le plus fidèle.

Appareils microphoniques. — Indépendamment des appareils oscillateurs et modulateurs, la valeur des émissions d'une station de radiodiffusion dépend essentiellement du microphone et des appareils d'amplification employés, ainsi que de l'organisation de la salle de transmission ou studio. Les microphones à grenaille de charbon, du type ordinaire, donnent presque toujours un souffle parasite dû à l'instabilité de la résistance de contact des granules de charbon. En outre, la membrane n'est pas apériodique et résonne aux environs de 1.000 périodes, ce qui entraîne un renforcement des harmoniques de cette fréquence et une déformation systématique de la modulation.

Aussi les microphones à charbon, qui sont encore couramment employés dans les stations de radiodiffusion, sont-ils construits d'une manière toute spéciale.

Un microphone construit par la Western Electric Co, en service dans les postes de la Tour Eiffel, des P. T. T., du *Petit Parisien*, etc... comporte deux capsules microphoniques, une de chaque côté de la membrane vibrante. Une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des faces, devant laquelle on parle, est plus sensible que l'autre. Dans ces conditions, la grenaille d'une capsule est comprimée tandis que le jeu se trouve augmenté dans l'autre (fig. 19).

Les déformations dues à la qualité du charbon sont ainsi éliminées par effet différentiel. En outre, la membrane vibrante M est très tendue de manière à ne résonner que vers 10.000 périodes, c'est-à-dire au delà des fréquences audibles.

Ce microphone est très fidèle, mais laisse subsister un souffle parasite parfois gênant.

On signale aussi un nouveau microphone à charbon en essai dans diverses

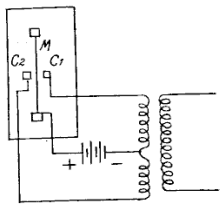


Fig. 19.

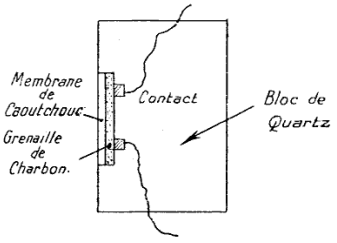


Fig. 20.

stations, microphone non différentiel (fig. 20), où la pastille est constituée par un mélange de poudres de charbon dont les grains sont de diamètres différents, adaptés aux diverses fréquences, les plus lourds aux fréquences basses, les plus légers aux fréquences élevées. Ce microphone serait très sensible et ne donnerait pas de bruit de fond.

Un autre type de microphone, dit électrodynamique, dont le principe est appliqué dans les haut parleurs, comporte une membrane très mince portant une bobine très légère placée dans le champ d'un électroaimant. Les déplacements de la membrane et de la bobine dans le champ magnétique sous l'influence des ondes sonores font naître dans cette bobine une force électromotrice d'induction qui suit la modulation (fig. 21).

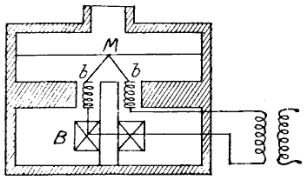


Fig. 21. — M, membrane vibrante; — *b*, bobine mobile; — B, électro-aimant à fer saturé.

Diverses dispositions permettent de rendre apériodique l'ensemble membrane-bobine.

Par exemple, la membrane est une membrane de papier sur laquelle est collée une bobine de fil d'aluminium enroulé en spirale plate. Cette bobine est placée verticalement à l'entrée du champ de l'électroaimant, et il n'est maintenu que par adhérence avec une masse de coton ouaté enduite de vaseline disposée à l'intérieur de l'électro.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ces microphones sont d'ailleurs peu sensibles et nécessitent l'emploi de très nombreux étages d'amplification (de 7 à 9).

Des essais ont aussi été effectués avec un microphone constitué par un condensateur dont une armature est fixe et l'autre peut se déformer sous l'influence des ondes sonores. Les variations de capacité résultant de ces déformations agissent par l'intermédiaire de lampes amplificatrices sur l'amplitude des ondes émises.

Ce type de microphone est très fidèle, mais il est très peu sensible et nécessite une amplification considérable, de sorte qu'on ne peut guère éviter l'action de courants parasites provenant de circuits voisins (transports et force de traction en commande). Aussi paraît-il à peu près abandonné.

Enfin, d'autres dispositifs compliqués ont été essayés. Citons par exemple : le *cathodophone* (fig. 22) utilisé en Allemagne. Cet appareil comprend une cathode K recouverte d'un oxyde alcalino-terreux portée à l'incandescence par le passage d'un courant, et une électrode à prise en son milieu et devant laquelle on parle. Les variations de pression correspondant aux vibrations sonores font varier le courant électronique produit par électrons émanant de la cathode incandescente et attirés par l'électrode positive *a*. Il en résulte une variation du courant dans le circuit *a* K S, qui suit la modulation. Cet appareil est peu sensible;

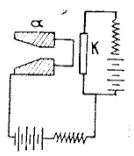


Fig. 22. — K, cathode incandescente; — *a*. Électrode métallique devant laquelle on parle.

le *photophone*, essayé en Angleterre et dont le principe est le suivant : une source lumineuse ponctuelle envoie, grâce à un premier système optique, son image sur un miroir plan solidaire d'une plaque vibrante qu'actionnent les ondes sonores; cette même image, grâce à un deuxième système optique symétrique du premier, est renvoyée sur des cellules photoélectriques modulatrices. Cet appareil donne paraît-il d'excellents résultats quand on transmet de la musique de piano, qui est particulièrement difficile à rendre en radiotéléphonie.

Salle de transmission. — La salle de transmission, ou studio, où sont installés les microphones et les instruments de musique, est en général éloignée de la salle d'émission, de manière à éviter les réactions des ondes modulées sur les circuits du microphone et des amplificateurs. Elle doit être spacieuse (9 m sur 5 m au minimum) et aménagée de manière à réduire autant que possible l'effet sur le microphone des réflexions sonores dues aux parois.

En effet, lorsqu'on émet un son devant un microphone, cet appareil est influencé d'abord par l'onde sonore directe, puis successivement par les ondes réfléchies sur les murs, le parquet, le plafond. Ces excitations parasites, très

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nuisibles à la qualité de l'émission, sont d'autant plus importantes que les sources sonores sont placées loin du microphone, comme il arrive dans le cas d'orchestres et de chœurs.

Aussi le plafond et les murs devront être tapissés d'étoffe non tendue, suspendue à 10 cm des parois. Il est bon même de remplir d'étoupe ou de coton, l'espace entre l'étoffe et la paroi. Le plancher sera recouvert d'un tapis assez épais pour étouffer complètement les pas. La porte sera doublée et capitonnée. En outre, la place du microphone (généralement suspendu à une potence élastique), celle du speaker (à environ 1 m face au microphone), la disposition des instruments de musique et des musiciens dans la salle, doivent-elles être soigneusement étudiées et réglementées.

Les amplificateurs doivent être installés dans une salle spéciale contiguë au studio et protégée contre les bruits afin d'éviter l'excitation des lampes amplificatrices.

Les mêmes précautions sont évidemment à observer lors d'installations dans les salles publiques où l'on tend de plus en plus à aller recueillir pour les diffuser, toutes sortes de manifestations d'intérêt général : concerts, représentations théâtrales, conférences, banquets, réunions sportives, services religieux, etc.... Dans chaque cas, le choix et la disposition des microphones ont été étudiés. Dans la transmission d'un opéra par exemple, on disposera le long de la rampe plusieurs microphones qui sont mis en action progressivement, soit seuls, soit simultanément, par un opérateur artiste connaissant la partition.

Dans cet ordre d'idées, il convient de signaler les essais effectués en 1924 et 1925 pour la retransmission radiotéléphonique des débats de la Société des Nations à Genève, par les stations d'état françaises, les stations anglaises et par les stations suisses de Cointras et de Genève.

De Genève, le courant microphonique amplifié était transmis par un circuit téléphonique aérien de près de 650 km de longueur jusqu'à l'École supérieure des P. T. T. d'où il actionnait d'une part directement le poste des P. T. T., et, d'autre part, indirectement, par des circuits téléphoniques, le poste de la Tour Eiffel et les postes régionaux des P. T. T. de Lyon, Marseille et Toulouse. Les ondes émises par la Tour Eiffel étaient captées par la station réceptrice de Hayes, près de Londres. Le courant, après détection, était envoyé à Londres d'où, après amplification, il était réparti entre les stations anglaises à moduler. Ces essais ont donné des résultats intéressants bien que les diverses causes de troubles rencontrées le long des lignes immenses utilisées (courants télégraphiques, Baudot en particulier, courants d'induction divers, etc...) n'aient pu toujours être éliminées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Organisation de la radiodiffusion. — Étant donné l'importance considérable déjà prise par la radiotéléphonie de diffusion et qui ne peut que croître dans l'avenir, la nécessité d'une organisation d'ensemble s'est imposée dans chaque pays. En général, quelles que fussent les conditions de cette organisation, variables d'un pays à l'autre suivant les tendances politiques de chacun, on a été conduit à constituer les réseaux de radiodiffusion par une ou deux stations puissantes dont l'action puisse s'étendre sur tout le pays et même au delà et un nombre important de stations régionales de moyenne puissance.

Aux États-Unis, où les premiers essais commencèrent dès 1920, le réseau comprend 197 stations dont 32 de 1,25 kW; 25 de 5 kW et 2 de puissance supérieure (jusqu'à 50 kW). Il s'est constitué librement sous le vague contrôle de l'État. Mais il est arrivé que de nombreux postes travaillant avec une même longueur d'onde dans des régions voisines, l'écoute est devenue impossible. Aussi la nécessité d'une discipline technique s'est fait sentir et la situation s'est améliorée, par l'initiative même des groupes intéressés. La gamme de longueur d'onde attribuée à la radiodiffusion s'étend de 200 m à 545 m.

Les stations en service sont exploitées à leurs frais par des constructeurs d'appareils, des magasins, des maisons de commerce, d'édition, etc.

En Angleterre, l'autorisation de « broadcasting » a été réservée, sous le contrôle de l'État, à une compagnie, la *British Broadcasting Company*, formée par le groupement de 5 ou 6 grosses firmes de construction de matériel radioélectrique.

Le réseau de broadcasting comprend une grande station de 25 kW (Daventry, dont la longueur d'onde est de 1.600 m) et des stations régionales de 1,5 kW (Londres, Glasgow, Cardiff, Manchester, Aberdeen, Birmingham, Newcastle, Plymouth) dont les longueurs d'ondes sont réparties entre 350 et 425 m. Les autorisations de réception sont accordées moyennant 10 shillings dont une part est attribuée par l'État à la Broadcasting Company pour ses frais d'exploitation.

En Allemagne, la radiodiffusion est organisée par l'État avec le concours de groupements privés qui assurent l'exploitation des stations.

En France, l'Administration des P.T.T. a commencé la création d'un réseau de diffusion dont elle construit elle-même et exploite les stations. Ce réseau, auquel se rattache la station militaire de la Tour Eiffel, comprend à Paris la station de la rue de Grenelle dont la puissance doit être portée de 500 W à 10 kW et, dans les régions, les stations de Lyon, Marseille, Toulouse, déjà existantes et une douzaine de stations en projet à Bordeaux, Lille, Angers, Strasbourg, etc., la puissance de ces stations étant d'environ 1 kW.

A côté de ce réseau officiel, quelques stations privées ont été installées

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et fonctionnent sans statut défini : la station de Clichy (Radio-Paris), la station du *Petit Parisien*, à Paris, la station Radio LL et quelques stations régionales exploitées par des radio-clubs.

IV. — COMMUNICATIONS RADIOTÉLÉPHONIQUES ENTRE POINTS FIXES.

Si la radiotéléphonie se prête merveilleusement à la diffusion, au contraire son emploi pour l'échange de communications entre deux points n'a pu être envisagé jusqu'ici que d'une manière très limitée.

D'une part en effet, l'écoute d'émissions radiotéléphoniques, aussi perfectionnés que soient les récepteurs employés, est exposée à de nombreux brouillages tant par des émissions étrangères que par les perturbations électriques naturelles, lesquelles venant hacher la parole, la rendent incompréhensible.

D'autre part, le nombre de communications simultanées susceptibles de fonctionner en radiotéléphonie dans une même région, est beaucoup plus réduit qu'en radiotélégraphie, car la gamme de longueurs d'ondes balayée par l'émission est beaucoup plus étendue.

Cet inconvénient diminue beaucoup avec l'emploi des ondes courtes, mais on ne s'est guère engagé très loin jusqu'ici dans cette voie, en raison de certains phénomènes de propagation qui viennent affecter la stabilité de réception des ondes courtes et sont particulièrement sensibles lorsqu'il s'agit d'ondes modulées par la parole.

En outre, les portées atteintes au moyen d'un poste d'émission déterminé, sont beaucoup plus faibles en radiotéléphonie qu'en radiotélégraphie, puisque cette dernière utilise l'amplitude totale des ondes et que l'emploi de l'hétérodyne apporte à la réception un supplément considérable d'énergie, tandis qu'en radiotéléphonie les ondes sont incomplètement modulées, tout au moins pour certaines syllabes et que, sous peine de déformer complètement la parole, il ne doit pas être fait usage d'hétérodyne.

Enfin, dans une conversation téléphonique, l'échange de pensées entre deux personnes n'est commode et rapide que si chacune d'elles peut à tout moment interrompre l'autre. Il a donc été nécessaire d'étudier des dispositifs permettant d'émettre et de recevoir simultanément (duplex) comme en téléphonie ordinaire.

Le procédé le plus simple et le plus sûr, consiste à utiliser pour l'émission et la réception, deux longueurs d'onde et deux antennes différentes, l'antenne de réception étant disposée de manière à ne pas être affectée par l'antenne d'émission. L'emploi, pour la réception, d'un cadre orienté per-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pendiculairement à la direction de l'émission conjuguée et placé à une distance assez grande, fournit une excellente solution. Il suffit, pour permettre l'exploitation, de relier par des fils enterrés les stations réceptrice et émettrice.

Pour le rattachement au réseau téléphonique général au moyen d'un circuit unique, on fait usage de dispositifs spéciaux comportant l'équilibrage des lignes par des lignes artificielles et qui font perdre à la réception la moitié de l'énergie reçue.

D'autres dispositifs plus compliqués, fondés sur l'emploi de ponts équilibrés de Wheatstone et de filtres, permettent de fonctionner en duplex avec la même antenne, sur deux ondes différentes, et même sur une même onde, à l'émission et à la réception.

En fait, l'emploi de la radiotéléphonie ne semble pas pouvoir être envisagé normalement pour les communications entre abonnés à l'intérieur d'un pays, dont l'amélioration doit être poursuivie par l'augmentation du nombre des circuits et la mise en application des procédés de téléphonie multiple H. F. sur fils. Il ne peut être justifié que là où il est difficile ou trop coûteux d'établir une communication par fils, par exemple, entre centres habités situés en haute montagne, entre de petites îles de la côte, etc.

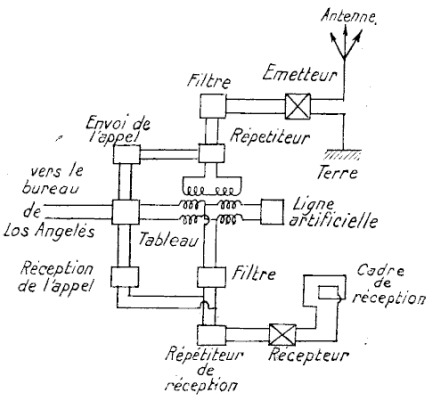


Fig. 23.

On peut signaler dans cet ordre d'idées une communication commerciale établie en 1920 entre Los Angeles en Californie et l'île Santa Catalina. Cette communication comprenait 40 km de ligne sur fils et 50 km de transmissions sans fil, et fonctionnait en duplex. A chaque extrémité du parcours sans fil, étaient disposés un poste à lampes émetteur de 100 W et un cadre récepteur situé à une trentaine de mètres de l'émetteur, de manière à ne pas être influencé par lui. Pour augmenter cette protection, des ondes différentes (400 m et 470 m) étaient utilisées dans un sens et dans l'autre.

La jonction avec les lignes terrestres était faite comme l'indique la figure 23 par des procédés identiques à ceux employés pour les transmissions haute fréquence sur lignes.

Elle comprenait les répétiteurs et les lignes artificielles utilisées en pareil cas, ainsi que des filtres ne laissant passer que les fréquences de la parole (jusqu'à 2.200 périodes). Les signaux d'appel étaient obtenus par des relais spéciaux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cette liaison a fonctionné quelque temps dans d'assez bonnes conditions, quoique avec quelques brouillages, puis a été remplacée par un câble sous-marin.

En France, l'Administration des P.T.T. a installé, avec le concours de la Télégraphie militaire et à titre d'essai, une liaison radiotéléphonique entre la France (Cros de Cagnes) et la Corse (Ajaccio) les appareils étant disposés de telle sorte qu'un abonné du réseau téléphonique d'Ajaccio puisse communiquer avec un abonné de Nice ou de Marseille.

Toutefois, la puissance du poste à lampes utilisé (800 W environ) n'est pas suffisante pour lutter contre les brouillages dus aux atmosphériques et aux émissions de bateaux, et l'installation d'appareils plus puissants est envisagée.

Enfin, signalons une communication radiotéléphonique établie au Danemark entre Copenhague (Lingby) et l'île de Bornholm (Hammeren), — distance 180 km — au moyen d'*émetteurs à arcs* de 6 kW modulés par des *modulateurs* magnétiques.

D'autre part, des essais très importants ont été entrepris en vue de l'établissement d'une communication radiotéléphonique duplex entre l'Angleterre (poste de Rugby) et les États-Unis (Rocky Point, Long Island).

Le système employé comporte la suppression de l'onde porteuse et la transmission d'une seule bande.

Le principe de ce système et les avantages qu'il comporte ont été indiqués plus haut. L'application en est compliquée par l'emploi de deux modulations successives, au bout desquelles on obtient à faible puissance (750 W) la bande de fréquences désirée, et suivies d'une amplification en trois étages jusqu'à la puissance de 150 kW. La voix module d'abord, au moyen d'un modulateur différentiel, un courant de haute fréquence, F = 33.500 périodes, fourni par un petit oscillateur séparé.

L'onde porteuse étant supprimée par le jeu même du modulateur et la bande supérieure étant éliminée par un filtre qui ne laisse passer que la bande inférieure de 30.500 à 33.200. On module ensuite avec cette bande inférieure (par un second modulateur différentiel) les oscillations d'un deuxième oscillateur de fréquence 89.200 (longueur d'onde 3.360 m). L'onde porteuse F′ se trouve elle-même supprimée. En outre, on élimine par un filtre la bande supérieure et il reste la bande utile, de 56.000 à 58.700, correspondant à la longueur d'onde moyenne de 5.300 m.

Si l'on avait modulé directement par la voix l'onde porteuse de 3.360 m les deux bandes auraient été très rapprochées ; un filtre très compliqué eût été nécessaire pour les séparer. Au contraire, avec le dispositif utilisé, la différence de fréquence entre les deux bandes est très grande et des filtres simples

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et bon marché suffisent pour les séparer. En outre, il se prête facilement à des changements de longueur d'onde à l'intérieur de la bande propre du filtre qui s'étend de 41.000 à 71.000.

En ce qui concerne l'amplification de la bande de fréquences ainsi obtenue, le dernier des trois étages comporte en parallèle 20 lampes de 10 kW à refroidissement par circulation d'eau, alimentées sous 10.000 V.

A la réception, on rétablit non le courant porteur de fréquence 89.200 supprimé au départ, mais le courant de fréquence $F - F' = 55.700$ (9) dont les battements avec les ondes élémentaires contenues dans la bande d'émission reconstituent après détection les sons à recevoir.

Les résultats obtenus ont été intéressants et des conversations ont pu être échangées, mais dans des conditions de sécurité insuffisantes pour qu'un service commercial puisse être ouvert au public.

V. — COMMUNICATIONS ENTRE POINTS FIXES PAR TÉLÉPHONIE DE HAUTE FRÉQUENCE SUR FILS.

La téléphonie par courant H. F. sur fils a fait, depuis quelques années, l'objet d'études très importantes et a déjà reçu d'intéressantes applications.

D'une part, sur les lignes téléphoniques, son emploi a permis de multiplier le nombre de conversations sur un même circuit.

D'autre part, appliqués aux lignes de transport d'énergie électrique, les courants H. F. ont fourni un moyen plus économique que la téléphonie sans fil par ondes libres, pour relier entre elles les stations génératrices et distributrices des réseaux haute tension.

Téléphonie multiple H. F. sur circuits téléphoniques. — Les dispositifs réalisés permettent de superposer, sur un circuit téléphonique, à une communication ordinaire jusqu'à 4 communications portées par courants H. F.

A chacune de ces communications correspondent un courant porteur H. F. d'une fréquence particulière et par conséquent un émetteur et un récepteur particuliers (10).

(9) Si f est la fréquence d'un harmonique quelconque du son émis, la modulation à la fréquence-f du courant de haute fréquence F donne les trois ondes de fréquence $F - f$, F et $F + f$. Les fréquences F et $F + f$ étant éliminées, on module à la fréquence restante $F - f$ un second courant de fréquence F', ce qui donne trois ondes de fréquences $F' - (F - f)$, F' et $F' + (F - f)$. Comme on ne laisse subsister à l'émission que la fréquence $F' - (F - f)$, il suffit d'établir à la réception un courant de fréquence $F' - F$ pour reconstituer par battements avec $F' - (F - f)$, après détection, la fréquence f du son à recevoir.

(10) Un autre système de téléphonie multiple H. F. consiste à moduler un courant porteur H. F. unique simultanément par plusieurs courants de fréquences inaudibles (de 5.000 à 20.000 par exemple). Chacun de ces courants est à son tour modulé par la parole.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En raison des affaiblissements énormes que subissent sur les circuits les courants de très haute fréquence (très petites longueurs d'onde) on a été amené à utiliser de préférence des ondes longues, comprises en général entre 3.000 et 30.000 m.

Or, nous avons vu que, dans ce cas, les deux bandes d'ondes latérales de modulation occupent une large étendue sur l'échelle des longueurs d'ondes.

Les procédés ordinaires d'émission et de réception radioélectriques peuvent encore être utilisés sans brouillages, s'il s'agit de deux communications H. F. au plus. Mais au delà de ce nombre, on est conduit à ne transmettre que l'une des bandes latérales de manière à réduire de moitié la gamme d'ondes balayée par une communication H. F. et à augmenter d'autant les gammes disponibles pour les autres communications.

En outre, les longueurs d'ondes des diverses communications étant obli-

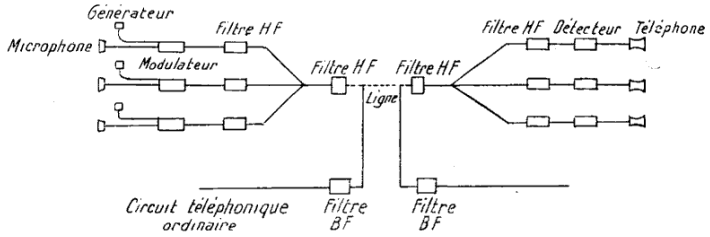


Fig. 24.

gatoirement rapprochées, il est nécessaire, pour les séparer efficacement et éviter les brouillages, de disposer à la sortie de chaque émetteur et à l'entrée de chaque récepteur, des filtres électriques qui ne laissent passer que la bande d'ondes utile.

La figure 24 donne pour un sens de communication le schéma de principe correspondant à la transmission sur une ligne de trois communications H. F. et une B. F.

Aux deux extrémités de la ligne sont disposés :

d'une part, des filtres de bande H. F. affectés chacun à une communication H. F. (par exemple bandes de fréquence 10.000 — 12.500, 15.000 — 17.500, 20.000 — 22.500), et,

d'autre part, des filtres H. F. (passe haut) pour fréquences supérieures à 3.000 et des filtres B. F. (passe bas) pour fréquences inférieures à 3.000 périodes, séparant l'ensemble des communications H. F. de la communication B. F.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Au point de vue de l'exploitation, les communications par courant H. F. doivent pouvoir se comporter comme des communications ordinaires. Elles desservent d'ailleurs les mêmes réseaux d'abonnés. L'équipement en duplex est donc obligatoire.

Pour cela, on emploie le dispositif d'équilibrage en pont de Wheatstone avec ligne artificielle, déjà rencontré plus haut.

En outre, dans le système envisagé jusqu'ici où le courant porteur est réellement envoyé sur la ligne en même temps qu'une bande latérale, on utilise pour plus de sécurité, des longueurs d'onde différentes dans les deux sens.

L'emploi du système de transmission sans onde porteuse permet d'utiliser la même longueur d'onde dans les deux sens. Il comporte un appareillage plus compliqué mais il permet de réduire notablement la dépense d'énergie à l'émission.

Pour éliminer l'onde porteuse à l'émission, on emploie le modulateur différentiel indiqué plus haut. On sait qu'il est indispensable, dans ce système, de rétablir à la réception le courant porteur avec exactement la même fréquence qu'à la réception. On utilise à cet effet le dispositif suivant par lequel ces deux fréquences identiques sont prises à la même source.

On place à une extrémité de la ligne un oscillateur à lampes qui produit une fréquence inaudible, 5.000 par exemple. Le courant ainsi produit est appliqué à une lampe, de façon à la surcharger et à produire des harmoniques.

Ce générateur d'harmoniques donne donc à la sortie une onde contenant des composantes qui sont des multiples de la fréquence d'entrée. Les différents harmoniques (10.000, 15.000, 20.000, etc.) sont triés par des filtres et envoyés à des circuits distincts où ils sont amplifiés et peuvent ensuite être utilisés comme courants porteurs pour des communications différentes.

En même temps, le courant à 5.000 périodes est amplifié et transmis par la ligne à l'autre extrémité. Là, ce courant est séparé par un filtre, puis après amplification, envoyé à un deuxième générateur d'harmoniques qui produit la même série de fréquences porteuses que le premier générateur à la station d'émission.

Ces harmoniques, régénérés, peuvent, non seulement servir pour la réception des transmissions provenant de la première station, mais peuvent aussi être utilisés avec des modulateurs différentiels qui transmettent dans le sens opposé. Les récepteurs de la première station reçoivent leur courant porteur du générateur d'harmoniques local. La figure 25

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

donne le schéma du dispositif à une extrémité de la ligne pour une communication.

En France, l'Administration des P. T. T. a fait des essais de téléphonie multiple H. F. sur circuits, mais aucune ligne ainsi équipée n'a encore été ouverte au service public. Des installations de ce genre ont reçu dans d'autres pays un certain développement.

Les réseaux ainsi équipés comportent entre les correspondants les plus éloignés, un certain nombre de stations de répéteurs où l'affaiblissement

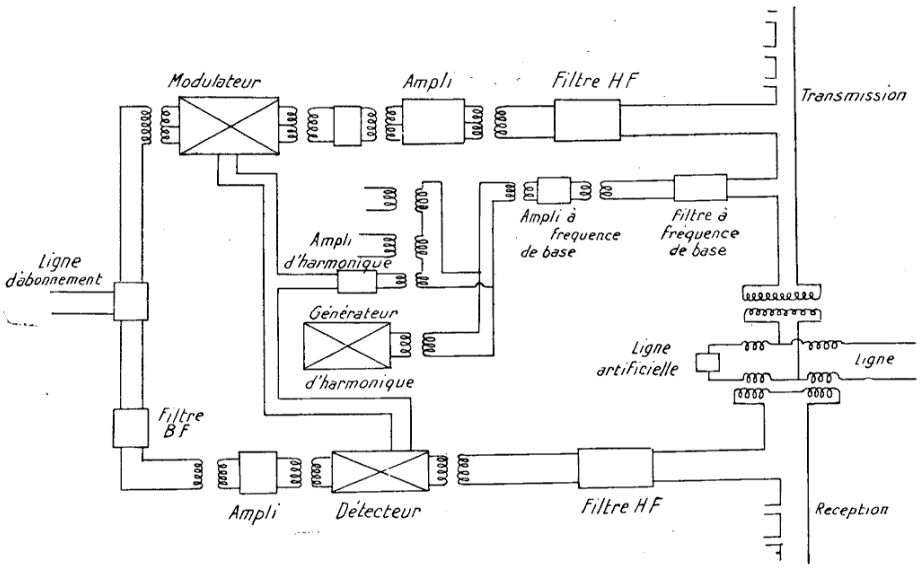


Fig. 25.

subi par les courants le long de la ligne est compensé par une amplification, (comme en téléphonie ordinaire sur fils pour les communications à longue distance).

Aux États-Unis, il existe deux réseaux équipés en haute fréquence; l'un avec système ordinaire à courant porteur, l'autre avec système sans courant porteur.

Nous citerons par exemple pour le premier système, le réseau d'Harrisburg Detroit (1.000 km environ) avec trois stations de répéteurs; le réseau est prolongé d'Harrisburg à New York par des circuits téléphoniques ordinaires.

Pour le second système, le réseau d'Harrisburg Chicago (1.194 km) avec 4 stations de répéteurs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Téléphonie H. F. sur lignes de transport de force. — Le principe d'une communication par téléphonie H. F. sur lignes de transport de force est le suivant. A l'émission un système générateur d'oscillations est couplé avec la ligne de transport. L'énergie H. F. collectée par cette ligne se propage avec un amortissement réduit (beaucoup plus réduit que dans l'espace) à la surface des conducteurs jusqu'à la station correspondante où elle actionne un système récepteur radioélectrique couplé avec la ligne.

De même que sur les circuits téléphoniques, il est possible de superposer sur un même réseau plusieurs communications différant par la longueur d'onde. Pour le couplage du système émetteur avec la ligne, l'emploi d'un transformateur avec ou sans fer, présente divers inconvénients (en particulier sécurité insuffisante) et a été abandonné.

Un couplage électrostatique a été reconnu nécessaire. Ce mode de cou-

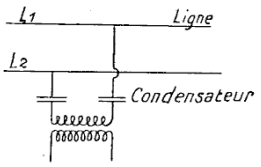


Fig. 26.

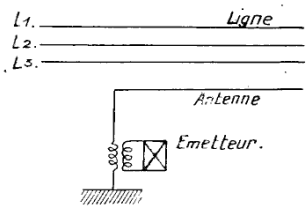


Fig. 27.

plage peut être réalisé au moyen, soit de condensateurs reliant l'émetteur à deux fils de phase (fig. 26), soit d'une antenne tendue parallèlement à la ligne de transport à une distance d'environ 1,50 m à 2 m.

Dans le premier procédé, on utilise quelquefois comme condensateur de couplage les isolateurs de ligne, eux-mêmes d'un type spécial à armature métallique. Ce procédé est d'un bon rendement en énergie, l'amortissement du circuit de liaison constitué par deux fils de ligne étant faible, mais il laisse à désirer au point de vue de la sécurité, car il est difficile de garantir le bon isolement de condensateurs prévus pour des tensions très élevées (jusqu'à 100.000 à 150.000 V). En outre, de tels condensateurs sont très coûteux.

Le procédé de couplage par antenne est au contraire très sûr et son rendement est satisfaisant, bien que nettement inférieur à celui du procédé par condensateur (fig. 27). La nécessité d'employer des ondes longues conduit à installer des antennes développées, le plus possible voisines du quart de la longueur d'onde.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les fréquences employées ne doivent être ni trop grandes ni trop faibles. Trop grandes (ondes trop courtes) elles entraînent un affaiblissement de propagation exagéré. Trop faibles (ondes trop grandes) elles nécessiteraient l'installation d'une antenne de longueur exagérée ou de condensateurs de très grande capacité d'un prix prohibitif.

Les fréquences convenables sont comprises entre 30.000 et 200.000 périodes et les longueurs d'ondes entre 1.000 et 6.000 m environ.

Bien que l'énergie suffisante à la réception soit très faible $\left(\frac{1}{10.000}\ \text{W}\right)$ les puissances d'émission nécessaires pour des communications sûres doivent

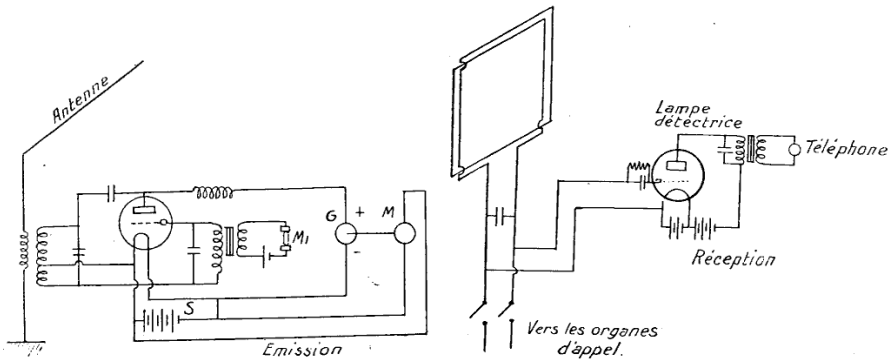


Fig. 28 et 29. — Mi, Microphone.
M, Moteur continu entraînant la génératrice G d'alimentation plaque.

être relativement grandes. Elles peuvent aller suivant les types d'appareils de 25 à 250 W alimentation.

Pour la réception, l'emploi des filtres électriques n'est nécessaire que pour de grandes longueurs d'ondes (au delà de 4.000 m par exemple).

Le récepteur est couplé sur la ligne, soit par condensateur, soit par antenne, soit par cadre.

La réception par cadre accordé est d'un rendement moindre (nécessité d'un plus grand nombre d'étages amplificateurs), mais elle est plus stable, mieux protégée contre les troubles électriques de toute nature et présente une sécurité absolue pour le personnel. Le grand côté du cadre est disposé parallèlement à la ligne. Ce système permet de travailler facilement en duplex car le cadre est très peu influencé par l'émetteur conjugué. Le fonctionnement en duplex, quoique non indispensable (aucune liaison n'existant avec un réseau téléphonique général d'abonnés) est cependant très utile.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On emploie pour l'émission et la réception deux ondes différentes que l'on sépare, soit au moyen de filtres, soit par un dispositif à pont de Wheatstone, soit en éloignant l'un de l'autre l'émetteur et le récepteur. Enfin, les installations doivent être complétées par un dispositif d'appel. Ce dispositif comporte en général une lampe à trois électrodes dont la grille excitée par le courant de réception commande une variation du courant filament-plaque qui produit la fermeture du circuit de la sonnerie d'appel.

Les figures 28 et 29 donnent le schéma de principe d'une installation duplex à fonctionnement automatique.

En période d'attente la réception est dirigée vers l'organe d'appel. En décrochant le combiné microphone-téléphone, l'opérateur allume automatiquement les lampes d'émission et de réception, supprime la liaison vers l'organe d'appel et met en route le groupe d'alimentation de plaque de la lampe d'émission.

Les interrupteurs correspondant à ces manœuvres sont indiqués individuellement sur le schéma.

Les appels doivent être effectués à un rythme convenu, de manière à être différenciés des appels intempestifs qui peuvent résulter du fonctionnement des disjoncteurs, sectionneurs, etc., sur les lignes.

En cas de branchements, de défectuosités sur la ligne H. T. ou de passage à travers un transformateur, la transmission de la parole n'est sujette à aucune perturbation grave. Elle n'est pas non plus sensiblement affaiblie par la rupture de lignes ou mise à la terre de la plupart des fils conducteurs.

Il ne se produit de pertes notables que dans le cas de plusieurs stations interposées. Toutefois, l'efficacité du système de communications par courant porteur sur les réseaux de distribution d'énergie est mise en défaut en cas d'accidents importants survenus sur les lignes. Cet inconvénient est grave et certains préconisent plutôt l'emploi de la radiotéléphonie à ondes libres malgré les défauts qu'il comporte (brouillage par les parasites atmosphériques, par les émissions étrangères, nécessité de postes puissants, etc...)

Quoi qu'il en soit, un certain nombre d'installations de téléphonie sans fil à courant porteur sur ligne haute tension sont déjà en service dans de nombreux pays, en particulier en France (Compagnie électrique du Nord, Mines de Nœux, Compagnie lorraine d'Électricité, Société de Transport, d'Énergie de l'Est, Chemins de Fer du Midi, Compagnie de la Loire et du Centre.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

VI. — COMMUNICATIONS RADIOTÉLÉPHONIQUES DE POSTES MOBILES.

La radiotéléphonie est employée concurremment avec la radiotélégraphie pour les communications de toutes catégories d'engins de transport, navires, aéronefs, automobiles, trains de chemins de fer.

Navires. — Les premiers essais de radiotéléphonie à bord des navires ont été effectués dès l'apparition des postes à lampes.

Signalons, à titre documentaire, un essai au cours duquel deux navires américains, l'un dans l'Atlantique, l'autre dans le Pacifique, purent communiquer en téléphonie, en utilisant pour relais sur le parcours continental des États-Unis un circuit téléphonique ordinaire.

Un certain nombre de grands paquebots (le *Paris*, la *France* par exemple de la Compagnie transatlantique) sont actuellement dotés de postes à lampes radiotélégraphiques et radiotéléphoniques.

La radiotéléphonie est utilisée, soit pour la navigation, soit pour le service des passagers. Les portées réalisées sur mer avec 2 km antenne peuvent atteindre plus de 3.000 km en télégraphie et de 1.000 à 1.500 km. en téléphonie.

Quelques chalutiers ont été équipés en téléphonie. L'emploi de la radiotéléphonie à bord de cette catégorie de bateaux présente l'intérêt de ne pas exiger la présence à bord d'un radiotélégraphiste connaissant les signaux Morse.

Des postes radiotéléphoniques en même temps que télégraphiques ont été installés, d'autre part, dans quelques grands ports auprès de sémaphores (Le Havre) pour communiquer avec les bâtiments.

Aéronefs. — L'emploi de la radiotéléphonie paraît particulièrement séduisant à bord des avions, surtout des avions de faible capacité, parce qu'il n'exige pas la présence à bord d'un opérateur spécialisé. Cet emploi n'a pas été généralisé jusqu'ici parce que, d'une part, il présente moins de sécurité que celui de la radiotélégraphie et que, d'autre part, à poids égal, le même appareil donne des portées à peu près deux fois moindres.

Pour les lignes de transports aériens, les deux solutions sont adoptées.

Les compagnies qui exploitent Paris-Londres emploient couramment la radiotéléphonie. Les avions sont munis de postes à lampes d'une puissance de 125 W, d'un poids moyen de 50 kg (récepteur compris) et dont la portée est d'environ 150 km en téléphonie — 300 ou 400 km en télégraphie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Au contraire, l'Aéronavale qui exploite la ligne Antibes-Ajaccio, emploie la radiotélégraphie avec un opérateur radiotélégraphiste pour être sûre du fonctionnement de la liaison.

Quant à l'Aéronautique militaire, l'emploi de la radiotéléphonie y doit prendre une grande importance car il est rare que l'on puisse envisager la présence d'un opérateur spécialisé à bord d'un avion de guerre. Toutefois, il est possible, étant donné les avantages de la radiotélégraphie, que son emploi soit maintenu pour la liaison de l'avion vers le sol, la radiotéléphonie étant réservée pour communiquer du sol vers l'avion.

Enfin, pour les communications entre avions opérant par groupes, la radiotélégraphie semble s'imposer.

Étant donné l'obligation de fonctionner pour cet usage avec des antennes fixes (au lieu d'antennes pendantes), l'emploi des ondes courtes (au-dessous de 100 m) est à rechercher, malgré des difficultés très sérieuses dues principalement à l'action sur les récepteurs des étincelles d'allumage des moteurs dont les fréquences d'oscillations sont très élevées.

Automobiles. — Le problème de l'équipement radio-électrique de voitures automobiles n'est pas nouveau puisque la plupart des postes militaires employés pendant la guerre étaient des postes sur voitures. Mais de grandes antennes étaient nécessaires pour les ondes longues alors employées, et la mise en fonctionnement d'un poste était loin d'être instantanée.

Le problème actuellement poursuivi et qui consiste dans la réalisation de postes montés sur voitures automobiles susceptibles de fonctionner, soit en marche, soit à l'arrêt, sans aucune manœuvre, n'a pu être résolu que grâce à l'emploi d'ondes courtes, mises en œuvre au moyen d'antennes très réduites établies à demeure sur les voitures.

Le service de police des grandes villes (Londres, Paris, etc...) dispose maintenant d'un certain nombre de voitures radiotéléphoniques qui permettent d'assurer une bonne liaison entre elles et avec un poste central, éventuellement avec des avions.

Les longueurs d'ondes utilisées sont de l'ordre de 200 à 400 m. Les antennes sont des antennes en nappe tendues au-dessus de la voiture et qui peuvent être rabattues pendant les déplacements.

Enfin, signalons d'autre part, des essais effectués à Paris, par la Société des Transports en Commun de la Région parisienne, en vue de la liaison téléphonique entre un poste central et les voitures chargées des recherches et réparations de dérangements le long des lignes de tramways électriques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ces essais ont donné, sur des longueurs d'ondes voisines de 100 m, avec 100 W environ, de bons résultats; mais la puissance doit être portée à 250 W pour permettre d'atteindre les points les plus éloignés du réseau de traction.

Chemins de fer. — La radiotéléphonie peut être utilisée sur les trains de chemin de fer, soit pour la réception seule, soit pour l'émission et la réception. Dans le premier cas, on ne cherche qu'à permettre aux voyageurs des trains de luxe, de recevoir les émissions de radiodiffusion. Dans le second cas, il s'agit d'un véritable service de correspondance.

Des essais de réception de radiodiffusion ont été effectués en France, sur un wagon-salon de la Compagnie d'Orléans. Il a été reconnu possible de recevoir dans de bonnes conditions les stations de la Tour Eiffel et de Radiola, jusqu'à 200 km de Paris, mais la Compagnie a dû surseoir à mettre en service des installations définitives jusqu'à ce que le réseau de radiodiffusion français fût assez développé pour les desservir en permanence, tout le long des plus grands parcours.

Il semble que la première organisation de cet ordre vienne d'être mise en service au Canada, sur la ligne de Québec à Vancouver.

Pour assurer une bonne réception en tout point de ce parcours de 4.000 milles, une chaîne de 10 stations de diffusion a été installée.

L'appareil de réception est installé dans le wagon-salon de lecture. Il peut alimenter soit un haut parleur, soit 12 ou 24 casques téléphoniques.

L'antenne est tendue au-dessus du wagon, en cadre fermé horizontal, de manière à éviter les effets directionnels, condition essentielle étant donné les nombreuses courbes de la voie.

La prise de terre est constituée par les tubes d'eau et de vapeur, le châssis en acier du wagon.

En ce qui concerne l'utilisation de la téléphonie H. F., pour un service de correspondance sur des trains en marche, elle est fondée sur l'application des propriétés directionnelles des fils de ligne établis le long de la voie.

Les procédés employés s'apparentent, dans ces conditions, aux procédés en usage pour la téléphonie H. F. sur les réseaux haute tension.

Il semble que les essais les plus sérieux de cette application aient été faits en Amérique et en Allemagne. En Allemagne, en particulier, un certain nombre d'installations ont été ouvertes au service public, le long de plusieurs grands parcours (Berlin-Hambourg, Berlin-Munich).

L'installation comporte le compartiment de l'opérateur où sont montés les appareils radioélectriques émetteurs et récepteurs et une petite cabine contiguë avec appareil téléphonique à l'usage des voyageurs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'antenne (nappe horizontale à 4 fils tendue le long du wagon) sert à la fois pour l'émission et la réception. Le fonctionnement est duplex.

Les ondes d'émission et de réception sont de longueurs différentes et sont séparées au moyen de filtres électriques.

On utilise pour la liaison une ligne spéciale, disposée sur les appuis des rames téléphoniques.

Des postes émetteurs et récepteurs sont installés aux deux extrémités du fil, ainsi qu'aux points de dérivation et de jonction avec d'autres lignes. Cette organisation assure paraît-il un trafic important et son extension à toutes les grandes lignes de chemins de fer allemandes est en cours de réalisation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'INDUSTRIE DE LA RADIOÉLECTRICITÉ, SON IMPORTANCE, SON ÉVOLUTION, SES BESOINS, SON AVENIR[1]

par

M. PAUL BRENOT,
directeur de la Compagnie générale de T. S. F., président du Syndicat professionnel des Industries radioélectriques.

L'industrie radioélectrique est une des industries les plus complexes qui soient.

Avant que la radiophonie n'ait commencé, il y a quelques années, à la rendre populaire, elle restait une des moins connues, une des moins comprises.

Et pourtant son rôle est essentiel, vital même, tant du point de vue économique que des points de vue politique ou militaire.

L'industrie radioélectrique est une industrie de fabrications et d'exploitations.

Si, dans ses usines, elle construit les appareils de T. S. F. les plus divers depuis le récepteur populaire accessible à toutes les bourses, jusqu'aux puissants alternateurs de haute fréquence valant jusqu'à plusieurs millions, elle installe aussi, et exploite, des stations assurant des communications de tous genres, qu'il s'agisse des courtes liaisons des chalutiers communiquant entre eux sur les bancs de pêche, des avions causant avec leurs ports d'attache, aussi bien que des grandes relations internationales, où des dizaines de milliers de mots sont échangés chaque jour à des milliers de kilomètres.

Et c'est dans ce domaine peut-être qu'apparaît le plus clairement l'intérêt capital d'une industrie, qui met à la disposition des peuples, non seulement des outils commerciaux de premier ordre, pratiques, sûrs, économiques, mais aussi de merveilleux moyens d'influence.

Enfin, née d'une science difficile et neuve, celle de la radioélectricité, dont elle applique les phénomènes les plus complexes, à toutes les échelles : mouvements électroniques, désagrégation des atomes, création des oscillations électriques, rayonnement, propagation des ondes hertziennes de toutes amplitudes, de toutes dimensions, depuis quelques centimètres

(1) Conférence faite par l'auteur en séance publique le 29 mai 1926.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

jusqu'à plus de 20 km, l'industrie radioélectrique reste une industrie de physiciens autant que d'ingénieurs, et son caractère scientifique rend plus ardue la route qu'elle doit parcourir, plus difficiles les luttes qu'elle doit soutenir.

Peu d'industries comptent une proportion aussi grande de savants, d'ingénieurs, de laboratoires, et ont un niveau technique aussi élevé.

Les premiers pas de l'industrie radioélectrique. — C'est en Angleterre, où

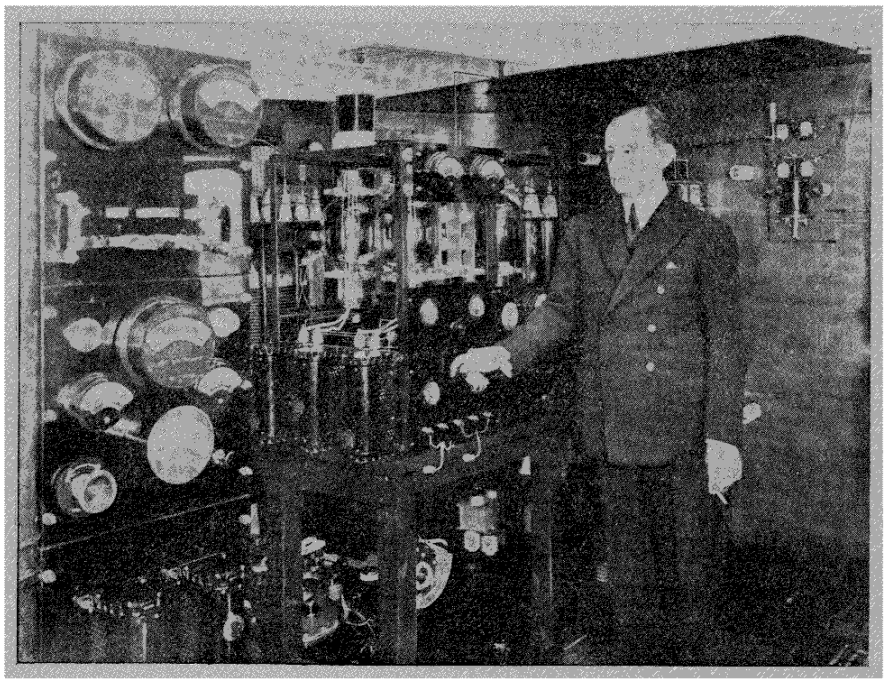


Fig. 1. — M. Marconi dans le laboratoire de son yacht *Electra*.

Marconi trouva les premiers moyens importants pour appliquer sa découverte, qu'est née l'industrie radioélectrique.

Quand il arriva dans ce pays, au début de 1896, et sollicita le premier brevet anglais de T. S. F., il n'avait pas de personnel. En juillet 1897, fut créée la « Wireless Telegraph and Signal Company », premier nom de la « Marconi's Wireless Telegraph Company Ltd ». M. Marconi n'avait qu'un auxiliaire, M. Kemp, resté depuis, chose remarquable, son collaborateur. Son organisation dispose maintenant de 6.500 personnes :

En 1899, se fonde une compagnie Marconi américaine; en 1900, une compagnie Marconi pour les applications de la T. S. F. à la marine; en 1901,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1902, 1903 des compagnies Marconi belge, canadienne, française; en 1906, 1908, 1910, des compagnies Marconi argentine, russe, espagnole.

La Grande-Bretagne avait tout de suite compris le rôle que la T. S. F. devait jouer dans le monde.

Maîtresse de la moitié des grands câbles sous-marins, elle se rendait compte que l'influence considérable, à elle ainsi assurée par le contrôle de la plupart des liaisons internationales à grande distance, était menacée par la nouvelle venue, et elle s'empressait de chercher les moyens de dominer les futures relations radioélectriques.

L'Allemagne entra peu après dans la même voie avec l' « Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft, et « Siemens », qui constituèrent le Groupe de la compagnie « Telefunken » (Gesellschaft für drahtlose Telegraphie), dont l'activité considérable se manifesta rapidement en Allemagne, en Afrique, en Asie, aux États-Unis, etc.

Gouvernement et industrie, dans ces pays, marchaient la main dans la main pour le développement de la puissance, de l'influence nationale.

C'était la politique de soutien. En France, l'industrie naissante ne connut pas même une politique d'abstention, mais une politique de brimades.

Et des démagogues s'appliquèrent à entraver niaisement le développement d'une industrie, dont nous serons amenés à remarquer pourtant qu'elle est un des meilleurs champions de l'influence française au dehors, qu'elle fait entrer chaque année dans notre pays d'importantes quantités d'or, et qu'enfin son rôle à l'intérieur est essentiellement éducatif et démocratique.

*
* *

Avant 1914. — Au début, la télégraphie sans fil compte seule. La téléphonie sans fil reste dans le domaine du laboratoire; les appareils dont on dispose ne permettent pas de la rendre pratique.

La télégraphie sans fil est tout d'abord appliquée surtout dans un domaine où elle n'a pas de concurrent possible, et où son rôle pour la sauvegarde de la vie humaine apparaît aussi grand que son rôle commercial, celui des communications des navires entre eux et avec les côtes.

On l'applique également de suite aux usages militaires. Elle est avant tout le mode de communication des « mobiles ».

Les dirigeables l'emploient. En 1910, le général Ferrié réalise en France leurs premières installations militaires. En 1910 et 1911, nous établissons les premières radio-communications des aéroplanes.

Les liaisons entre stations fixes se développent aussi d'ailleurs. Avant la guerre, une communication transatlantique fonctionne depuis plusieurs

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

années déjà entre l'Angleterre et le Canada; plusieurs communications entre l'Allemagne, les États-Unis, l'Afrique, sont en voie de réalisation.

Les premières installations de radiogoniomètres, c'est-à-dire de récepteurs établis pour trouver la direction d'un poste émetteur, sont effectuées.

Mais la télégraphie sans fil est restée dans les domaines des relations maritimes, aériennes, des liaisons internationales ou intérieures, des applications militaires. Son marché, qu'il s'agisse de ventes ou d'exploitations, est limité aux administrations civiles et militaires, aux grandes compagnies de navigation, aux grandes compagnies de T. S. F.

De 1914 à 1920. — Un peu avant la guerre sont toutefois apparus de nouveaux dispositifs qui vont accroître considérablement les débouchés de la T. S. F. et permettre d'industrialiser la téléphonie sans fil.

La guerre provoque une recrudescence de travail pour les applications militaires, et, quand elle se termine, les alternateurs de haute fréquence, d'une part, les appareils à lampes, d'autre part, sont au point, et vont transformer complètement les possibilités commerciales de la radioélectricité.

Les communications aux grandes distances deviennent réalisables dans des conditions bien meilleures que par les voies sous-marines.

Pour les petites distances, on dispose d'appareils simples, peu coûteux, à grande vitesse, à grand rendement.

Non seulement enfin la téléphonie sans fil est rendue industriellement applicable, mais elle va pouvoir devenir populaire.

Les industries allemande, anglaise, américaine, se sont considérablement développées. Elles ont des filiales et des concessions d'exploitation en de nombreux pays, des appuis financiers énormes. Radio Corporation of America, au capital de 20 millions de dollars d'actions de préférence, 25 millions de dollars d'actions ordinaires, est soutenue par General Electric C°, American Telegraph and Telephone, etc. Elle construit et exploite aux États-Unis et dans les possessions américaines plusieurs stations de grande puissance.

La Compagnie Marconi dispose d'un capital social de 3 millions de livres, de réserves de 4 millions de livres; elle a créé de nombreuses filiales, entre autres « The Marconi International Marine Communication » au capital de 1.500.000 livres, exploitant près de 3.000 postes de bord, et une douzaine d'autres compagnies au Canada, en Hollande, en Belgique, en Norvège, en Espagne, en Roumanie, en Chine, en Australie, au Brésil, en Argentine.

Disposant de grandes stations transatlantiques en Angleterre, au Canada, elle s'efforce d'en faire la tête de ligne de réseaux rayonnant à travers le monde. Elle a obtenu d'importantes concessions d'exploitation en plusieurs pays.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En Allemagne, Telefunken, avec l'aide de « l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft », de « Siemens », de la « Deutsche Bank », a commencé la réalisation de réseaux mondiaux, directement ou par l'intermédiaire de plusieurs filiales, en Argentine, aux États-Unis, en Asie, dans le Pacifique.

En France, aucune organisation semblable. Deux ou trois compagnies rivales dont les capitaux réunis atteignent à peine quelques millions de

Fig. 2. — L'industrie anglaise de T. S. F.
Une salle d'essais de récepteurs de la Compagnie Marconi.

francs; des techniciens de premier ordre; des systèmes excellents, l'avenir l'a prouvé depuis; des dirigeants actifs, intelligents.

Et néanmoins la stagnation, ou presque; en dépit de quelques succès, méritoires si l'on tient compte de la modestie des moyens mis en œuvre, on devait considérer que notre pays n'était alors susceptible d'obtenir, dans le domaine des communications par T. S. F. mondiales, qu'une infime influence.

La situation navrante, créée par notre lamentable pauvreté en voies sous-marines, allait s'accentuer encore, alors que l'invention de la T. S. F. nous avait apporté pourtant le moyen de reprendre, dans les communications internationales, le rôle que méritait notre pays, et qui est indispensable à son développement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

États-Unis, Grande-Bretagne, se partageaient 85 p. 100 des câbles. La part de la France était de 5 p. 100. Dans le total des recettes, nous étions plus misérables encore : 2 millions de dollars en 1920 sur 75 millions, soit 2,2 p. 100 environ, somme inférieure à celle que nous versions pour assurer notre trafic avec l'étranger.

Les deux tiers de notre trafic avec les États-Unis s'écoulaient par les

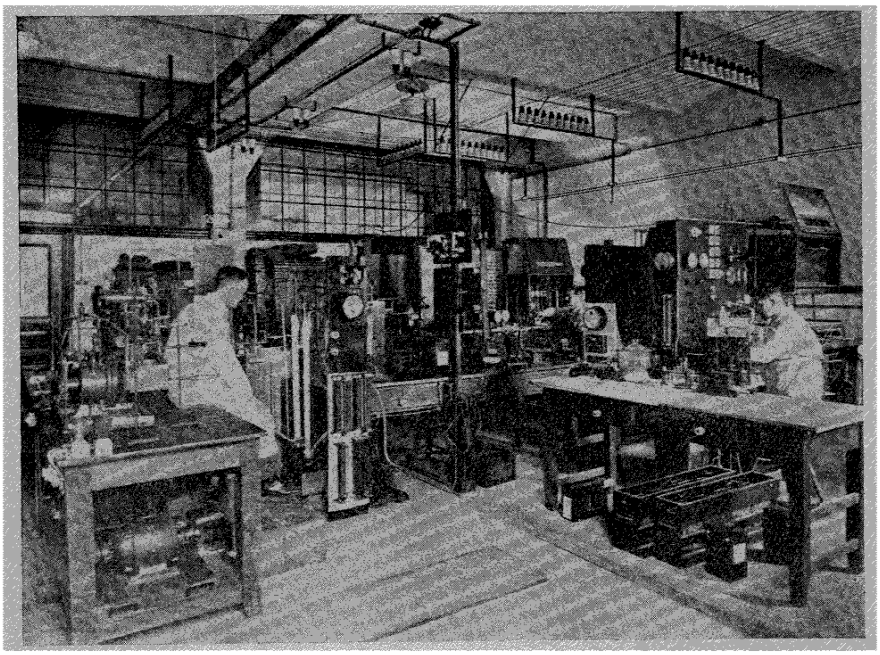


Fig. 3. — L'industrie allemande de T. S. F.
Laboratoire pour l'étude de filaments de lampes de T. S. F. (Telefunken).

câbles étrangers. Tout notre trafic avec l'Indochine, la Chine, le Japon, l'Amérique du Sud, empruntait les lignes étrangères. Chaque année plusieurs dizaines de millions de francs-or allaient aux compagnies étrangères.

*
* *

Le pourquoi d'un tel état de choses se trouve être dans la manière exclusive dont, contre tout bon sens, furent longtemps interprétées en France, les lois sur le monopole télégraphique de l'État.

Une industrie de communications ne peut prospérer, ne peut se développer, que sous un régime de liberté. L'action à l'étranger est délicate et difficile. Qu'il s'agisse d'une concession de construction, d'exploitation, les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chances d'aboutir sont faibles, ou nulles si, en face de concurrents qui disposent de stations correspondantes chez eux, qui apportent, non seulement du matériel, mais aussi une ou plusieurs communications, on ne peut proposer qu'une liaison éventuelle avec des postes d'État, et, si, à côté de l'affaire commerciale à conclure, doivent être poursuivies des négociations administratives, et mêmes diplomatiques.

Dans les grands pays, toutes les principales communications internationales sont confiées à des compagnies privées : États-Unis, Angleterre, Italie, Allemagne, Espagne, Yougo-Slavie, Brésil, Argentine, Chili, etc.

Les grandes compagnies étrangères, s'adressant à un pays désireux d'organiser des liaisons radiotélégraphiques, pouvaient lui dire : « Je construirai votre réseau, et il se reliera avec notre capitale, Londres, New York, Berlin, où j'exploite la T. S. F., où vous aurez ainsi un libre correspondant, en relation directe avec les autres nations importantes, travaillant avec des méthodes commerciales modernes, et avec qui vous pourrez contracter, discuter librement ».

Les compagnies françaises ripostaient : « Je construirai votre réseau, mais je n'exploite rien en Erance, par suite du monopole d'État, et je ne peux vous y donner de références. Nous demanderons au Gouvernement de vous accorder une communication avec une de ses stations, dans la mesure de ses disponibilités. C'est à l'État français que s'adresseront éventuellement vos demandes, vos réclamations. »

Le client n'hésitait évidemment jamais, s'il avait le souci de ses intérêts. Et les lois sur le monopole de l'État, interprétées abusivement par l'Administration comme s'opposant à ce qu'une autorisation d'exploitation fût donnée en France à une compagnie privée, étranglaient ainsi, à sa naissance, notre industrie radioélectrique, réduisaient à zéro le rôle de la France dans la politique internationale des communications, pour le plus grand dommage du pays.

Les stations de l'État même étaient inévitablement frappées du même coup. Pour faire du trafic, il faut être deux, et notre pays ne pouvait espérer récolter, en dehors de son trafic propre, que les résidus échappés à l'action commerciale soutenue dans le monde entier par les compagnies étrangères, malgré la carence obligatoire de l'industrie française.

Les compagnies de câbles étrangères faisaient atterrir leurs conducteurs sur notre sol, parfois subventionnées par l'État français. Les compagnies de T. S. F. françaises devaient « par ordre » les laisser faire.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Il fallait quelque courage, dans de semblables conditions, pour essayer de créer en France, une importante industrie de télégraphie sans fil, dont l'effort ne soit pas limité aux fournitures d'appareils pour les navires ou les usages militaires.

Convaincus de l'avenir des radiocommunications, soutenus par une élite, persuadés que devant l'évidence des faits, les Pouvoirs publics seraient contraints d'abandonner leur conception absurde du monopole, des hommes audacieux osèrent néanmoins courir le risque.

Rachetant les principales compagnies françaises de T. S. F., éliminant le contrôle étranger qui avait réussi à s'imposer à quelques-unes d'entre elles, s'assurant le concours de célèbres techniciens et la licence des brevets couvrant les meilleurs systèmes connus, français, anglais, allemands, américains, ils créèrent, avec la collaboration de la Compagnie française des Câbles télégraphiques, qui se réservait ainsi une garantie contre la concurrence de la T. S. F., et de plusieurs importants établissements financiers français, un solide groupement, qui devint l'armature principale de l'industrie française radioélectrique, dans son action internationale, et dont la compagnie mère prit le nom de Compagnie générale de T. S. F.

Des sociétés filiales se partagèrent les divers domaines de la radioélectricité, tout en dirigeant leurs efforts vers un but commun.

La Compagnie générale de T. S. F. se chargeait de l'organisation de communications internationales, la Société française radio-électrique, des études et de la construction du matériel, la Compagnie radio-maritime, de l'exploitation des stations de bord et d'aéronefs, la Radiotechnique, de la construction des tubes à vide pour l'émission et la réception.

Trois usines, couvrant 50.000 m², à Levallois, à Suresnes, à Lyon, deux centres de recherches, constituaient les moyens de travail.

Mais il fallait rivaliser, dans une lutte difficile, avec des groupements étrangers, ayant des années d'avance, une situation acquise, fortement soutenus par leurs gouvernements. Dans le Pacifique, en Argentine, par exemple, le Gouvernement allemand garantissait un intérêt de 6 p. 100 aux capitaux des filiales de Telefunken.

Les compagnies françaises associées restaient lourdement, presque irrémédiablement handicapées par l'ostracisme dont les Pouvoirs publics frappaient l'industrie privée, en lui refusant le droit d'exploiter en France des stations commerciales susceptibles d'être têtes de ligne pour les liaisons internationales. C'est ainsi qu'en Argentine, Américains, Anglais, Allemands, commençaient leurs travaux pour relier l'Amérique du Sud aux États-Unis,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

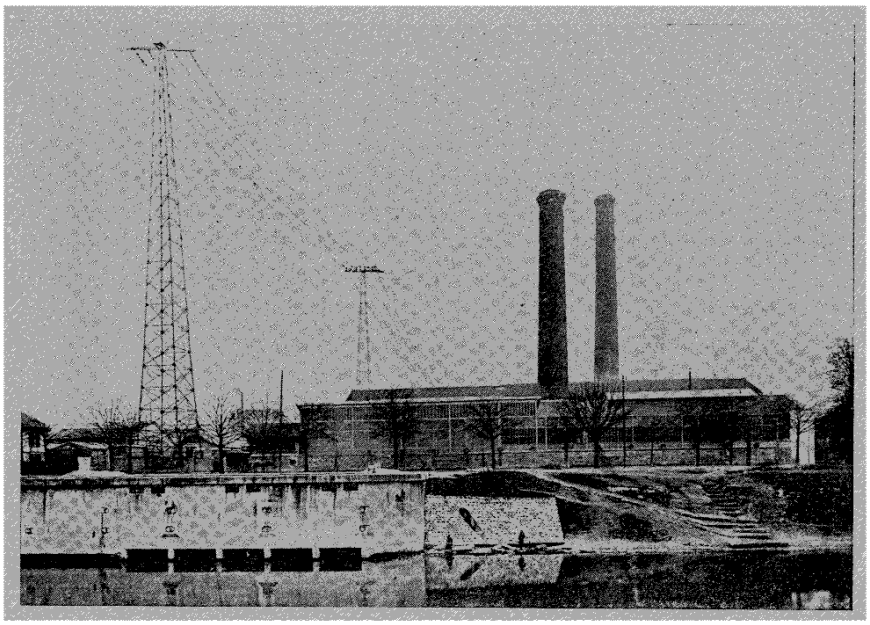


Fig. 4. — Une grande usine française de T. S. F. à Levallois-Perret (Société française radio-électrique).

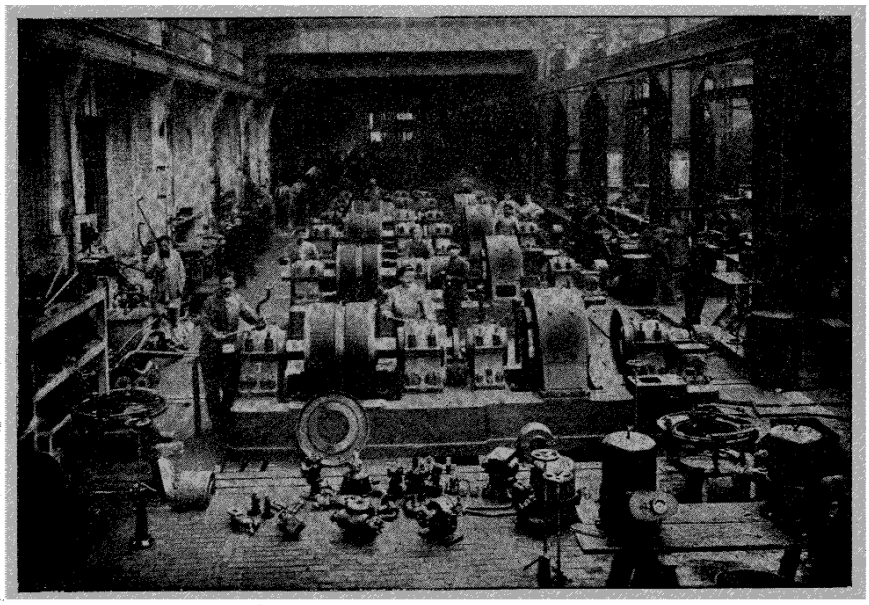


Fig. 5. — Fabrication des alternateurs de haute fréquence française S. F. R.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à l'Europe, alors que les compagnies françaises n'obtenaient pas de concession, faute de poste correspondant en France; qu'en Pologne, en Autriche, Américains, Anglais, obtenaient des concessions; qu'au Brésil, en Colombie, en Espagne, les Anglais étaient chargés des liaisons internationales; qu'en Chine, Anglais, Américains, Japonais, recevaient le droit d'organiser les grandes communications, etc.

Des hommes de gouvernement intelligents et patriotes comprirent la gravité de la situation. Ils virent la nécessité impérieuse de doter notre pays d'un grand centre radioélectrique commercial, susceptible d'attirer vers lui le trafic mondial, et de confier la réalisation de ce centre, et son exploitation, à un organisme ayant la vitalité, la souplesse des entreprises industrielles, et la liberté d'agir à l'étranger que ne pouvait avoir une administration d'État.

C'était là le secret de la réussite des Américains, des Anglais, des Allemands, et la démonstration s'en accentuait chaque jour plus implacable contre notre pays. Rien dans nos lois sur le monopole ne justifiait d'ailleurs l'attide prise jusqu'alors par les Pouvoirs publics, en dehors de l'inertie administrative. Rien n'interdisait à l'État de donner des autorisations d'exploitation, en conservant les contrôles nécessaires.

A l'unanimité, le Gouvernement adopta la manière de voir de M. Deschamps, sous-secrétaire d'État des P. T. T. et, en octobre 1920, la Compagnie générale de T. S. F. fut autorisée à construire et exploiter à Paris un grand centre radioélectrique, susceptible de communiquer avec tous pays.

Le centre projeté était de beaucoup le plus puissant du monde. Les compagnies françaises voulaient d'un seul coup rattraper le temps perdu, et se réserver l'avenir.

Tous les droits et contrôles de l'État étaient sauvegardés. Il ne courait aucun risque, n'engageait aucuns capitaux et se réservait néanmmoins une importante part des bénéfices.

Très avantageuse pour l'État, la convention du 29 octobre 1920, l'était pour les compagnies françaises, surtout par ses répercussions à l'étranger.

Elle a été discutée violemment par ceux qui, dans un étatisme poussé à outrance, cherchent au fond surtout l'aliment de la démagogie, et la certitude d'un gain, même médiocre, assuré par le moindre effort aux seuls risques du contribuable.

Mais elle a triomphé de toutes les critiques, et, successivement, trois présidents du Conseil, deux ministres et deux sous-secrétaires d'État des P. T. T. en ont compris, et affirmé, l'intérêt national, et la nécessité.

Des additions ou annexes, utiles pour les deux parties, et augmentant encore les avantages de l'État, ont été apportés à la convention par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

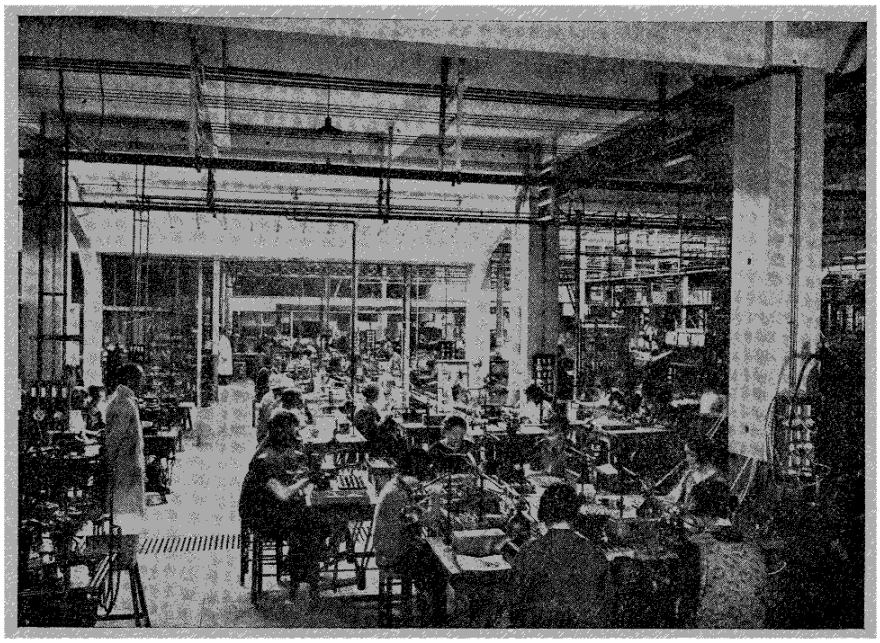


Fig. 6. — L'industrie française des lampes de T. S. F.
Le montage des lampes de réception à « la Radiotechnique » à Suresnes.

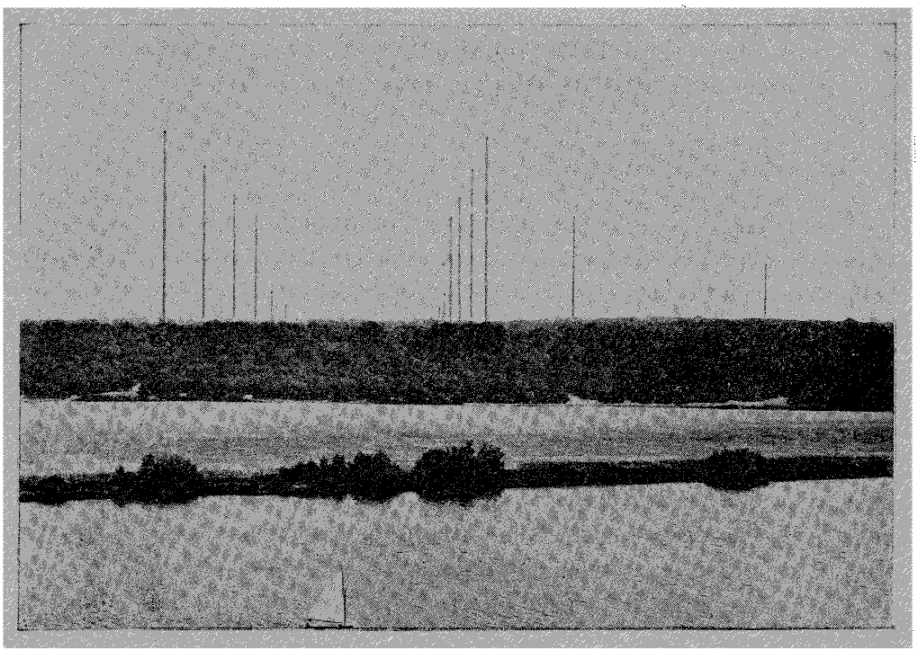


Fig. 7. — Centre de Sainte-Assise : L'antenne.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Paul Laffont, sous-secrétaire d'État des P. T. T., puis par M. Daniel Vincent, ministre du Commerce et de l'Industrie, lequel a eu l'intelligente initiative de créer, pour la coordination des exploitations radioélectriques françaises, un comité de liaison entre l'Administration des P. T. T. et l'industrie privée.

Le grand centre de Sainte-Assise, commencé en 1921, et réalisé en 18 mois, est devenu populaire. Avec ses 21 pylônes dont 17 de 250 m de hauteur, ses moteurs totalisant plus de 4.000 ch, ses 7 stations d'émission à ondes longues et ondes courtes, susceptibles de débiter plus de 100 mots à la minute, et dont l'une peut mettre en jeu jusqu'à 1.000 kW antenne, il reste aujourd'hui encore, et restera longtemps peut-être, le centre radio-électrique le plus puissant du monde.

C'est pour son exploitation que les compagnies de T. S. F. françaises ont créé une compagnie spéciale « Radio-France » au capital de 60 millions.

La création de Sainte-Assise a inauguré une ère nouvelle pour l'industrie française radio-électrique.

Alors seulement, elle a commencé à compter vraiment dans le monde.

Et nous devons citer ici les noms de ceux qui ont conduit et gagné la bataille livrée pour l'industrie française de la T. S. F. : M. Bousquet, président de la Compagnie générale de T. S. F.; M. Jules Cambon, président de la Conférence des Ambassadeurs, président du Conseil de la Compagnie Radio-France; et M. E. Girardeau, administrateur-directeur de la Compagnie générale de T. S. F. et de la compagnie Radio-France.

*
* *

Depuis 1920. — En possession de l'organisme national indispensable pour leur action au dehors, les compagnies françaises associées intensifient cette action, et les résultats répondent aux prévisions.

Elles construisent le grand poste de Prague, celui de Bucarest, celui de Belgrade. Elles obtiennent la concession de la T. S. F. en Yougo-Slavie. Elles construisent les postes de Kovno, de Riga, fournissent les appareils puissants de la station de Bruxelles. Un groupe italien associé obtient la concession de la T. S. F. en Italie, et les machines françaises sont montées dans la grande station de Coltano, près Pise, de Milan. Actuellement, elles construisent les grands postes de Constantinople et d'Angora. Elles ont construit et exploitent les stations de Saïgon, de Beyrouth et de Cayenne.

En Amérique du Sud, pays où les résultats acquis par les compagnies américaine, anglaise, allemande, étaient déjà grands, la Compagnie générale de T. S. F. rétablit la situation. Elle entre sur pied d'égalité dans les orga-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

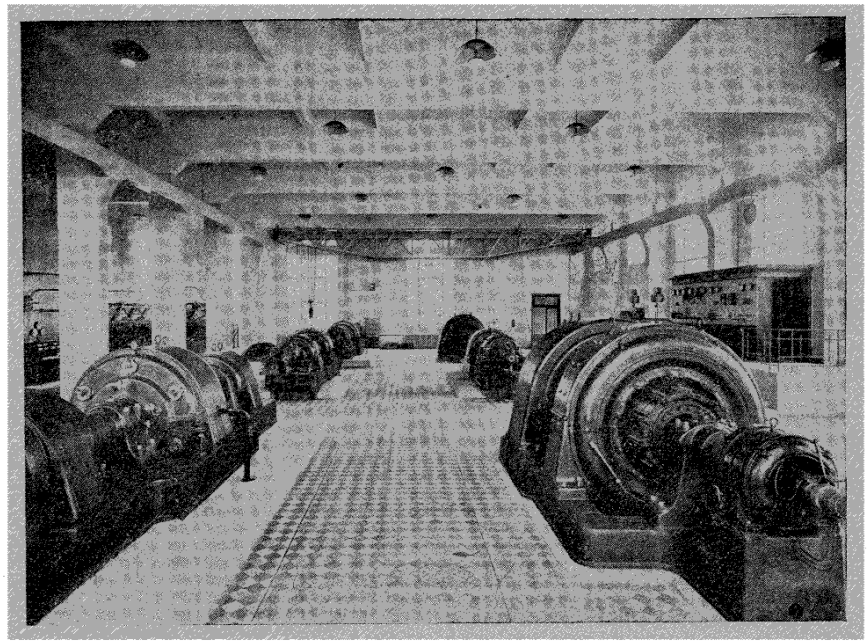


Fig. 8. — Centre de Sainte-Assise : Les alternateurs de haute fréquence.

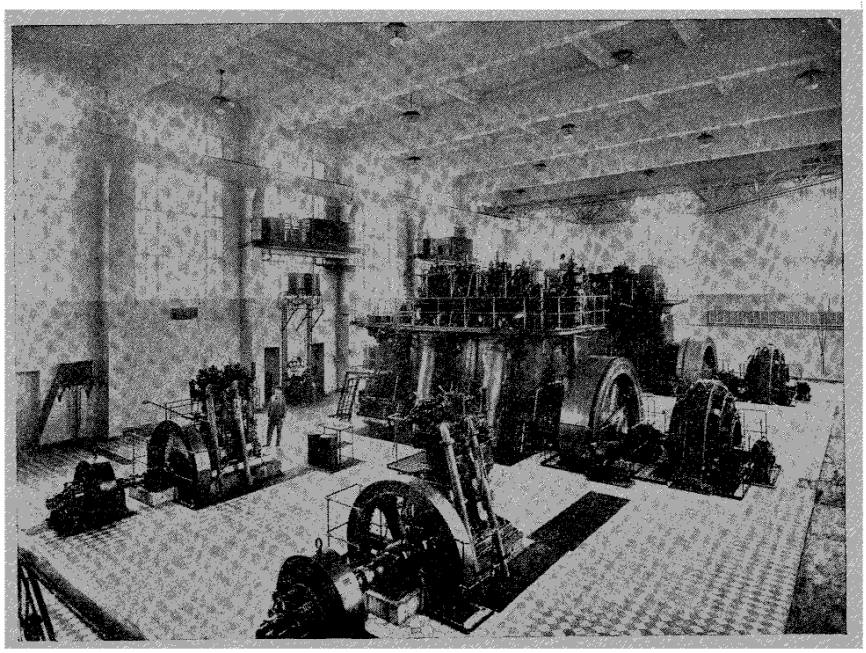


Fig. 9. — Centre de Sainte-Assise : Les groupes électrogènes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nisations argentine, brésilienne, chilienne. Le même résultat est acquis en Chine.

L'industrie radioélectrique française a conquis maintenant dans le monde la place qui revenait au génie français. Elle a rendu à la France, dans les communications internationales, les moyens d'influence qu'elle avait perdus.

*
* *

Dans son développement incessant, l'industrie radioélectrique mondiale, où la participation française venait enfin de gagner son rang, avait tout d'abord conservé son caractère spécial du début : industrie de communications, fournitures réservées en grande majorité aux administrations ou compagnies exploitantes, aux armées, aux compagnies de navigation.

Son importance s'était considérablement accrue (plus de 3.000 stations fixes, 22.000 stations mobiles dans le monde) et elle faisait en outre appel, sur une grande échelle, à d'autres industries très diverses :

Mâts démontables de 4 à 50 m, pylônes atteignant 275 m de hauteur, supportant des antennes étendues, entraînant des efforts horizontaux dépassant 10 t, moteurs à essence rapides de 1 à 3 ch pour les postes légers, machines à vapeur, moteurs Diesel jusqu'à 1.800 ch pour les grandes stations, puissantes batteries d'accumulateurs, convertisseurs de plus de 1.000 kW, appareils radioélectriques de tous types, depuis le poste gros comme un appareil photographique, jusqu'aux grands alternateurs de haute fréquence, tournant à des vitesses tangentielles de 150 tours par seconde, et donnant des puissances utiles de 500 kW à 15.000 périodes, avec des rendements dépassant 80 p. 100, tubes à vide de toutes catégories, depuis la lampe populaire, semblable à une lampe à incandescence, jusqu'au tube supportant des tensions de plus de 25.000 V et susceptible de fournir une puissance oscillante de 25 à 50 kW, etc.

L'ingénieur « sans-filiste » était devenu un entrepreneur « universel », et son domaine, parfois réduit à une petite banquette dans un avion de chasse, comportait, dans d'autres cas, des centaines d'hectares, des salles luxueuses et imposantes, de 2.700 m² de surface, 13 m de hauteur, comme à la station intercontinentale de Sainte-Assise, dont le devis global dépassa 50 millions.

C'est vers cette époque que, descendant de l'Olympe où le grand public l'entrevoyait mystérieuse, la fée radioélectricité vint, familière, égayer tous les foyers.

Grâce aux appareils à lampes, patiemment travaillés depuis les inventions de Fleming (1904), de Forest (1905), Langmuir (1913), la radiophonie deve-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nait accessible à tous, et l'industrie radioélectrique allait connaître la popularité.

Il est superflu de rappeler ici tous les services que peut et doit rendre la radiophonie : informations, instruction, éducation artistique, distractions, etc. Elle correspond peut-être au plus grand pas en avant de la civilisation moderne.

Le meilleur terrain pour faire germer une nouvelle industrie... c'est le terrain libre. Et c'est aux États-Unis, heureux pays, qui ne connaît pas les bienfaits des monopoles, et a compris que le bonheur général devait sortir, non du fonctionnarisme à outrance, voué à la stérilité et à la pauvreté, dans une prétentieuse médiocrité, mais du développement intensif de la production et de l'outillage, que la radiophonie prend naissance, et va de suite acquérir un splendide développement.

La première station de « broadcasting » est créée en 1920 à Pittsburgh en Pennsylvanie, par la Westinghouse Company.

Le chiffre d'affaires correspondant à la radiophonie atteint un million de dollars cette année-là. En 1924, il dépasse 300 millions de dollars!

En 1925, l'industrie radioélectrique des États-Unis avec un chiffre d'affaires de 578 millions de dollars, soit plus de 17 milliards de francs, a pris le pas sur l'industrie du matériel de chemins de fer!

Sur un millier de stations de radiodiffusion existant dans le monde, près de 600 sont aux États-Unis.

Sur 24 millions de maisons aux États-Unis, 4 millions ont des récepteurs radiophoniques..., et l'on voit le développement que recevra encore en ce pays la radiophonie, puisque 9 millions de maisons ont des phonographes, 13 millions des automobiles, 14 millions des téléphones.

Le matériel radiophonique est construit par plus de 2.000 fabricants, vendu par 15.000 maisons de commerce.

On estime à 25 millions le nombre des auditeurs écoutant les grandes manifestations radiophoniques.

En Angleterre, le chiffre d'affaires de l'industrie radiophonique a dépassé 10 millions de livres en 1925. Cette industrie occupe plus de 35.000 personnes, dont 8.000 détaillants.

En mars 1922, 7.000 amateurs environ avaient un permis de réception. Leur nombre est maintenant voisin de 2 millions, et s'accroît sans cesse : il a augmenté d'un demi-million en 1925.

22 stations transmettent des concerts, et les recettes de la compagnie exploitante ont atteint, de mars 1924 à mars 1925, plus de 500.000 livres, dont 100.000 environ sont affectées à des améliorations de postes, à des installations nouvelles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En Allemagne, 9 sociétés privées exploitent une vingtaine de stations de concerts. La totalité des recettes en 1925 a atteint 30 millions de marks-or. Le nombre des licences d'auditeurs est passé de 467, fin 1923, à 1.108.000 en février 1926. Les exportations ont atteint 31.000 qu en 1925, contre 16.000 en 1924.

En Espagne, nous comptons déjà 14 stations radiophoniques, exploitées par des compagnies privées, et 430.000 licences de réception à la fin de 1925.

Et la France?

La France attend toujours que les Pouvoirs publics fixent le régime auquel seront soumis les industriels et les particuliers.

En vertu des lois sur le monopole télégraphique, l'administration des P. T. T. considère que le domaine de la radiophonie lui appartient.

Elle n'est pas parvenue encore à établir une doctrine sur l'exploitation de ce domaine, mais, en attendant, elle interdit à d'autres de l'exploiter. Tant pis pour la radiophonie française, pour les auditeurs, pour l'industrie, pour les finances de la France.

Qu'importe tout cela. En matière de radiophonie, comme en matière de finances, on fait de la politique, et la radiophonie suit l'exemple du franc.

Les quelques stations qui donnent de maigres concerts sont *tolérées*, d'une manière *provisoire et précaire*. Elles vivent, ou végètent plutôt, grâce aux subventions que leur accordent constructeurs, commerçants, particuliers.

On leur refuse, et cela même quand elles offrent de payer (car l'État n'a pas besoin de recettes!), les lignes téléphoniques qui leur permettraient de radiodiffuser les théâtres, les concerts, les grandes manifestations.

Il faut toute la patience, dont le Français donne l'exemple, peu enviable d'ailleurs, depuis quelques années, pour qu'un pareil état de choses puisse subsister.

En 1923, après de longues études faites par la Commission interministérielle, par la Commission de Propagande de M. de Jouvenel, par la Semaine des P. T. T. présidée par M. Painlevé, M. P. Laffont, sous-secrétaire d'État des P. T. T., avait eu l'initiative d'un décret, qui permettait d'organiser, dans le cadre du monopole, la radiophonie française. L'État donnait les autorisations nécessaires, imposait des cahiers des charges aux concessionnaires, contrôlait les émissions, recevait des redevances.

C'était un régime acceptable. Et les groupements privés et industriels étaient prêts à s'en accommoder, et à commencer les organisations que le système des tolérances précaires ne permettait pas.

Mais ce nouveau régime ne fut pas mis en vigueur. Les étatistes à outrance le considéraient comme une atteinte au monopole, et comme incapable de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

donner naissance à une organisation générale convenable. Les polémiques stériles recommencèrent. Elles durent encore. Comprenant la gravité de la situation, M. Daniel Vincent décida d'en finir : depuis mai 1926 une nouvelle commission étudie les mesures à prendre. Puisse l'avenir nous donner un jour la liberté de la presse parlée.

La France ne compte qu'une station privée de grande puissance, Radio-Paris, exploitée par une compagnie fondée, dans l'espoir de jours meilleurs, par quelques-uns des principaux constructeurs de matériel de T. S. F., avec l'aide de plusieurs grands quotidiens, de l'Agence Havas, et d'établissements de crédit.

Cinq autres stations privées, dont celle du *Petit Parisien*, de moyenne et petite puissances, donnent des concerts réguliers à Paris et en province.

Quelques stations de l'Administration des P. T. T., dont deux seulement, celles de la Tour Eiffel et de la rue de Grenelle, font des émissions assez importantes, sont confiées à des associations et groupements privés. Les émissions sont peu nombreuses. Les programmes sont souvent maigres, les reproductions des grands théâtres, des grands concerts en fait inexistantes.

Et le plus souvent l'amateur français écoute maintenant les émissions anglaises, allemandes, espagnoles. Ce n'est pas la faute des exploitants. Toute la responsabilité en incombe aux Pouvoirs publics. Par leur faute, la radiophonie, admirable moyen d'expansion de la pensée, de l'art français, en dehors de nos frontières, n'atteint même pas son but à l'intérieur du pays. Et ce sont les informations anglaises ou allemandes qui couvrent l'Europe.

Dans une pareille situation, on ne pouvait évidemment voir l'industrie radiophonique française prospérer comme les industries étrangères. Elle s'est développée néanmoins, mais bien médiocrement. Si elle occupe environ 200 constructeurs, grands et petits, son chiffre d'affaires global est relativement infime, et n'approche pas, même de très loin, le 1/10 de celui des États-Unis, rapport qu'il devrait pourtant atteindre.

Les exportations françaises n'ont pas été en 1925 la moitié des exportations allemandes.

Il est triste de voir ce qu'a ainsi coûté à notre pays la carence des Pouvoirs publics.

*
* *

Aujourd'hui. — Nous avons suivi l'industrie radioélectrique dans sa progression, son évolution, et sa subdivision en deux branches essentielles, dont l'une, l'industrie radiophonique, a brusquement atteint un développement énorme en certains pays.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les grandes compagnies de T. S. F. ont exploité ces deux branches, et l'activité technique fiévreuse qu'il a fallu dépenser s'est traduite par des dépenses de recherches considérables.

Dans la Compagnie Marconi, qui compte maintenant 6.500 personnes environ et exploite près de 3.000 navires, on trouve plus de 10 centres d'études disséminés dans le pays suivant le caractère de leur travail (Chelmsford, Broomfield, Brentwood, Writtle Hall Street, Poldhu, etc.).

En Allemagne, aux États-Unis, il est plus difficile de se rendre compte de la situation, car Telefunken et Radiocorporation of America empruntent une partie de l'organisation de grandes compagnies d'électricité, comme l'A. E. G., Siemens, General Electric Company, etc.

Le nombre d'ouvriers spécialisés de Telefunken est passé de 400, en 1913, à 900 en 1925, la surface du laboratoire proprement dit, de 250 m² à 2.500 m², les dépenses annuelles de ce laboratoire de 350.000 marks à 1.000.000 marks-or, avec 300 personnes environ.

Les frais d'études représentent le 1/6 des dépenses. Le nombre des brevets s'est accru de 80, en 1913, à 350 en 1925.

En France, malgré la marasme relatif et momentané de la branche « radiophonie », les grandes compagnies associées, grâce à leurs succès mondiaux en télégraphie sans fil, ont pris une extension considérable.

Leur groupe totalise, en France, un capital de 165 millions. Elles ont en outre créé des compagnies filiales à l'étranger, et ont pris des participations dans des compagnies étrangères. Dans douze sociétés réparties en Argentine, au Brésil, en Belgique, en Pologne, en Italie, en Yougo-Slavie, etc. leur action est particulièrement importante.

Le groupe français occupe 2.600 personnes.

En dehors des services de fabrication, les laboratoires de Levallois, Suresnes, Houilles, Villecresnes, couvrent plus de 5.200 m², ont coûté 5,5 millions, comptent 45 ingénieurs et un grand nombre d'agents techniques.

Les dépenses des services de recherches et d'essais ont dépassé 4 millions en 1925.

210 bateaux étaient équipés par la Compagnie Radio-Maritime en 1919. Elle en compte maintenant plus de 900.

La Radiotechnique fabrique annuellement 2.200.000 lampes de réception, et 100.000 kW de lampes d'émission.

Le trafic de la Compagnie Radio-France fut de 500.000 mots environ par par mois en 1922. Il a atteint 1.700.000 mots en mars 1926.

A côté des compagnies associées, de nombreux constructeurs actifs et pleins d'initiative (Ducretet, Gaumont, Levy, Métal, Moutastier, Radio-Industrie, Société indépendante de T. S. F., Société des Compteurs, etc.) le Syn-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dicat professionnel des Industries radioélectriques compte deux entreprises occupant plus de 200 ouvriers et 130 occupant moins de 200 ouvriers — ont commencé à se développer; mais leur activité tournée plus essentiellement vers la radiophonie, ne peut trouver tout le succès qu'elle mérite, étant donné l'attitude des Pouvoirs publics jusqu'à ce jour.

*
* *

Demain. — L'histoire de l'industrie radioélectrique nous montre ses besoins, son avenir. Constructeurs, commerçants... ne demandent rien... que la liberté de travailler.

Si le développement des communications radiotélégraphiques, internationales ou intérieures, peut être considéré comme relativement limité, si on néglige même l'accroissement continu des applications de la radioélectricité à la navigation maritime ou aérienne, l'extension de la radiophonie doit être envisagée comme susceptible d'atteindre des proportions que nous ne soupçonnons même pas.

Nous sommes en présence d'un besoin social nouveau, et nous le redisons encore, la radiophonie, dans l'avenir, sera sans doute considérée comme un progrès aussi grand que celui de l'imprimerie.

Les constructeurs arriveront peu à peu à établir les appareils simples, pratiques, fidèles, dont le public a besoin.

Le poste radiophonique apparaîtra aussi indispensable dans toute famille que les sources de lumière ou de chaleur, et on ne pourra plus se passer de ce moyen constant de liaison entre la vie publique et la vie privée.

DISCUSSION

M. le lieutenant-colonel Paul RENARD résume ses souvenirs sur les premières expériences de T. S. F. en dirigeable, expériences à la préparation desquelles il assista; il a été très heureux de voir M. Brenot rappeler ces essais conduits alors par le capitaine Ferrié. De grandes précautions durent être prises pour réduire les dangers d'incendie dus aux appareils et aux antennes.

M. POMEY, Inspecteur général des P. T. T., demande à M. Brenot s'il estime, étant donné les progrès des radiocommunications, que les communications par voie sous-marine soient susceptibles de soutenir la concurrence avec elles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Brenot répond, qu'en ce qui le concerne, s'il avait à installer et exploiter une grande communication transocéanique, il ne ferait certainement pas appel aux câbles sous-marins.

Toutefois, si des progrès peuvent être introduits dans la construction et l'exploitation de ces câbles, en particulier par l'emploi dans ce dernier cas de dispositifs à lampes dérivés des dispositifs utilisés en T. S. F., les câbles trouveront peut-être là des possibilités de coexistence auprès des lignes hertziennes, et les deux modes en communication subsisteraient, comme par exemple les deux modes de transport par chemin de fer et par automobile.

M. Pomey fait observer que l'on voit pourtant, dès maintenant, divers pays poser de nouveaux câbles importants.

M. Brenot répond que ces pays peuvent se tromper, ou être trompés sur leur véritable intérêt, et que, d'ailleurs, les raisons qui poussent, dans certains cas, les administrations à céder aux demandes des compagnies de câbles n'ont peut-être rien à voir avec les considérations techniques ou économiques.

M. Riotor, conseiller municipal de Paris, demande si, étant donné l'importance du rôle que la radiophonie doit jouer suivant M. Brenot, pour le développement de l'instruction, on se préoccupe d'organiser dans ce but des émissions radiophoniques.

M. Timmory, membre de la Commission de Radiophonie, de la Société des Auteurs et secrétaire général de la Société des Gens de Lettres, répond qu'une réunion va précisément avoir lieu incessamment à ce sujet au Ministère de l'Instruction publique.

M. Brenot fait observer que les questions d'organisation des émissions seront faciles à résoudre quand les émissions auront des moyens d'exister. Avant de penser au développement des émissions, donnons d'abord aux stations le statut qui leur est indispensable, permettons-leur de vivre.

C'est là que se trouve aujourd'hui le problème essentiel à poser et à résoudre le premier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

APPLICATIONS DIVERSES DE LA TECHNIQUE DE LA HAUTE FRÉQUENCE [1]

par

le général G. A. FERRIÉ,
membre du Conseil.

Le développement considérable de la télégraphie et de la téléphonie sans fil a permis à tout le monde d'acquérir des notions tout au moins pratiques au sujet de ces nouveaux moyens de communication. La radiogoniométrie, les signaux horaires par T. S. F., les principes de la télémécanique ont été également vulgarisés dans les traités d'électricité et dans la presse. Les remarquables conférences faites ici même par d'éminents spécialistes vous ont indiqué de façon parfaite l'état actuel des applications pratiques de la T. S. F. et de l'industrie créée pour elle.

En revanche, d'autres applications des ondes hertziennes, ou des appareils et méthodes établis pour elles, ainsi que certaines idées théoriques, sont moins connues. Nous nous proposons de les exposer sommairement dans cette conférence.

Depuis longtemps déjà, on a imaginé des procédés permettant de *transmettre*, par fil, *l'écriture*, *des dessins et même des photographies*. M. Belin a notamment obtenu des résultats remarquables qui lui ont permis de réaliser des installations qui sont désormais dans la pratique courante (2). Cet habile inventeur, que la Société d'Encouragement a récompensé d'une médaille d'or, s'est ensuite posé le même problème en remplaçant la *transmission* sur fil *par les ondes hertziennes*. Dès 1921, des télégrammes manuscrits transmis par le grand poste de Bordeaux étaient reproduits par un poste récepteur placé à Annapolis (États-Unis). L'emploi des lampes à trois électrodes et de cellules photoélectriques a permis à M. Belin d'améliorer encore ces résultats et, récemment, il lui a été possible de réaliser entre Paris et Toulouse, avec une puissance d'émission d'un kilowatt, un service pratique de transmission

(1) Communication faite par l'auteur en séance publique le 29 mai 1926.
(2) Voir le *Bulletin de la Société d'Encouragement* de décembre 1913, p. 643; de novembre 1923, p. 1100 et d'avril 1924, p. 342.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'écritures et de dessins au trait, absolument analogue à un trafic commercial courant. Cette question peut donc être considérée comme étant au point. Sa mise à la disposition du public ne tardera pas longtemps. L'emploi de tels dispositifs à bord d'avions pourra bientôt être rendu pratique. Il présentera un très haut intérêt militaire.

La transmission de photographies par la même méthode va prochainement entrer également dans la pratique courante.

La description des dispositifs de M. Belin, qui a déjà été publiée dans toutes les revues d'électricité et dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement*, nous entraînerait trop loin ; M. Mesny vous en a indiqué le principe. Il a fallu beaucoup d'habileté et d'ingéniosité pour vaincre les nombreuses et très grandes difficultés du problème : modulation des ondes au départ par l'écriture ou le dessin, synchronisation des organes émetteurs et des organes récepteurs, suppression ou diminution des effets des signaux parasites, etc. Les résultats déjà obtenus font grand honneur à M. Belin et permettent d'escompter un prompt développement de cette technique nouvelle.

Dans un ordre d'idées tout différent, en *médecine*, les courants hertziens ou de haute fréquence ont reçu depuis longtemps, avant même que la T. S. F. ne fût inventée, grâce aux travaux de M. d'Arsonval, d'intéressantes applications, telles que la *d'arsonvalisation* et la *diathermie*.

Récemment, un ingénieur français, d'origine russe, M. Lakowski, a eu l'idée d'expérimenter les *effets physiologiques des courants de fréquence extrêmement élevée* (longueurs d'onde de 2 à 3 m), obtenus depuis peu de temps au moyen de générateurs à lampes triodes. Il était guidé par une conception nouvelle particulière de la constitution des êtres vivants, dont toutes les cellules ne demeurent vivantes, d'après lui, que si elles sont maintenues en état vibratoire électromagnétique de fréquence déterminée et superlativement élevée. Toute maladie résulterait d'une diminution pour une cause quelconque de l'amplitude de cet état vibratoire des molécules de certains organes. Il essaya donc de soumettre des organismes malades à des courants ayant la plus haute fréquence possible, en comptant sur les harmoniques ou sur un autre phénomène inconnu pour agir utilement sur les cellules.

Des géraniums, portant des cancers dus à l'action d'un microbe spécial connu, ont été ainsi traités tout d'abord et ont été guéris alors qu'il n'existait jusqu'à ce jour aucun procédé de traitement efficace. Des essais analogues ont été ensuite entrepris sur des sujets humains notamment pour tenter la *guérison du cancer*. Quelques améliorations ont été obtenues, mais aucun résultat définitif n'a pu encore être constaté. Le commandant Chaulard pense que si l'effet sur l'organisme des courants de fréquence superlativement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

élevée est définitivement vérifié, il pourrait être attribué à la formation d'ondes stationnaires à l'intérieur du corps qui est assez mauvais conducteur, la longueur d'onde de celles-ci étant beaucoup plus faible encore que la longueur d'onde dans l'air, en raison de la valeur du pouvoir inducteur spécifique du milieu. Ces ondes stationnaires auraient pour effet de produire un échauffement intense et très localisé à l'intérieur des tissus.

Une autre application récente des courants de haute fréquence est la *réalisation des fours électriques de petit volume*, chauffés par eux. Autour d'un creuset en graphite spécial, on enroule quelques spires d'un circuit parcouru par des courants de haute fréquence. Les courants induits dans le graphite le portent au rouge et on a pu atteindre des températures voisines de 3.000°. L'emploi de ce genre de fours commence à se répandre dans l'industrie métallurgique pour certains métaux spéciaux. Un dispositif de ce genre, permettant d'obtenir une production continue de quartz fondu, a été mis en service par les usines des Saint-Gobain et donne d'excellents résultats. M. Ribaud et M. Dufour sont les principaux initiateurs de ces nouveaux procédés.

Les courants de haute fréquence ont été également utilisés par M. le professeur Langevin, non plus directement, mais par les vibrations matérielles qu'ils sont susceptibles de produire dans certaines conditions et qui sont alors utilisées pour la *transmission de signaux sonores* de même fréquence c'est-à-dire *inaudibles*.

Dans l'air, la portée des signaux sonores, quelle que soit leur fréquence, est très limitée par suite de l'amortissement dû à la viscosité et aux pertes par rayonnement de la chaleur provenant de compressions adiabatiques.

Dans les liquides, au contraire, l'eau par exemple, les pertes par rayonnement calorifique n'interviennent plus et le calcul montre que les pertes par viscosité sont faibles. M. Langevin a vérifié que l'absorption dans l'eau est 2.000 fois plus faible que dans l'air. Les études de cet éminent physicien ont été commencées pendant la guerre dans le but de réaliser une méthode de détection des sous-marins par l'écho produit par un son de haute fréquence, ou ultra-son, rencontrant la coque d'un de ces bâtiments. Elles ont été poursuivies activement depuis la fin de la guerre et ont abouti à la création d'un procédé pratique de sondage en mer par réflexion du son sur le fond de la mer. La profondeur se déduit de la mesure du temps qui sépare l'instant du départ du son de l'instant du retour de son écho, la vitesse du son dans l'eau étant de 1.500 m : s.

L'emploi de sons de haute fréquence est évidemment avantageux pour permettre de sonder à de faibles profondeurs : un millième de seconde

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

correspond en effet à 1,50 m. De plus, M. Langevin a montré que la haute fréquence avait aussi le grand avantage de diminuer la diffraction, c'est-à-dire d'éviter d'envoyer de l'énergie sonore dans toutes les directions et de rendre ainsi très net le phénomène de l'écho. L'énergie transmise par une plaque vibrante est en effet concentrée, comme la lumière d'un projecteur, dans un cône dont il est aisé de calculer l'angle d'ouverture en fonction du diamètre de la plaque et de la longueur d'onde. Pour avoir un angle de 10° avec une plaque vibrante de 20 cm de diamètre, il faut une fréquence de 40.000 environ.

Pour produire des sons de pareille fréquence, M. Langevin a utilisé les propriétés du quartz piézo-électrique découvertes par Curie. Rappelons qu'une bande de quartz découpée convenablement par rapport aux axes d'un cristal hexagonal et munie sur ses deux faces de deux armatures métalliques formant condensateur, donne à celui-ci des charges électriques de sens contraire suivant qu'on la comprime ou qu'on la dilate. Inversement, si on charge le condensateur, le quartz est soumis à une pression, c'est-à-dire à une déformation.

En immergeant dans l'eau une lame de quartz et en reliant ses armatures à un circuit parcouru par des courants de la fréquence de 40.000, le quartz a des contractions et des dilatations se transmettant à l'eau qui vibre donc à la même fréquence. Pour permettre au quartz de rayonner ainsi une énergie suffisante, M. Langevin a eu la très ingénieuse pensée de choisir les dimensions du quartz de manière à réaliser une résonance mécanique de celui-ci sur la fréquence du courant auquel il est soumis, en le considérant comme une verge susceptible de vibrer en demi-onde. Dans ces conditions, le quartz peut rayonner 1 watt par centimètre carré sous 3.000 V, tandis qu'il en faudrait 60.000 pour obtenir le même rayonnement sans résonance. L'amplitude des vibrations est de l'ordre du dixième de micron.

Lorsque le même quartz reçoit l'écho du son qu'il a transmis, il est soumis à des compressions et des dilatations alternatives, et ses armatures reçoivent, par suite, des charges électriques de sens variable. Le circuit relié au quartz est encore parcouru par un courant de fréquence de 40.000 qu'il est facile d'amplifier et de détecter par des lampes triodes, puis d'enregistrer.

Pratiquement, la lame de quartz est constituée par un certain nombre de fragments de quartz juxtaposés en mosaïque et de même épaisseur (2 mm), et serrés entre deux plaques d'acier qui constituent alors le système résonnant mécaniquement. Le tout est placé dans une boîte étanche dont une des lames d'acier constitue une paroi et qui est remplie d'une substance isolante.

Il a été réalisé des installations pratiques, utilisant ce procédé, à bord de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bâtiments devant pouvoir *effectuer des sondages continus en cours de route.* La boîte contenant le quartz est encastrée dans la coque du bâtiment. Une bobine de Ruhmkorff est disposée de manière à exciter par choc, avec une seule étincelle, un circuit oscillant de période 40.000 dont le condensateur comprend celui qui est formé par les armatures du quartz. Cette partie constitue l'émission. Aux bornes du condensateur est aussi monté l'amplificateur à lampes, associé à un enregistreur, pour la réception. L'ultra-son est donc enregistré au départ et à son retour.

L'appareil enregistreur est aménagé de telle sorte que le tracé obtenu sur la bande par les inscriptions des sondages successifs représente le profil du fond de la mer au-dessous de la route suivie par le bâtiment. M. l'Ingénieur hydrographe Marti a pris une part très grande dans la réalisation et l'essai de cet appareil de sondage.

Pour *sonder à de très faibles profondeurs*, M. Langevin a imaginé un montage spécial qu'il appelle basculeur à lampes. Dans ce dispositif, la mesure d'un temps très court se déduit de la quantité d'électricité transportée pendant ce temps par un courant d'intensité donnée. Ce courant est celui qui passe du filament à la plaque dans une lampe à 3 électrodes. Deux lampes semblables sont reliées de telle façon que la transmission agissant sur l'une d'elles fait cesser son fonctionnement et met, au contraire, l'autre en état de fonctionnement. L'écho, agissant à son tour sur cette dernière, arrête le passage de son courant filament plaque. Celui-ci traverse un fluxmètre ou galvanomètre qui donne une indication proportionnelle au temps de passage du courant, c'est-à-dire au temps à mesurer.

Ce même procédé de sondage ne peut pas être utilisé dans l'air, comme cela a déjà été dit, par suite de l'amortissement dû à la viscosité et aux pertes par rayonnement. On a donc cherché d'autres méthodes. La mise au point de l'une d'elles est actuellement poursuivie par mon collaborateur et ami M. Mesny pour le *sondage en avion.* Son principe est le suivant :

Un appareil producteur de courant de très haute fréquence est placé dans l'avion et excite une antenne horizontale. Les ondes rayonnées n'ont pas une période égale à celle de générateur, par suite du couplage de celui-ci avec l'antenne et de l'influence de la période propre de cette dernière. Or celle-ci est fonction de la capacité et de la self-induction de l'antenne qui sont influencées par la distance au sol, en raison de l'action sur l'antenne des ondes réfléchies par le sol. Tandis qu'avec des ondes longues, cette action est sensiblement identique aux effets statiques et n'est sensible qu'à faible hauteur, avec des ondes beaucoup plus courtes que la distance au sol, la phase des ondes réfléchies intervient dans leur effet et celui-ci change de sens

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

périodiquement quand la hauteur varie et demeure sensible jusqu'à une assez grande hauteur. On conçoit qu'il soit possible de créer ainsi une méthode opératoire qui permet de déduire la distance au sol de la hauteur du son ou de ses variations.

On a également songé à utiliser les phénomènes de réflexion des ondes pour *étudier la nature du sol ou du sous-sol* sur lequel se fait la réflexion. Celle-ci s'opère en effet sur une profondeur assez grande, beaucoup plus grande évidemment que l'épaisseur du miroir intéressée dans la réflexion des rayons lumineux.

Un sol peu conducteur en surface laisse pénétrer les ondes jusqu'à une certaine profondeur qui est fonction de la fréquence. Si elles rencontrent dans cette pénétration une surface plus conductrice, elles sont réfléchies et ressortent dans l'air.

Les essais entrepris dans cet ordre d'idées pour la prospection du sol n'ont donné jusqu'à maintenant que de médiocres résultats. L'emploi d'ondes très courtes permettra vraisemblablement de les améliorer.

Voici un exemple de dispositif opératoire déjà expérimenté :

Un poste émetteur et un poste récepteur sont placés sur le sol en des points différents dont on fait varier la distance. Le poste récepteur reçoit à la fois les ondes qui lui arrivent de l'émetteur directement par l'air et celles qui lui parviennent après réflexion sur la couche conductrice que l'on suppose exister dans le sous-sol. Il y aura donc interférence entre les deux actions et, en faisant varier la distance du récepteur à l'émetteur, on observe des maximums et des minimums de l'espacement desquels on peut déduire la profondeur de la couche. Il aurait été possible ainsi de mettre en évidence dans les mines de sel du Hanovre une couche réfléchissante se trouvant à 350 m de profondeur.

Le procédé déjà indiqué pour le sondage en avion est susceptible également de donner des résultats intéressants avec des ondes très courtes. Déjà on a observé que la longueur d'onde de 144 m d'un émetteur s'élevait à 190 m dans une galerie de mine de carnalite.

Nous avons parlé jusqu'à maintenant d'applications particulières des ondes hertziennes ou des courants de haute fréquence eux-mêmes. Nous allons exposer maintenant quelques utilisations à divers usages, étrangers à la technique hertzienne, des appareils spéciaux qui ont été créés pour cette technique.

Un grand nombre de méthodes de mesure, que nous ne décrirons pas, ont été créées en tirant parti des propriétés des lampes à 3 électrodes, par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

exemple pour la mesure des éléments des circuits électriques (capacités, inductances, etc.) des pouvoirs inducteurs spécifiques, des fréquences, etc. Le *multivibrateur* et le *millivoltmètre* de MM. Abraham et Bloch sont des appareils particulièrement remarquables. Il a été possible également en utilisant encore les propriétés du quartz piézo-électrique de créer des *étalons de haute fréquence* et de constituer des *régulateurs de fréquence*, d'une fidélité absolue, pour les générateurs d'oscillations électriques.

Les amplificateurs à lampes triodes, en particulier, ont reçu de multiples applications dans toute l'électrotechnique et dans la téléphonie ordinaire.

Nous décrirons seulement l'emploi qui en a été fait, en les associant aux cellules photoélectriques, pour la solution de divers problèmes d'astronomie.

On a cherché pendant longtemps des procédés permettant de *déclencher un phénomène électrique au moyen de rayons lumineux* ou de *transformer l'énergie lumineuse en énergie électrique*. Il faut citer notamment les piles actiniques électro-chimiques de Becquerel et les essais de Mercadier.

La découverte des propriétés du sélénium, dont la résistance électrique varie sous l'action de la lumière, permit d'obtenir des résultats intéressants. En particulier, Rhumer put réaliser une téléphonie lumineuse à plusieurs kilomètres, en utilisant les propriétés de l'arc électrique émetteur téléphonique et du sélénium.

Les applications du sélénium sont restées néanmoins très limitées parce qu'il n'obéit pas instantanément à l'action lumineuse, et qu'il lui faut plusieurs secondes pour recouvrer sa résistance primitive quand l'éclairement à cessé.

Beaucoup d'autres corps jouissent de propriétés analogues : la stibinite (sulfure d'étain), la molybdénite (sulfure de molybdène), le sulfure d'argent, etc. L'AméricainCase a découvert un corps particulièrement sensible à l'action lumineuse, l'oxysulfure de thallium, qu'il a nommé thalofide.

La sensibilité de ces corps à la lumière n'est pas la même dans toutes les régions du spectre; de plus, leur inertie, bien que moindre que celle du sélénium, est encore assez grande pour la plupart d'entre eux.

Pour donner une idée de la sensibilité de ces corps à la lumière, il suffit d'indiquer qu'on peut constater à 4 km l'action d'une lampe de 20 bougies placée au foyer d'un projecteur de 15 cm sur un cristal de molybdénite en faisant usage d'amplificateurs convenables.

Un autre phénomène, découvert par Elster et Geitel, est venu apporter un *nouveau moyen de transformation de l'énergie lumineuse en énergie électrique*. Certains métaux alcalins et alcalino-terreux émettent des électrons sous l'action de la lumière, avec un maximum très net pour une certaine

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

partie du spectre visible. La fréquence optima varie avec le métal employé, mais elle est toujours comprise dans la région du bleu.

Les *cellules photoélectriques* construites sur ce principe par les deux physiciens, ont reçu des perfectionnements successifs notamment par Lindemann et par Rougier. C'est le type établi par Rougier qui est actuellement employé en France.

Cette cellule se compose d'une ampoule de verre de 3 cm de diamètre, recouverte intérieurement d'une couche argentée, à l'exception d'une petite partie de sa surface formant fenêtre pour l'entrée des rayons lumineux. L'argent est recouvert d'une couche d'hydrure de potassium. Un fil de platine traversant le verre est en communication électrique avec la couche métallique. Une électrode métallique en forme d'anneau, est placée au centre de l'ampoule et communique avec l'extérieur par un autre fil métallique isolé de la couche d'argent. On fait un vide très poussé dans l'ampoule, puis on y introduit un peu d'argon ou d'hélium.

Une certaine différence de potentiel étant établie entre la couche métallique et l'électrode centrale (anode), l'arrivée des rayons lumineux dans l'ampoule a pour effet de dégager des électrons de la surface métallique et un courant s'établit dans les fils allant aux électrodes. Le choc de ces électrons sur les atomes du gaz contenu dans l'ampoule, a pour effet de les ioniser et de former de nouveaux électrons qui s'ajoutent aux premiers et augmentent le courant qui circule dans les fils extérieurs.

On a cherché à utiliser les propriétés de ces cellules dans divers problèmes astronomiques, notamment pour la *comparaison des magnitudes d'étoiles*. Mais le courant électronique obtenu en plaçant la cellule au foyer d'un instrument astronomique puissant est toujours extrêmement faible. Avec une étoile de troisième grandeur, il est de l'ordre 10^{-12} A. Seul l'emploi d'électromètres très sensibles avait permis d'obtenir quelques résultats pour leur mesure.

L'association d'amplificateurs à lampes à 3 ou 4 électrodes aux cellules a permis d'améliorer beaucoup ces résultats, moyennant certaines précautions et montages spéciaux sur lesquels nous ne nous étendrons pas.

A l'Observatoire de Paris, mon collaborateur et ami, M. Jouaust, a obtenu en 1924, avec un dispositif nouveau de ce genre, disposé sur un équatorial de 28 cm, des variations de courant de 3 μA pour l'étoile Capella et de 0,3 μA pour O du Bouvier. Cette sensibilité peut encore être beaucoup augmentée.

Un dispositif analogue a été établi par M. Jouaust pour la *photométrie industrielle* dans le but de comparer des lampes identiques comme rayon-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nement dans la région du spectre visible. L'Américain Ives a utilisé également un procédé semblable pour réaliser un étalon lumineux constitué par un corps noir à la température de fusion du platine. Le Français Toulon a construit de même un luxmètre destiné à permettre aux architectes d'étudier rapidement la répartition de l'éclairage dans les endroits clos. Dans le laboratoire de M. Fabry, MM. Chalonge et Lambert ont utilisé un dispositif avec cellule et lampe à 4 électrodes pour l'étude microphotométrique des spectres ultra-violets.

Signalons encore l'emploi de cellules photoélectriques associées à des lampes à 3 ou 4 électrodes dans les recherches sur la télévision par M. Belin en France et par M. Ives en Amérique.

Revenons à l'astronomie. L'action de la lumière sur une cellule photoélectrique associée à des amplificateurs à lampes à 3 et 4 électrodes a également permis d'*enregistrer le passage d'une étoile de première grandeur dans le champ d'un télescope*. En inscrivant sur un enregistreur photographique le courant produit par la lumière de l'étoile, en même temps que les battements d'une pendule, il est possible de connaître exactement les heures des passages de l'étoile derrière les fils du réticule de la lunette, le courant photoélectrique tombant à zéro à ces moments-là. Les études sont poursuivies par M. Jouaust dans le but d'obtenir une sensibilité suffisante pour inscrire le courant d'étoiles de plus faibles magnitudes. Le problème présente un sérieux intérêt, car sa solution complète permettrait de faire disparaître la cause d'erreur provenant de l'équation personnelle de l'astronome qui n'intervient plus directement avec cette méthode.

Des procédés analogues ont permis également de résoudre un autre problème intéressant concernant la *mesure du temps*. L'heure est conservée dans les observatoires au moyen de garde-temps, c'est-à-dire de pendules astronomiques de très haute précision. M. Leroy, le célèbre horloger français, est parvenu à construire de telles pendules dont la marche journalière est de l'ordre du centième de seconde, quand elles sont mises à l'abri des variations de température et de pression. Au Bureau international de l'Heure, c'est-à-dire à l'Observatoire de Paris, plusieurs pendules de ce genre sont placées dans les caves et sont sous cloche à pression constante. Les comparaisons de ces pendules entre elles, aux signaux de T. S. F., etc., sont faites au moyen des courants instantanés produits par un contact électrique actionné par le balancier à chacune de ses oscillations. Ces courants sont utilisés partout où cela est nécessaire dans l'Observatoire, soit directement, soit par l'intermédiaire de relais s'il s'agit de synchroniser des pendules secondaires.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En effectuant sur un enregistreur des mesures de haute précision des intervalles de temps existant entre les fermetures successives du contact par le balancier, on a observé que ces intervalles différaient entre eux de quantités atteignant parfois le centième de seconde. Ces irrégularités sont dues à l'inégalité inévitable des dents de la roue commandant le rochet de contact ainsi qu'à des variations dans l'établissement du contact lui-même et à d'autres causes encore. Ces mesures ont été faites avec une grande précision grâce à l'enregistrement sur la même bande que les battements de la pendule, des vibrations d'un diapason entretenu électriquement, sans contact matériel, au moyen d'un amplificateur à lampes suivant un procédé dû à M. Abraham.

Pour faire disparaître les causes d'irrégularité dues au contact, celui-ci a été supprimé. Un miroir a été placé sur le balancier et à chaque passage de celui-ci par la verticale un faisceau lumineux est envoyé sur une cellule photoélectrique.

Le courant produit alors par celle-ci, et convenablement amplifié, peut être utilisé pour les mêmes usages que le courant qui était fourni par le contact électrique : enregistrement, écoute à l'oreille, etc. Une des pendules Leroy placée dans les caves de l'Observatoire de Paris à 27 m de profondeur, a été munie d'un tel dispositif dont le fonctionnement est excellent, la cellule étant placée au rez-de-chaussée de l'Observatoire au-dessus d'un puits par où arrive le rayon lumineux du balancier, après avoir traversé un système optique convenable.

On a observé une diminution très nette de la variation des intervalles de temps séparant deux passages successifs du balancier par la verticale, mais il restait encore des inégalités, bien que faibles, provenant soit de l'influence des séïsmes, soit du mouvement d'horlogerie qui entretient les oscillations du balancier. Il a été possible de faire disparaître cette dernière cause en supprimant le mouvement d'horlogerie et *en entretenant les oscillations du pendule par le courant photoélectrique de la cellule*, au moyen d'un dispositif analogue à celui qui est employé pour les pendules électriques ordinaires depuis les travaux de Cornu. Il a fallu pour cela résoudre encore un certain nombre de difficultés et notamment supprimer une action sur deux pour éviter que les effets de ces deux actions ne se détruisent.

Le courant photoélectrique synchronise en même temps une seconde pendule, munie d'aiguilles, et qui sert de compteur.

Un ensemble de ce genre a été réalisé et son fonctionnement a donné satisfaction. Un modèle définitif vient d'être mis en construction. Son rôle ne sera pas de remplacer les excellents garde-temps de M. Leroy, dont la marche journalière est parfaite, mais de servir de diapason ayant la période

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'une seconde, pour la mesure précise d'intervalles de temps comprenant plusieurs secondes ou plusieurs minutes. Les battements successifs sont en effet également espacés contrairement à ce qui se passe dans un garde-temps ordinaire. Les fractions de seconde sont mesurées avec un diapason musical semblable à celui dont il a déjà été parlé. L'usure inévitable des piles et des accumulateurs s'oppose à l'emploi d'une telle pendule comme garde-temps, car cette usure a une influence sur l'amplitude et sur la période des oscillations. L'expérience dira quelle est la durée pendant laquelle la période demeurera pratiquement constante.

La grande précision avec la laquelle il est possible, dans les cas précédents, de déterminer sur un enregistreur la durée des oscillations d'un pendule, a permis d'employer un dispositif analogue aux *mesures de la gravité* au moyen d'un pendule libre sur lequel est simplement disposé un miroir pour obtenir l'enregistrement des oscillations. Des mesures ont déjà été effectuées à l'Observatoire de Paris par le colonel Perrier, avec un pendule Defforges ainsi disposé. Quelques minutes suffisent pour une détermination alors qu'il faut plusieurs heures par la méthode classique des coïncidences. Cette application sera bientôt mise en pratique courante.

C'est à M. Jouaust que revient la plus grande part du mérite de la réalisation et de la mise au point de tous les travaux relatifs aux pendules dont il vient d'être parlé.

Il nous reste encore à parler des recherches et des progrès réalisés dans le domaine théorique de la *propagation des ondes* et des *perturbations dues aux phénomènes atmosphériques*.

Depuis les débuts de la T. S. F., on s'est aperçu que les phénomènes de propagation étaient très irréguliers et que la théorie de la diffraction était impuissante à expliquer les grandes portées obtenues. On avait néanmoins établi des formules empiriques qui correspondaient assez bien aux portées moyennes obtenues avec des postes utilisant des antennes et des puissances déterminées. Citons en particulier la formule d'Austin-Cohen.

L'étude de cette difficile question a été entreprise depuis plusieurs années par un groupement scientifique international. En France, des méthodes spéciales de mesures ont été établies par mon collaborateur et ami, M. Mesny, et des observations suivies sont faites sous sa direction dans une installation spéciale à l'Observatoire de Meudon.

Les résultats obtenus par l'emploi d'ondes très courtes, au-dessous de 100 m, sont venus bouleverser les données considérées comme acquises. Abandonnées à tous ceux qui voulaient s'en servir, parce qu'on considérait

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'elles ne devaient avoir que de faibles portées, ces ondes ont été utilisées par les amateurs de T. S. F. qui ont constaté, au grand étonnement des spécialistes, qu'elles pouvaient atteindre parfois les plus grandes portées qu'on peut réaliser à la surface de la terre, et cela avec une puissance du générateur de quelques dizaines de watts seulement. Les expériences et observations se sont alors multipliées.

Je m'étendrai peu sur ce sujet qui a déjà été exposé en partie par M. Mesny au cours de ces conférences. Je parlerai seulement de quelques expériences et considérations théoriques qu'il a dû laisser de côté.

On sait que l'on admet actuellement que les ondes se réfléchissent sur une couche conductrice située dans la haute atmosphère. En un point quelconque, on reçoit donc d'un émetteur deux ondes, l'une qui s'est réfléchie sur la couche conductrice, l'autre qui a cheminé le long du sol. Ces dernières disparaissent d'ailleurs d'assez bonne heure, si la longueur d'onde est très courte, en raison de l'absorption importante du sol.

Des expériences ont été entreprises par Appleton pour vérifier cette théorie, en se plaçant dans une position telle qu'il pouvait recevoir à la fois l'onde directe et l'onde réfléchie. Les deux groupes d'ondes devaient donc interférer et leur interférence était fonction de leur différence de marche. En faisant varier la longueur d'onde employée, la différence de marche changeait et par suite l'interférence. On devait donc observer des alternatives de renforcements et de silence. C'est bien ce qui fut observé par Appleton en faisant varier la longueur d'onde entre 385 et 395 m. Du nombre de franges constaté, il déduisait la hauteur de la couche réfléchissante, 100 km environ.

Avant d'admettre définitivement ces résultats, il est cependant nécessaire de répéter encore plusieurs fois des expériences analogues dans des conditions variées.

Ces résultats permettent aussi d'envisager une explication satisfaisante des phénomènes d'évanouissement dont il a été parlé tout à l'heure, en admettant que des variations de la couche réfléchissante sont la cause des changements de marche des rayons, se traduisant par des affaiblissements ou des renforcements de la réception.

Il n'a pas été possible malheureusement de faire jusqu'à maintenant des mesures suffisamment nombreuses et suffisamment précises sur les phénomènes très complexes qu'on observe chaque jour. Il semble possible d'admettre cependant qu'on est sur la bonne voie et qu'on peut espérer établir des théories satisfaisantes dans un avenir pas trop éloigné.

On s'est demandé, d'autre part, si le champ magnétique terrestre pou-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vait avoir une influence sur la propagation des ondes. Les travaux de Nichols et Schelleng semblent permettre de répondre affirmativement à cette question.

On démontre en effet qu'un électron libre, placé dans un champ magnétique et animé d'une certaine vitesse, décrit un cercle (ou une hélice) avec une période qu'il est facile de calculer. Si une onde de même période vient à agir sur cet électron, en traversant l'espace dans lequel il se trouve, le mouvement de l'électron sera influencé et des anomalies devront se produire dans la propagation de l'onde. Or, la fréquence du mouvement d'un électron dans le champ magnétique terrestre correspond à une longueur d'onde de 200 à 250 m, et on constate en effet que ce sont avec de telles ondes que les phénomènes d'évanouissement sont les plus marqués.

Nichols et Schelleng ont montré également que les phénomènes de polarisation rotatoire magnétique et de double réfraction devaient aussi se produire pour les ondes hertziennes dans l'espace ionisé qui entoure la terre, et que des anomalies de propagation devaient encore en résulter pour ces ondes. Aucune observation précise n'a pu encore être faite pour appuyer ces idées.

En revanche, l'influence du champ magnétique terrestre et de ses variations brusques produisent ce qu'on appelle des orages magnétiques.

Enfin cette action du champ magnétique semble devoir être aussi la cause des différences observées entre les communications radiotélégraphiques établies de l'Est vers l'Ouest et celles établies de l'Ouest vers l'Est, celles-ci étant les meilleures.

Une autre catégorie de phénomènes ayant probablement des causes analogues à celles de phénomènes qui agissent sur la propagation des ondes, vient aussi troubler les communications radiotélégraphiques. Il s'agit des brouillages apportés à la réception des signaux hertziens par l'action des perturbations électriques de l'atmosphère, produisant ce qu'on appelle en langage courant des *parasites atmosphériques*.

L'expérience a montré que ces parasites étaient étroitement liés à la situation météorologique. De nombreuses études ont été entreprises pour définir exactement cette liaison et pour tâcher d'en déduire une aide pour la prévision météorologique.

Des observations méthodiques sont faites régulièrement dans tous les pays. En France notamment, l'Office national météorologique a mis en œuvre dans ce but tous les moyens d'action dont il pouvait disposer et a confié ces recherches au capitaine Bureau.

Les résultats obtenus par ces multiples observations, ainsi que les con-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

clusions provisoires qui en ont été déduites par ce distingué spécialiste, peuvent être résumés de la façon suivante :

Les parasites atmosphériques, constatés dans une station déterminée, sont très variables au cours d'une année. Ils sont en général, plus nombreux en été qu'en hiver. Quand on se trouve dans une situation météorologique troublée, ils apparaissent et disparaissent brusquement aux heures les plus variées, celles-ci correspondant au moment de production des perturbations météorologiques elles-mêmes, telles que refroidissement brusque accompagné de rotation des vents de l'Ouest vers le Nord, éclaircies, averses, grains, etc.

Il a été possible de déduire tout d'abord des observations que le remplacement d'une masse d'air chaud par une masse d'air froid provoque la production de parasites atmosphériques avec maximum au moment du passage, au point d'observation, de la surface de séparation entre les deux masses. Inversement, le remplacement d'une masse d'air froid, ou air polaire, par une masse d'air chaud, ou air tropical, provoque l'affaiblissement ou la disparition des parasites atmosphériques.

En considérant d'autre part, dans une masse d'air, la variation de la température avec l'altitude, on a observé que si la loi de décroissance est lente, l'air est stable et il ne se produit que peu ou pas de parasites atmosphériques. Si la décroissance de la température est au contraire rapide, l'air est instable, les parasites atmosphériques sont nombreux et violents. M. Lugeon a fait, dans les montagnes de la Suisse, des observations démontrant que les parasites atmosphériques variaient nettement d'intensité avec l'altitude au même instant.

Outre ces troubles variables, qu'on désigne sous le nom de *parasites atmosphériques migrateurs*, on observe, pendant certains jours d'été et de printemps, des troubles se produisant pendant toute une longue période de la journée (de 11 h. 30 m. à 21 h. avec maximum à 15 h.) et qu'on appelle des *parasites atmosphériques stagnants*. Ils correspondent encore à une grande variabilité verticale de la température, qui est due cette fois à l'échauffement du sol par le soleil.

Enfin, en dehors des diverses circonstances qui viennent d'être indiquées, on constate dans les stations situées à l'intérieur de régions où règnent des hautes pressions (anticyclones), que contournent les perturbations météorologiques, l'existence de parasites apparaissant le soir et disparaissant brusquement le matin vers le lever du soleil. On les désigne sous le nom de *parasites atmosphériques périodiques d'anticyclones*. Il est vraisemblable que cette catégorie de parasites se produit partout en permanence mais qu'ils sont masqués souvent par les parasites d'autres espèces.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'emploi de la radiogoniométrie pour l'observation des parasites atmosphériques, a permis de mettre en évidence le caractère migrateur de ceux qui sont dus aux perturbations météorologiques, ainsi que la rotation diurne de la direction où les parasites stagnants sont les plus nombreux.

Le capitaine Bureau a déduit de ses observations que les parasites atmosphériques dépendaient avant tout de la situation météorologique et que, dans la majorité des cas, ils ne provenaient pas de grandes distances. Son avis, pour le moment, est que leur portée varie entre 1 et 200 km.

Cette manière de voir n'est pas entièrement partagée par certains spécialistes étrangers. En Angleterre et en Amérique notamment, on a tendance à admettre que les parasites ont souvent une origine très lointaine.

Cette question sera certainement résolue avant longtemps, grâce au nombre considérable d'observations qui sont faites dans le monde entier, par d'habiles spécialistes, dans le but d'en déduire une amélioration de l'ensemble des moyens permettant de faire la prévision météorologique.

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN JUIN 1926

REITLINGER (HENRI-B.). — **Utilisation technique des recherches récentes sur la vapeur d'eau** (Thèse principale). — **Utilisation de certaines séries, se rattachant aux séries hypergéométriques, pour la résolution de problèmes rencontrés dans la pratique** (Thèse complémentaire). Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris pour obtenir le titre de docteur de l'Université, le 24 avril 1926. In-8 (24 × 15) de 62 + 32 p., X planches. Paris, Imp. de la Cour d'Appel, 1, rue Cassette, 1926 (*Don de l'auteur*). **17123**

CHAMBONNAUD (L.). — **La technique des affaires** (Méthodes françaises et étrangères). **I : Les affaires nouvelles.** 3e édition. In-8 (23 × 15) de VIII + 291 p. Paris, Dunod, 1926. **17124**

LACOIN (LOUIS). — **Cours de moteurs à combustion interne.** Livre I : **Puissance fournie par le combustible** (Cycles, diagrammes, combustibles, gazogènes, essais). 6e édition. In-8 (22 × 17) de 338 p., 87 fig. Paris, École spéciale des Travaux publics, 1926. **17125**

DUPONT (G.). — **Les essences de térébenthine** (*Encyclopédie Léauté*, 2e série). In-12 (19 × 13) de 332 p., 52 fig. Paris, Masson et Cie; Gauthier-Villars et Cie, 1926. **17126**

AMMANN (P.), ARIBERT (M.), BERTIN (A.), BRETONNET (F.), CHALOT (C.), NOACHOVITCH (G.), THIRIET (A.), VIDAL (L.). — « **Parasolier** » **et papier de** « **Parasolier** » (*Bibliothèque de l'Institut national d'Agronomie coloniale*). In-8 (25 × 16) de 76 p., 7 fig., VIII pl. Paris, Émile Larose, 1926. **17127**

CHAPLET (A.). — **Pour l'inventeur.** Méthodes de recherches. Inventions à réaliser. Brevets et marques. Renseignements pratiques indispensables à tous les techniciens. In-12 (19 × 12) de VIII + 212 p., 72 fig. **Bibliographie**, p. 201-203. Paris, Dunod, 1926. **17128**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ROUX (CH.). — **Pour le relieur amateur et professionnel.** Procédés, formules, recettes, tours de main et « trucs » de toutes sortes pour le brochage, la reliure, la marbrure, la réparation des livres. In-12 (19 × 12) de VIII + 162 p., 92 fig. **Bibliographie**, p. 152-154. Paris, Dunod, 1926. **17129**

CLAUDE (GEORGES). — **Air liquide, oxygène, azote, gaz rares.** 2e édition revisée et mise à jour. In-8 (25 × 16) de 424 p., 166 fig. Paris, Dunod, 1926. **17130**

HORSIN-DÉON (E.). — **Ce qu'il faut savoir pour exporter.** 2e édition. In-8 (22 × 14) de 241 p. Paris, Dunod, 1926. **17131**

Catalogue modèle de l'ingénieur, 2e édition, **1926-1928**, publié par les éditeurs du Catalogue modèle de l'Architecte. In-4 (32 × 24) de XV + 419 p , fig. Paris, Société de publication de Catalogues modèles, 5, rue du Pré-aux-Clercs, 1926. **17132**

***

JAPY (GASTON). — **Plan de redressement financier.** In-8 (24 × 15) de 24 p. 1926 (*Don de l'auteur, membre de la Société*). **Pièce 13112**

BRÈS (H.). — **L'Union d'Électricité.** In-8 (21 × 13) de 63 p., 28 fig. Paris, Édité par la Revue industrielle, 57, rue Pierre-Charron, 1926. **Pièce 13113**

DELAS (A.). — **Le problème actuel du condenseur à surface.** In-8 (21 × 13) de 23 p., 12 fig. Paris, édité par la Revue industrielle, 57, rue Pierre-Charron, 1926. **Pièce 13114**

DUHAMEL (ÉLISÉE). — **Lavage et lissage de la laine.** Étude de l'emploi du savon. Application des théories colloïdales sur l'état divisé du savon et de la laine. Conférence faite le 28 mai 1925 à la Société industrielle de Lille (Extrait du *Bulletin « Le monde industriel » de la Société industrielle du Nord de la France*, juin 1925). In-8 (25 × 16) de 7 p. Lille, Imp. L. Danel, 1925. **Pièce 13115**

PLANA SANCHO (AGUSTIN). — **Estudio completo de una mestra de fundicion de hierro.** (Ministerio de Trabajo, Comercio y Industria. Comité español para el ensayo de la fundicion. Publicaciones de la Comision permanente de industria). In-8 (23 × 16) de 39 p., 31 fig. Madrid, Artes de la ilustración, Provisiones, 12, 1925. **Pièce 13116**

***

PRÉFECTURE DE POLICE (2e Division : 2e Bureau). — **Rapport sur les opérations du Service d'Inspection des Établissements classés dans le Département de la Seine pendant les années 1924 et 1925**, présenté à M. le Préfet de Police par M. L. BRUNEL. Paris, Imp. Chaix, 1926. **Pér. 245**

CHAMBRE DE COMMERCE DE PARIS. — **Compte rendu des travaux.** Année **1925.** Tome I : *Commissions d'études;* Tome II : *Commissions administratives*. Paris, Librairies-Imprimeries réunies, 7, rue Saint-Benoit, 1926. **Pér. 148**

UNIS-FRANCE. Union nationale intersyndicale des Marques collectives. — **Annuaire officiel, 1926.** Paris, 8, place de la Bourse. **Pér. 91**

Science et industrie. — N° **151** (1926) : *Force motrice et combustibles, Forces hydrauliques*, 176 p., fig. — N° **153** (1926) : *La route*, 111 p., fig. Paris, 22, avenue Montaigne. **Pér. 111**

SOCIETY OF NAVAL ARCHITECTS AND MARINE ENGINEERS. — **Transactions.** Vol. XXXIII, **1925**, New York, 29 West 39th Street. **Pér. 53**

L'agent général, gérant,

E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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

ÉTAT FINANCIER DE LA SOCIÉTÉ

1° Rapport présenté par M. Cornu-Thénard, au nom de la Commission des Fonds, sur les comptes de l'exercice 1924.

MESSIEURS,

Conformément à l'article 31 de vos statuts, la Commission des Fonds a examiné les comptes de votre Société pour l'exercice 1924 : elle m'a chargé de vous présenter son rapport, que j'ai l'honneur de vous soumettre aujourd'hui.

Nous passerons successivement en revue les mouvements, d'une part des comptes des Fonds généraux, d'autre part des comptes des Fonds spéciaux et des Fondations.

PREMIÈRE PARTIE

FONDS GÉNÉRAUX

RECETTES	fr c	DÉPENSES	fr c
1° Cotisations annuelles des membres ordinaires de la Société.	68.514,00	1° Bulletin et autres publications de la Société (excédent de dépenses) . .	35.769,00
2° Arrérages et intérêts.	65.800,60	2° Service de la Bibliothèque	16.639,00
3° Recettes diverses . .	9.021,85	3° Frais d'administration	55.462,90
		4° Immeubles (excédent de dépenses)	23.568,15
A reporter	143.336,45	*A reporter*.	131.439,05

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

	fr c		fr c
Report	143.336,45	*Report*	131.439,05
		5° Prix et médailles . .	2.201,65
		6° Conférences	1.396,50
		7° Pensions	3.600,00
		8° Versement à la Réserve de la Table décennale.	1.000,00
		9° Versement de l'excédent à la Réserve	3.699,25
Total des recettes. . .	143.336,45	Total comme ci-contre.	143.336,45

Pour la première fois, nous voyons apparaître le résultat de la décision prise par votre Assemblée générale du 17 juin 1922, en ce qui concerne les cotisations annuelles des membres ordinaires de votre Société : cette source de rentrée a produit 68.514,00 fr soit 32.000 fr environ de plus en 1924 qu'en 1923.

Les arrérages et intérêts restent, d'une année à l'autre, sensiblement au même chiffre.

Quant aux « Recettes diverses », elles semblent notablement supérieures, de près de 4.000 fr, à celles de l'exercice précédent ; mais ceci n'est dû qu'à l'inscription, sous cette rubrique, du remboursement des frais d'impression, s'élevant à plus de 5.000 fr, de nombreux tirages à part : cette somme devrait en réalité, être défalquée du montant du premier article des dépenses.

Les dépenses atteignent, en 1924, le total de 143.336,45 fr contre 111.170,30 fr seulement en 1923. La cause de cette augmentation se trouve dans le renchérissement progressif de toute chose ; toutefois, vous constaterez que les frais d'administration et les décaissements relatifs au Service de la Bibliothèque sont restés, d'un exercice au suivant, sensiblement au même niveau. Ce sont, tout spécialement, les frais d'impression de vos publications — en excédent d'une dizaine de mille francs — et les dépenses d'entretien de vos immeubles — en excédent de 16.000 fr environ — qui accroissent les charges de l'année étudiée.

Malgré cela, après le versement habituel de 1.000 fr à la Réserve de la Table décennale, l'exercice se clôt par un excédent de recettes de 3.699,25 fr, qui est porté au Fonds de Réserve, ainsi reconstitué. L'an dernier, nous vous le rappelons, il avait fallu, pour solder les écritures, emprunter plus de 3.000 fr au Fonds d'Accroissement (Fondation Jollivet).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

DEUXIÈME PARTIE

FONDS SPÉCIAUX ET FONDATIONS

Nous avons le plaisir de vous signaler, en abordant cette deuxième partie des comptes, le versement de 1.800 fr fait par la Société du Gaz de Paris, à titre de souscripteur perpétuel.

La Commission des Fonds vous présentera, l'an prochain, l'examen individuel et détaillé des comptes des divers Fonds spéciaux et Fondations : cette fois encore, elle se borne à vous donner une vue d'ensemble du jeu des écritures, en vous priant de vous reporter au Bilan, qui figure à la fin de ce rapport, pour y trouver, par comparaison avec les documents antérieurs, tous renseignements susceptibles de vous éclairer.

Le portefeuille commun aux Fonds spéciaux et Fondations, dont la totalisation est inscrite au bilan pour 84.740 fr, ne comporte que des titres de rentes françaises 1920 à 5 et 6 p. 100.

D'autre part, les valeurs affectées aux Fonds spéciaux et Fondations comprennent :

46.809 fr de rentes sur l'État français, et 827 obligations de chemins de fer.

Les Fonds généraux, de leur côté, sont représentés par :

60.233 fr de rentes sur l'État français, et 27 obligations de chemins de fer.

Vous apprécierez, Messieurs, le rôle que joue votre Société, dans le domaine que lui assignent ses statuts, en constatant le montant des sommes distribuées en 1924, sous forme de prix, subventions ou secours, soit plus de 40.000 fr ainsi répartis :

sur les revenus des Fondations :	
Prix	20.350,00 fr
Subventions et brevets d'invention	15.996,00 —
Secours	2.113,60 —
sur les Fonds généraux :	
Prix et médailles	2.201,65 fr
Total	40.661,25 fr

Il faut remarquer que votre Conseil a eu à décerner, en 1924, le prix du marquis d'Argenteuil, d'une valeur de 12.000 fr; il a été attribué à M. et Mme Pierre Curie.

Telles sont les explications complémentaires que la Commission des Fonds

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avait à vous présenter à l'appui des documents qui sont soumis aujourd'hui à votre approbation.

Le renchérissement continu de toute chose rend très ardue la tâche de votre Conseil qui, comme vous avez pu le constater en comparant les dépenses des exercices successifs, s'ingénie à conserver à votre Société toute son activité, sous toutes ses formes, sans grever son budget de charges que ses ressources normales ne lui permettraient pas de supporter. Aussi avons-nous à cœur de remercier, de façon spéciale, les éminentes personnalités qui assurent avec tant d'ardeur et de désintéressement, la direction que vous leur avez confiée : notre reconnaissance va tout particulièrement à M. Mesnager, votre président, à votre trésorier M. Alby et à vos secrétaires généraux, MM. Hitier et Toulon. Qu'il nous soit permis de rendre ici un suprême hommage à M. Toulon : son souvenir restera longtemps gravé dans la mémoire de nos Collègues, si son nom figure, pour la dernière fois, à ce rapport.

Le Rapporteur,
CORNU-THÉNARD.

Lu et approuvé en assemblée générale le 12 juin 1926.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1924

ACTIF

	fr c	fr c
Immeuble rue de Rennes, n° 44	600.000,00	
Immeuble rue Saint-Benoît, n° 15	141.452,50	2.756.303,21
Portefeuille de la Société (valeur d'achat)	2.014.850,71	
Portefeuille des fondations (valeur d'achat)	1.111.919,62	
Portefeuille du Fonds d'Accroissement (fondation Jollivet) (valeur d'achat)	432.788,97	1.544.708,59
Portefeuille commun (valeur d'achat)		84.740,00
Caisse et banquiers		74.357,49
Débiteurs divers		18.823,71
TOTAL DE L'ACTIF		4.479.133,00

PASSIF

		fr c
Valeurs mobilières et immobilières appartenant à la Société.		2.756.303,21
Valeurs des fondations		1.544.708,59
Fondation Jollivet	»	
— d'Argenteuil	3.199,74	
— Bapst (secours)	6.462,05	
— Bapst (recherches)	7.652,35	
— Christofle	3.864,05	
— Galitzine	1.032,84	
— Carré	1.041,88	
— Fauler	1.052,40	
— Legrand	5.275,93	
— Christofle et Bouilhet	3.202,72	
— de Milly	3.942,93	
— de Baccarat	356,95	
— Fourcade	»	
— Menier	597,01	
— Roy	7,40	
— Baude	1.591,76	
— Giffard	3.444,03	
— Meynot	7.565,08	
— Melsens	343,60	
— Classe 50 (1867)	463,05	178.121,20
— Parmentier	1.687,00	
— Classe 51 (1889)	214,20	
— — 21 (1889)	113,92	
— — 63 (1889)	2.147,21	
— De Salverte	331,95	
— Massion	4.042,96	
— Lamy	360,00	
— Gilbert	2.469,00	
— Danton	758,23	
— Armengaud	32.500,00	
— Classe 65 (1900)	388,08	
— Osmond	18.637,55	
— Robin	11.059,55	
Souscriptions perpétuelles et à vie	18,06	
Réserve de la Société	3.699,25	
Réserve de la Table décennale	6.615,90	
Recherches sur la fragilité des aciers	2.581,00	
Dons divers	503,00	
Créanciers divers	38.898,57	
TOTAL DU PASSIF		4.479.133,00

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2° Rapport présenté, au nom des Censeurs, par M. Paul de Rousiers, l'un d'eux, sur les comptes de l'exercice 1924.

MESSIEURS,

Notre collègue, M. Cornu-Thénard, vous a présenté, au nom de la Commission des Fonds, un rapport qui expose avec sincérité et d'une manière complète la situation financière de notre Société. Nous ne pouvons que lui donner notre entière adhésion.

La période dans laquelle nous vivons actuellement pose un problème grave pour les institutions dotées d'un patrimoine. Ce patrimoine diminue, en effet, de valeur dans le moment même que les arrérages qu'il produit s'équilibrent de moins en moins avec les charges auxquelles ils étaient destinés à faire face. Aussi, la meilleure garantie de l'avenir se trouve-t-elle moins dans les ressources accumulées et très sagement administrées, dont dispose la Société d'Encouragement, que dans le dévouement constant et éclairé de ceux qui la dirigent ou qui lui donnent leur concours. L'augmentation du taux des cotisations, l'organisation de la publicité dans le *Bulletin* et dans l'*Annuaire* ont déjà heureusement réagi contre le danger qui nous menaçait. D'autres mesures ne manqueraient pas d'être prises s'il était nécessaire, car nous sommes conduits par des gardiens vigilants et prêts à seconder leurs initiatives.

Dès à présent, chacun de nous peut, par son action propre, améliorer à la fois la situation financière de la Société et contribuer au développement de son activité en lui amenant des membres nouveaux. Qu'il nous soit permis de faire appel à nos collègues pour leur signaler l'utilité de cette propagande, recommandable en tout temps, mais tout particulièrement indiquée dans les ciconstances actuelles.

Nous vous demandons, Messieurs, d'exprimer toute notre gratitude à notre président M. Mesnager, à notre trésorier, M. Alby, à nos secrétaires généraux, M. Hitier que nous sommes heureux de compter toujours parmi nous et M. Toulon que nous avons eu la douleur de perdre, à notre agent général, M. Lemaire, et nous vous proposons d'approuver les comptes tels qu'ils vous sont présentés.

L'un des Censeurs,
PAUL DE ROUSIERS.

Lu et approuvé en assemblée générale le 12 juin 1926.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LA VIS ET L'ÉCROU DANS L'HISTOIRE DES PEUPLES [1],

par

M. CH. ZETTER,
membre du Conseil.

Mêlé depuis bien des années aux études faites par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, relatives à l'unification des filetages mécaniques, je m'étais demandé à cette époque quelle était l'origine de la vis, de l'écrou et du boulon.

Je me mis dans ce but en rapport avec les plus grands savants et les linguistes les plus réputés des diverses parties du monde et je constituai une documentation accompagnée de gravures fort curieuses dont les événements de 1914 arrêtèrent la publication.

Cet ouvrage très important n'est pas encore prêt, mais j'ai pensé, en vous en résumant les points essentiels, qu'il vous intéresserait de connaître les origines de ces organes que vous utilisez et utiliserez dans l'avenir.

Malheureusement, malgré mon grand désir, il ne m'a pas été possible ici de vous projeter les vues qui auraient rendu plus intéressant l'exposé que je vais vous faire.

GÉNÉRALITÉS. — Il pourra paraître étonnant au premier abord qu'on se soit occupé de l'histoire de ces humbles organes qui passent inaperçus devant l'intérêt que présentent les appareils, les matériels, les machines dans lesquels ils trouvent leur application. Mais toute construction est le résultat pratique d'une invention, et lorsque celle-ci a pénétré dans le domaine de notre existence, elle rentre immédiatement dans l'histoire de la civilisation, dans l'histoire des peuples.

A une époque où les inventions étaient peu fréquentes, l'on ne connaissait guère, dans l'antiquité, que la spirale ou la vis d'escalier, la vis d'Archi-

(1) Discours prononcé par l'auteur, M. Ch. Zetter, délégué général du Syndicat général de la Construction électrique, le 2 juillet 1926, au cours de la cérémonie de distribution des récompenses aux apprentis des cours de perfectionnement créés par le Syndicat.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mède, celle du pressoir, et quelques rares applications du même principe dans certains instruments employés à ces époques lointaines. Pour réunir les pièces entre elles, on se servait d'agrafes, de clous, de rivets.

La vis qui, à l'exception du pressoir et de la spirale des escaliers, n'a pour ainsi dire plus d'utilisation pendant le Moyen Age, au moins en Occident, reparaît pourtant timidement aux XII^e^ et XIII^e^ siècles, mais dès la Renaissance, elle se diffuse en prenant sa place dans toutes les applications des découvertes qui commencent à se multiplier à cette époque, pour aboutir à cet étonnant développement de la mécanique et de l'électricité qui marque d'une si forte empreinte notre actuelle civilisation.

On regarde avec admiration tourner les énormes alternateurs qui transportent au loin la force motrice et la lumière. L'esprit reste confondu devant les puissantes locomotives d'aujourd'hui, entraînant dans leur course vertigineuse tant de vies humaines, devant ces puissants moteurs qui font glisser sur les mers les gigantesques transatlantiques et les navires de guerre. On est effrayé par la rapidité des automobiles, et l'on s'émerveille du vol hardi des avions et des dirigeables disputant la maîtrise de l'air aux aigles dont le vol est si rapide et qui s'élèvent si haut dans l'espace.

Mais il ne vient pas à l'esprit que, pour permettre à toutes ces machines de produire un tel travail, il est indispensable que leurs différents organes soient reliés par une pièce à toute épreuve, par l'humble vis et son écrou. La rupture de la première, le desserrage du second peuvent produire, tout modestes qu'ils soient, les plus grandes catastrophes; et si la vis et l'écrou ne sont rien en principe, perdus dans les magnifiques applications des découvertes où ils trouvent leur emploi, ils sont tout par la facilité qu'ils offrent de réunir solidement les divers organes des machines d'une façon infiniment pratique.

Aussi les constructeurs apportent toute leur science à la fabrication de ces pièces.

A la fin du siècle dernier, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale préconisait un système remarquable de filetage métrique pour la grosse mécanique, qui fut adopté par les nations présentes au Congrès de Zurich en 1898 et devint ainsi international, et, depuis, elle continua son étude au point de vue national pour l'unification des filetages de la petite mécanique, adoptée aujourd'hui par tous les ministères et administrations de France.

Il est nécessaire de faire une mention toute spéciale de la Commission des Filetages de cette société, commission présidée par le général Sebert qui, par son énergie et sa persévérance, devait mener à bien une tâche aussi lourde que difficile. Par la suite, la Commission permanente de Standar-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

disation coordonnait et développait toutes les règles de la grosse et de la petite mécanique qui, de ce fait, sont devenues officielles. L'adoption internationale d'un système unique pour la petite mécanique est le but que poursuivent aujourd'hui la Société d'Encouragement et aussi la Fédération de la Mécanique.

Je me propose, à la fin de l'ouvrage en préparation, de réserver une place toute particulière à ces études si importantes d'unification et, m'inspirant de la pensée de Pascal, je dirai que « la dernière chose que l'on trouve dans un ouvrage est celle qu'il faudrait mettre la première ».

LA SPIRALE, L'HÉLICE ET LA VIS DANS LA NATURE. — Les créations de la nature ont inspiré, dans bien des cas, celles des hommes. L'hélice est l'un des moyens par lesquels elle permet à la graine détachée de ne pas tomber au pied même de l'arbre où elle risquerait de périr. Comme les oiseaux transportent au loin et répandent les graines dont ils sont friands, et comme l'eau soutient les graines des plantes aquatiques faites pour flotter, de même aussi le vent saisit et porte la graine du tilleul ou de l'érable suspendue à la tournoyante spirale d'une bractée construite en hélice.

Les vrilles de la vigne, le cep de la vigne lui-même qui s'enroule autour de son tuteur, les diverses lianes et plantes grimpantes présentent l'image de la spirale.

Les serpents la suggèrent, aussi, enroulés autour d'une branche ou d'un tronc d'arbre; un grand nombre de coquillages la montrent d'une façon saisissante. Y a-t-il rien de plus frappant que de voir l'escargot qui, sorti de sa coquille, a bien la forme d'une vis, alors que cette coquille qui le logeait donne l'idée de l'écrou?

Les cornes des moutons de Valachie sont, comme le dit Cuvier, élevées en forme de vis. Le porc, pour fouiller le sol, imprime à son groin un mouvement hélicoïdal, tandis que sa petite queue est roulée en vrille.

On pourrait montrer par bien d'autres exemples l'image de la vis dans la nature; aussi n'est-il pas surprenant que les premiers hommes, s'inspirant de ce qui s'offrait à leurs yeux, aient reproduit dans leurs ornements la spirale ou la vis.

LA SPIRALE, L'HÉLICE, LA VIS DANS LES ORNEMENTS DE L'ANTIQUITÉ. — C'est au musée de Saint-Germain que se trouvent les ornements les plus anciens de cette nature. Tel un bâton de commandement de l'époque préhistorique du renne, terminé par une sculpture en forme de vis; tel un collier datant de dix siècles avant l'ère chrétienne, découvert en Danemark, également sculpté en forme de vis; sur des ornements des époques gauloise et méro-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vingienne, bijoux et armes, remis au jour en maints endroits, se marque la réminiscence de la spirale, de l'hélice, de la vis.

Cette adaptation ornementale s'est, du reste, perpétuée jusqu'à nos jours.

Il est donc fort admissible que l'homme, empruntant à la nature l'idée de la spirale et de l'hélice, ait été amené à créer la vis sous diverses formes, puis nécessairement l'écrou.

ORIGINE DU MOT VIS. — Dans *La vie des mots*, DARMESTETER dit excellemment : « Le nom n'a pas pour but de définir la chose, mais seulement d'en évoquer l'image. » Cette phrase s'applique parfaitement aux mots désignant la spirale, l'hélice et, en conséquence, la vis d'une part, l'écrou de l'autre.

Les noms les plus anciennement connus désignant la spirale, puis la vis, sont, dans la langue arabe : *laoulab*, dans la langue persane : *laulah*, dans la langue hébraïque : *lul*, mots formés d'une racine signifiant l'action de rouler en spirale, et que l'on trouve aux époques les plus reculées pour désigner le turban oriental, pièce d'étoffe roulée en spirale autour de la tête.

Chez les Grecs, c'est le nom de l'escargot, κοχλίας évoquant ce mollusque dont l'analogie leur paraissait si frappante avec la vis, qui servit à désigner celle-ci.

Les Romains appelèrent du même mot, *cochlea*, tout ce qui rappelait la spirale, l'hélice et la vis, comme la vis d'Archimède, la vis de pressoir, la vis d'escalier. L'épithète de *columna cochlis* s'appliquait à la colonne Trajane à Rome, dans l'intérieur de laquelle monte un escalier en limaçon, et que revêt à l'extérieur un bas-relief en spirale; on en retrouve l'inspiration dans la colonne Vendôme, érigée en souvenir de l'empereur Napoléon Ier.

Comment le mot vis a-t-il remplacé le mot cochlea? La France a toujours été un pays de vignobles. Lors de la conquête des Gaules par les Romains, l'étendue du territoire qu'ils couvraient était telle que Jules César en fit brûler une grande partie pour créer à leur place des terrains propres à la culture.

Il est plausible de supposer que cette abondance de la vigne dans les Gaules conduisit au remplacement du mot cochlea par celui de *viz*, puis *vis*, signifiant la vrille ou le cep de la vigne, dont l'image, devenue plus familière, représentait parfaitement la spirale.

Cette substitution de mots ne put se faire qu'à l'époque où apparut le français, dialecte en usage dès le Xe siècle dans l'Ile-de-France et qui se répandit peu à peu sur tout le territoire, supplantant en deux siècles environ tous les dialectes locaux dans les diverses contrées qui devaient à la longue former la France. Il est en tout cas certain que le nouveau terme était

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

employé dans la première moitié du XIII^e siècle, comme en font foi les écrits qui datent de cette époque.

ORIGINE DU MOT ÉCROU. — Il est incontestable que l'écrou fut connu presque en même temps que la vis et pourtant son appellation ne se retrouve pour la première fois que vers la fin du XIV^e siècle, soit plus de cent ans après qu'a été signalé le mot *viz* dans certains auteurs.

Eustache Deschamps, auteur de ballades et de rondeaux, qui combattit aux côtés de Charles V et de Charles VI, fit usage du mot *escroe*, qui devint par la suite *escrou*, puis *écrou*. Voici le sonnet où l'on trouve pour la première fois ce mot :

La cloche qui point ne se meut
cour les contrepoids et les roes
qui tous dis vont par leurs escroes
en tournant jusqu'à certaine heure.

Ce mot *escroes* vient probablement du bas latin *scrobs*, *scrobis*, signifiant tout particulièrement le trou fait par le porc creusant le sol avec son groin par un mouvement hélicoïdal.

A la même époque paraissait pour la première fois en Allemagne le mot *Schrauben* qui veut dire vis, et *Mutterschrauben*, ou mère de la vis, soit écrou.

Une longue discussion s'engagea de notre temps pour savoir si ces mots allemands, dont le son rappelle ceux de *scrobs* et d'écrou, tiraient leur origine du mot latin ou d'une source différente. Il serait trop long d'entreprendre ici cette étude qui fit couler beaucoup d'encre, mais il suffit de se rappeler que le mot *viz* se retrouve dans les écrits français du XIII^e siècle, à l'époque de saint Louis, que le mot écrou ne fut employé qu'une centaine d'années plus tard, qu'en Allemagne ces deux mots, jusqu'alors ignorés, ne furent usités qu'au moment où apparaît le mot écrou en France.

ORIGINE DE LA VIS ET DE L'ÉCROU. — La plus ancienne application de la vis dont j'aie trouvé la trace date du X^e siècle avant Jésus-Christ : c'est un escalier tournant en spirale utilisé dans la construction du Temple de Salomon, à Jérusalem.

On trouve à ce sujet dans l'Ancien Testament, Livre des Rois, le passage suivant : « L'entrée des chambres du milieu était du côté droit de la maison et on y montait par une vis aux chambres du milieu et de celles du milieu à celles du troisième étage. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Salomon, pour édifier ce vaste édifice, fit appel à Hyram, roi de Tyr, qui fut chargé de diriger les travaux, et l'exécution se fit avec l'aide des ouvriers phéniciens.

Il est probable que les Phéniciens, peuple voyageur par excellence, ayant appliqué la spirale à l'escalier du Temple, la transportèrent par la suite en Grèce où l'on retrouve également quelques escaliers de même construction.

L'idée de la vis d'escalier s'est du reste conservée, depuis cette lointaine antiquité, à travers le Moyen Age jusqu'à nos jours.

Les anciens attribuent l'invention de la vis proprement dite à Archytas, philosophe grec né à Tarente 440 ans avant Jésus-Christ. Illustre mathématicien et géomètre, il fut en même temps un grand guerrier. On lui doit non seulement la vis, mais encore la poulie et la crécelle. Il imagina aussi, dit-on, une colombe qui, par un ingénieux mécanisme, volait dans les airs.

Qu'était la vis d'Archytas? Les écrits sont obscurs sur ce point, mais il semblerait que ce fût un clou à vis, soit la vis à bois. Pourtant aucune trace de vis à bois de cette époque n'a été retrouvée; aussi rapporte-t-on en général l'invention de la vis à Archimède, qui vécut trois siècles avant Jésus-Christ.

Il créa, dit-on, la vis sans fin, et aussi la vis d'épuisement que certains auteurs toutefois prétendent avoir été connue des Égyptiens. Longtemps avant la naissance d'Archimède, ils s'en servaient pour dessécher les plaines que les débordements du Nil venaient de couvrir. Cette vis consistait en un cylindre incliné tournant sur deux pivots, autour duquel s'enroulait en spirale un cylindre creux.

Puis parut la vis de pressoir au premier siècle avant Jésus-Christ, comme en témoigne la photographie d'un pressoir trouvé dans les ruines de Fayoum, qui me fut offerte par le conservateur du musée gréco-romain d'Alexandrie.

Jusqu'à cette époque, les grappes de raisin étaient placées dans de grandes outres à l'extrémité desquelles on fixait deux bâtons en croix auxquels on imprimait un mouvement de rotation qui permettait ainsi d'extraire, à travers les mailles de l'outre, le jus de la vigne.

La découverte de la vis du pressoir réalisa un véritable progrès, non seulement pour la fabrication du vin, mais aussi pour l'utilisation ultérieure de la vis, car elle impliquait l'invention de l'écrou.

Le pressoir à vis est signalé plus tard dans notre pays dans des actes dressés par Charles le Chauve, en l'an 872 après Jésus-Christ. Il n'a pas cessé d'être utilisé jusqu'à nos jours.

Il semble qu'à l'époque romaine, la vis proprement dite était connue dans les ateliers. Les fouilles pratiquées à Pompéi ont en effet mis au jour un instrument de chirurgie dont le fonctionnement était assuré au moyen d'une vis de rappel. Elle existait également sous forme de clou à vis ou vis à bois,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mais, sous l'une ou l'autre forme, elle était très peu employée à cause de l'extrême difficulté de fabrication.

La vis disparut presque complètement en Occident dans la ruine de la civilisation romaine sous les coups des invasions des Barbares qui, au Ve siècle, s'emparèrent de Rome. Alors commence l'obscure période de la première partie du Moyen Age après laquelle il fallut lentement tirer de l'oubli ou réinventer ce qui avait péri dans ce grand écroulement de l'empire romain.

Aux XIIe et XIIIe siècles, on retrouve des crosses épiscopales entrant à vis dans le bâton qui les supportait. Dans certains cas, le bâton lui-même était formé de plusieurs morceaux pénétrant à vis les uns dans les autres.

Il existe, dans une horloge de la cathédrale de Beauvais, du XIVe siècle, quelques pièces fixées par des vis. Il en est de même pour d'autres horloges d'une époque plus lointaine, mais comme elles furent maintes fois réparées, il se pourrait que ces vis soient beaucoup plus récentes.

Tel était l'état de la question dans notre pays et les pays voisins.

En Orient, par contre, la vis n'était pas tombée en oubli, et, dès le VIIe siècle de l'ère chrétienne, on trouve en Grèce, dans les remarquables travaux de Paul d'Égine, la description d'instruments de chirurgie munis de vis.

Au Xe siècle, on constate que les Arabes se servaient fréquemment de la vis à bois dans leurs travaux de charpente. Au XIIIe siècle, un mécanicien et horloger arabe nommé Ridvan se servit de la vis pour fermer ou démasquer une ouverture (c'est le principe du robinet à vis utilisé de nos jours). Il l'employa également pour tendre une corde.

Ainsi, conservée en Grèce, la vis fut transportée chez les Arabes qui participèrent si étroitement à la civilisation byzantine.

Lors de la VIIe croisade, organisée par le roi saint Louis au XIIIe siècle, le sire de Joinville, qui nous a laissé des mémoires fort intéressants et curieux, raconte le fait suivant : « Tandis que le roi fortifiait Sayette, vinrent vers lui les messagers d'un grand seigneur du fond de la Grèce, lequel se faisait appeler le grand Comène, seigneur de Trébizonde. Ils apportèrent au roi divers joyaux en présent; entre autres choses, ils lui apportèrent des arcs en bois de cormier dont les deux bouts étaient vissés dans le bois de cormier et quand on les dévissait on trouvait que les vis étaient à l'extérieur très mordantes et très bien façonnées. »

Voilà Joinville, esprit observateur, qui s'extasie devant un arc (ou plutôt une arbalète) muni de vis servant probablement à tendre la corde suivant l'invention de Ridvan. Il attire l'attention sur ce perfectionnement qu'il ignorait certainement, bien qu'il connût le mot *viz*, mais sans prévoir les applications innombrables qui en furent faites par la suite.

Tous les récits de l'époque prouvent que la vis existait en Orient pendant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le Moyen Age, mais bien qu'elle fût accompagnée de l'écrou, il n'est jamais fait mention de celui-ci.

Il est certain que les Orientaux connurent la vis à métaux et son écrou, comme l'indiquait Paul d'Égine, et ce sont eux qui l'introduisirent chez nous, mais comment? Les uns pensent qu'elle fut apportée en Espagne pendant la longue occupation de ce pays par les Maures.

Au cours d'un entretien que j'eus avec le célèbre archéologue Dieulafoy, surtout connu par les fouilles qui mirent au jour de si remarquables monuments en Perse, entre autres le temple de Suse en Bactriane, mais qui avait également consacré d'importantes études à l'orfèvrerie espagnole du XVI^e^ siècle, il me dit n'avoir jamais rencontré de vis dans ses découvertes archéologiques, et n'avoir pas, d'autre part, songé à examiner si les pièces décrites dans son ouvrage sur le XVI^e^ siècle étaient réunies par des vis, car il n'avait pas soupçonné l'importance de cet organe dans les assemblages.

Les renseignements que je lui donnais ayant retenu son attention, il me promit de faire des recherches à ce sujet. Sur ces entrefaites, la guerre éclata, d'autres préoccupations devaient l'absorber, comme tout le monde, du reste; il partit, si je ne me trompe, au Maroc comme colonel, et mourut quelque temps après.

On a pourtant retrouvé des vis fermant le sarcophage où étaient contenus les restes de Christophe Colomb, dont la mort remonte à 1506, soit au commencement du XVI^e^ siècle, ce qui indique qu'en Espagne la vis était connue à cette date.

Parallèlement, je recherchais si la vis n'aurait pas pénétré d'Orient en France par un autre chemin que l'Espagne.

Le général Niox, alors gouverneur des Invalides, mit à ma disposition, en faveur de ces recherches, le Musée de l'Armée, m'autorisant à démonter toutes les armures et les armes dont les pièces me sembleraient être assemblées par des vis. Toutes celles qui étaient antérieures au XV^e^ siècle ne comportaient aucune vis, et la première que je rencontrai, par grand hasard, se trouva dans une armure datant de 1457. C'était celle d'un homme d'armes des compagnies d'ordonnance instituées par Charles VII, qui furent l'origine de la milice française, et par conséquent de l'armée française.

Le cimier du casque porte, à la partie supérieure, une vis et un écrou, soit un boulon utilisé à serrer le panache. Cette vis conique, assez grossière d'aspect, fut donc exécutée au commencement de la Renaissance, quatre ans après la prise de Constantinople par les Turcs. Il ne serait donc pas étonnant qu'après la chute de cette ville, les Grecs, refoulés de leur capitale, aient apporté leurs industries en Occident, avec leurs sciences et leurs manuscrits. Ils purent donc parfaitement faire connaître la vis et l'écrou, et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par conséquent le boulon mécanique tel que je le rencontrai au Musée de l'Armée.

Dès lors, la vis et l'écrou trouvent leur application dans toutes les découvertes qui se font jour au moment où se lève l'astre brillant de la Renaissance.

Il est fait mention de la vis à bois, dans certaines de ces factures que Louis XI vérifiait personnellement, comme moyen de serrage des diverses pièces constituant son lit.

Elle permet à Gutenberg d'imprimer son premier livre et de diffuser ainsi tous les trésors contenus dans les écrits apportés par les Grecs.

Elle apparaît dans toutes les armures, puis dans les armes à feu qui révolutionnent l'art de la guerre, obligeant à une étude plus approfondie de la chirurgie. On traduit les ouvrages de Paul d'Égine et la vis de rappel fut rapidement utilisée dans les instruments chirurgicaux.

On la voit dès lors employée à tous les usages, depuis les instruments de torture jusqu'aux instruments de musique, dans les horloges, les pendules, dans l'ameublement, dans la ferronnerie, le bronze, les balanciers pour la frappe des monnaies et des médailles, en architecture où l'on perfectionne la vis d'escalier.

Il serait trop long aujourd'hui de vous entretenir de l'évolution de la vis dans toutes ses diverses applications, depuis cette magnifique et universelle floraison de la Renaissance. Elles feront l'objet de chapitres spéciaux dans l'ouvrage en préparation.

Actuellement il n'y a guère d'appareils qui n'utilisent la vis et l'écrou, qui forment, comme je vous le disais au début de cette causerie, le lien essentiel entre les pièces d'assemblage.

FABRICATION DE LA VIS ET DE L'ÉCROU. — Plus l'usage de la vis et de l'écrou se multipliait, plus le besoin se faisait sentir d'un moyen pratique et rapide de fabrication, mais je ne puis dans ce cadre que vous en donner une idée générale.

Au début, la vis était fabriquée à la main, mais dès la fin du XV^e^ siècle, l'illustre peintre Léonard de Vinci, qui était également non seulement sculpteur, architecte, écrivain et musicien, mais encore physicien et ingénieur, imagina et décrivit le premier tour à fileter.

Plus tard, au XVI^e^ siècle, Besson présenta un tour à fileter très bien conditionné pour l'époque, dont les perfectionnements successifs permirent d'exécuter une vis de plus en plus précise.

Au commencement du XIX^e^ siècle, après l'invention de la machine à vapeur qui permit la création de toutes les machines, et en particulier des machines-outils, on imagina les tours à décolleter les vis et les écrous, puis les tours automatiques de très grand rendement, où le rôle de l'ouvrier se

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

borne à glisser dans la machine la barre à transformer, qui en ressort sous forme de vis et d'écrous finis. Certains d'entre eux exécutent même la fente de la tête.

Puis furent créées les machines automatiques à rouler les vis, beaucoup plus rapides encore que les précédentes.

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale ayant unifié aujourd'hui tous les filetages, la Commission permanente de Standardisation les ayant imposés, le remplacement d'une vis de même diamètre par une autre est devenu chose très facile. Mais que d'efforts il a fallu pour faire comprendre aux constructeurs eux-mêmes l'utilité de cette unification, qui se heurtait principalement à une grande force d'inertie du personnel; on trouvait trop difficile de changer ainsi l'outillage existant.

Je vous rappellerai ici la mémoire d'un de mes amis et camarades d'école qui vient de disparaître : Hillairet, le premier, sans attendre d'être forcé d'adopter cette unification par les cahiers des charges des ministères et administrations qui l'imposaient, décida, aussitôt après le Congrès de Zurich, de changer tout son outillage. Il le fit avec sa puissante volonté, et son exemple fut suivi par tous nos constructeurs.

Je devais ce souvenir à un homme qui contribua tant au développement de la construction électrique en France et qui savait avec bonne grâce s'abstraire de son labeur constant pour donner ses conseils à tous ceux qui voulaient les lui demander.

Et puisque je parle de conseils, je pense que vous avez déjà saisi vous-mêmes celui qui se dégage de ce rapide exposé, si vous avez compris quel soin doit être apporté au choix et à l'utilisation des pièces, même les plus modestes, qui vous seront confiées pour les nécessités de votre profession.

En m'exprimant ainsi, je ne fais d'ailleurs, j'en suis certain, qu'interpréter la pensée de notre président, M. Mildé, éminent et dévoué promoteur de la création de vos cours, dont il suit la régulière progression, et de tous ceux qui, comme lui et tous les membres de notre Commission de l'Enseignement, dont quelques-uns sont ici réunis, s'intéressent à vos efforts et a vos progrès, ou qui les dirigent, sous la haute autorité de M. Jully.

A ce sujet, je vous rapporte les paroles que prononçait Galilée au XVI[e] siècle et qui n'ont pas cessé d'être vraies : « Parmi tous les instruments mécaniques, et par l'invention et l'utilité, il me semble que la vis tient la première place, qui, non seulement s'emploie avec commodité à mouvoir, mais encore à arrêter et resserrer avec une force très grande. »

Et ainsi, vous aurez, je pense, retenu l'importance de ces organes devenus indispensables à la construction mécanique et électrique : la vis, l'écrou et le boulon.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ÉTAT ACTUEL DE LA TRACTION ÉLECTRIQUE PAR ACCUMULATEURS EN FRANCE

par

M. A. MAUREAU,

Ingénieur des Arts et Manufactures,
chef du Service de la Traction de l'Accumulateur Tudor.

M. Zetter, membre du Conseil, après avoir pris connaissance du très remarquable travail de M. Chalumeau, Ingénieur en chef de la ville de Lyon, sur l'exploitation du transport des voyageurs par électrobus utilisés dans cette ville, travail publié dans le présent numéro du *Bulletin* (1), a estimé qu'il serait intéressant de faire connaître aux membres de la Société l'état général actuel de la question de la traction électrique par accumulateurs en France. Il se mit en rapport avec M. Maureau, Ingénieur des Arts et Manufactures, chef du Service de la Traction de l'Accumulateur Tudor, qui voulut bien étudier la question.

C'est ce travail très documenté et fort intéressant qui fait l'objet de cette publication.

Nous rappellerons tout d'abord, pour mémoire, que la traction électrique par accumulateurs a débuté en France. C'est ainsi que les premières automobiles électriques y sont apparues avant l'année 1900. Dès cette époque, l'intérêt que ce mode de traction y avait éveillé était suffisamment important pour que l'on ait organisé deux années de suite, sous le patronage du Ministère de la Guerre et de l'Automobile-Club de France, des concours d'automobiles électriques.

Malheureusement, ce premier essor fut entravé par le développement très lent de la technique de l'organe principal du véhicule électrique, l'accumulateur, et par la concurrence du véhicule à essence qui se perfectionnait, lui, au contraire, avec une rapidité prodigieuse. Celui-ci, il faut bien le reconnaître, est parvenu à lui seul à bouleverser complètement nos antiques méthodes de transport sur route en usage au moment où l'on disposait de la traction animale seule.

Doit-on conclure de cette constatation que le moteur à essence a tué la traction électrique à accumulateurs?

(1) Voir p. 656.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous sommes certain du contraire et nous nous proposons d'apporter à l'appui de notre assertion les quelques considérations suivantes.

Si en France, pendant de longues années, l'attention des techniciens et de la clientèle a été en grande partie détournée de l'étude et de l'emploi du véhicule électrique, il n'en a pas été de même à l'étranger.

Dans de nombreux pays, en particulier aux États-Unis, en Allemagne, en Italie, en Angleterre, on a étudié patiemment et méthodiquement la question.

Les efforts principaux des techniciens étrangers ont été concentrés surtout en vue de réaliser un meilleur type d'accumulateur et d'en rendre l'emploi réellement pratique.

De plus, suivant les pays et suivant les besoins propres à chacun d'eux, on a vu se développer la traction par accumulateurs dans des applications très variées que nous nous proposons de décrire ci-après.

Aussi, lorsque après la guerre de 1914-1918, le public français s'est intéressé à nouveau à la traction électrique en général et à la traction sur routes en particulier, il a pu trouver à l'étranger une documentation précieuse concernant ses différentes applications.

L'on a pu constater, entre autres choses, que l'une des raisons principales de la réussite de ce mode de traction à l'étranger réside dans le fait que le problème y a été étudié dans son ensemble et que :

1° Dans le véhicule électrique, qu'il soit sur route ou sur rails, la partie mécanique est adaptée, à la suite d'une longue collaboration entre les constructeurs intéressés, à la partie électrique, accumulateurs y compris ;

2° Dans les exploitations, les problèmes à résoudre ont été limités courageusement à des possibilités pratiques et économiques.

Si nous nous permettons de souligner en passant ces observations, qui paraissent découler de principes élémentaires, c'est que nous connaissons bien des exemples d'exploitations pour lesquelles ils n'ont pas été respectés, au grand dommage du principe même de la traction électrique et de l'intérêt de ceux qui en ont tenté l'expérience.

Aussi, croyons-nous intéressant de résumer d'une part la nature des problèmes généraux à résoudre et d'autre part les moyens dont on dispose pour y arriver.

On peut distinguer les catégories principales des problèmes posés de la façon suivante :

1° Transport rapide, dans les usines ou les chantiers, de charges réduites, par chariots porteurs ou tracteurs ;

2° Transport de voyageurs ou de marchandises par autobus, taxis, camions ou camionnettes ;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

3° Traction sur rails :

a) par locomotives de manœuvre à voie normale sur les embranchements particuliers;

b) par locomotives à voie étroite (d'écartement inférieur à 1 m, dans les mines, chantiers, etc.;

c) par automotrices à voyageurs sur les lignes à faible trafic.

Ces différentes applications doivent être envisagées séparément, chacune d'elles ayant sa physionomie propre et bien particulière.

TRANSPORT RAPIDE DE CHARGES PAR PETITS CHARIOTS PORTEURS OU TRACTEURS. — Ces appareils sont d'origine américaine. Nul n'ignore qu'aux États-Unis la main-d'œuvre est rare et coûteuse. C'est pour cette raison que les industriels américains se sont ingéniés, soit à la remplacer, soit à la diminuer, pour assurer le transport d'un point à un autre de leurs usines ou de leurs chantiers, des matériaux que l'on transportait autrefois soit à bras, soit encore sur des véhicules à roues, par automoteur, et à faible capacité.

L'instrument idéal pour arriver économiquement à ce résultat, est le chariot dit « d'usine » qui peut transporter à une vitesse de 10 à 12 km : h des charges allant jusqu'à 2 t.

L'ensemble « chariot-batterie » est prévu, en général après étude, pour assurer un service continu de l'appareil pendant au moins 8 heures sans qu'on ait à recharger la batterie.

Il y a peu d'usines modernes françaises qui ne comptent à l'heure actuelle une ou plusieurs unités de ce type d'appareils. Certaines usines même en possèdent plusieurs dizaines.

L'emploi des chariots dits « d'usine » s'est aussi considérablement développé sous formes de chariots-tracteurs, principalement dans les gares importantes. Ils sont, dans ce cas, destinés à remorquer les chariots à bagages.

Les services rendus par ces appareils sont tellement variés qu'ils sont utilisés à l'heure actuelle, même en dehors des usines, partout où il y a des transports de moyenne importance à effectuer. C'est ainsi qu'on les rencontre dans les halles, dans les ports et dans les grandes villes, effectuant les livraisons les plus diverses, depuis les bottes de légumes jusqu'aux tonneaux de grande capacité.

TRANSPORT DE VOYAGEURS ET DE MARCHANDISES PAR AUTOBUS, TAXIS, CAMIONS OU CAMIONNETTES. — En France, il n'existe qu'une exploitation vraiment importante concernant le transport des voyageurs : c'est celle des électrobus à accumulateurs de la ville de Lyon.

Cette exploitation est décrite ici même par M. Chalumeau, Ingénieur en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chef de la ville de Lyon. Nous nous plaisons, à cette occasion, à rendre hommage à M. Chalumeau, qui a su comprendre l'intérêt présenté par l'emploi d'électrobus à accumulateurs pour la ville de Lyon, ville équipée pour recevoir à bon compte l'énergie hydroélectrique.

Une expérience d'une durée de bientôt deux années a prouvé la vitalité et la sécurité de ce mode de transport, et déjà d'autres villes ont demandé à faire des essais avec des véhicules analogues.

Il est bon de rappeler qu'il existe en Italie de nombreuses exploitations de ce genre, mais d'une importance bien moindre que celle de la ville de Lyon.

Ce mode de transport en commun en est encore à ses débuts, débuts pleins de promesses il est vrai. Dans l'état actuel des choses, il intéresse particulièrement les villes présentant des parcours peu accidentés, car il est économique, confortable et régulier.

En ce qui concerne les taxis, aucune exploitation les utilisant n'existe encore à l'heure actuelle en France, alors que de nombreuses villes étrangères ont des services organisés de taxis électriques (Milan, La Haye, Berlin, etc.). Quant au problème lui-même et à ses possibilités de réalisation, nous renvoyons le lecteur au texte de la conférence si documentée, parue dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale* de mars 1926, faite par M. René Retel, Ingénieur civil des Mines, administrateur de la Société d'Applications électro-mécaniques [2].

Le transport des marchandises par véhicules électriques est loin d'avoir atteint en France le développement auquel il doit prétendre.

Dans les grandes villes, sa maniabilité, sa propreté et l'économie de son exploitation, doivent lui assurer une préférence marquée toutes les fois que le rayon d'action ne dépasse pas 40 ou 50 km pour les poids lourds et 60 à 80 km pour les charges inférieures à 1 500 kg.

Le service des ordures ménagères, notamment, ne peut être effectué avec plus de régularité et d'économie qu'avec un camion électrique.

Nous croyons nécessaire de signaler qu'il existe depuis 1913, en France même, à Nancy, 4 camions Fram, analogues à ceux qui étaient en service à Paris, et qui ont assuré pendant la période critique de la guerre tout l'enlèvement des ordures ménagères.

L'intérêt du camion à ordures ménagères est encore augmenté du fait que, dans de nombreuses villes, on a créé des centrales électriques dont le combustible est constitué par ces déchets urbains.

Il s'ensuit que le courant de charge peut, dans ces installations, être

(2) *Conditions d'application de la traction électrique aux véhicules industriels* (et aux taxis notamment), par M. R. Retel. *Bull. de la Soc. d'Encour.* de mars 1926, p. 184.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

débité à des prix très avantageux, analogues à ceux que peuvent consentir les usines hydro-électriques, ce qui réduit d'autant les frais d'exploitation.

Une étape bien marquée dans l'histoire de la traction électrique sur routes en France, après guerre, est le premier concours de véhicules électriques organisé par l'Union des Syndicats de l'Électricité, en 1923. Il a permis de constater que l'on pouvait trouver en France une catégorie de constructeurs susceptibles de s'intéresser à la traction électrique par accumulateurs.

Depuis lors, deux autres concours, organisés dans les mêmes conditions générales, ont eu lieu en 1924 et en 1926. Ces nouveaux concours n'ont fait que confirmer la première impression.

TRACTION SUR RAILS. — Les applications des accumulateurs à la traction sur rails sont des plus intéressantes.

Elles ont en France, à notre avis, un intérêt aussi considérable que celui présenté par la traction sur routes, tant par le nombre des appareils que l'on peut être appelé à utiliser que par l'importance de ces appareils.

D'autre part, les problèmes à résoudre sont en général moins difficiles que dans le cas de la traction sur routes. Les questions de poids et d'encombrement de batterie ont moins d'importance. Il s'ensuit que l'on peut utiliser dans de meilleures conditions d'installation des batteries plus robustes.

Nous examinerons séparément chacun des différents cas particuliers de la traction sur rails.

Locomotive de manœuvre à voie normale. — Le problème d'exploitation d'embranchements particuliers ne s'est réellement posé avec ampleur en France que depuis la guerre.

Avant, seules les usines importantes étaient raccordées au chemin de fer, le service de la traction étant assuré par locomotives à vapeur. Dans le cas d'exploitations peu importantes, on utilisait la traction par chevaux.

Depuis la guerre, toutes les usines neuves ont été raccordées à la voie ferrée. Le service de traction sur ces réseaux ne peut être assuré plus économiquement qu'avec une locomotive de manœuvre à accumulateurs.

A titre d'indication, on peut évaluer la dépense propre à l'énergie électrique fournie sous forme de courant de charge haute tension, à l'entretien et à l'amortissement de la batterie, celle-ci rapportée à la tonne kilométrique, de la façon suivante :

La consommation en énergie correspondant à une tonne kilométrique brute, est en moyenne de 25 Wh.

Or, pendant l'année 1925, le prix moyen du kilowatt-heure débité par la batterie pouvait être évalué à environ 1,50 fr, y compris les frais d'entretien,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de renouvellement des plaques, d'amortissement et les frais de courant de charge, en supposant que celui-ci était facturé à un prix généralement appliqué de 0,25 fr par kilowatt-heure alternatif haute tension.

Il s'ensuit que les dépenses d'exploitation d'une locomotive de manœuvre à accumulateurs, ressortaient, en ce qui concerne les frais de courant et d'entretien, à 0,037 fr, ce qui est très minime.

Malheureusement, son prix d'achat assez élevé par rapport à celui des tracteurs à essence offerts par les stocks après la guerre, n'a pas permis d'en développer la vente malgré son exploitation incontestablement plus économique et sa plus grande souplesse de manœuvre.

Il existe en France un certain nombre de ces locomotives dont la puissance varie de 15 ch à 100 ch. Les puissances moyennes utilisées sont de 30 à 40 ch pour un poids total de 15 t environ.

Nous ne doutons pas cependant que les excellents résultats obtenus sur les centaines de locomotives qui existent hors de France, confirmés par ceux des exemplaires que nous avons chez nous, n'engagent les industriels sérieux à s'équiper avec ce matériel. Dans les exploitations importantes notamment, c'est le seul mode de traction suffisamment économique et sûr qui soit à envisager pour remplacer la vapeur dont les frais d'entretien sont chaque jour plus onéreux.

Locomotives à voie étroite. — La locomotive à voie étroite est un appareil qui est soumis à un service des plus pénibles pour pouvoir circuler sur des voies en général mal installées en remorquant des poids importants sur des rampes parfois considérables.

La locomotive à accumulateurs répond parfaitement au programme imposé : les batteries d'un type moderne lui permettent de circuler avec une grande facilité sur les voies les plus accidentées.

Les capacités de travail évaluées en tonnes kilométriques peuvent atteindre sans recharge de la batterie 1 000 à 1 500 tonnes kilométriques, pour un poids inférieur à 7 t.

Les grandes mines françaises étudient la question de leur emploi et nul doute que les essais très sérieux qu'elles ont entrepris pour arriver à déterminer le type de locomotive convenant le mieux à leur exploitation, n'aboutissent à l'ouverture d'un marché des plus importants.

Traction sur rails par automotrices pour voyageurs. — Nous tenons à attirer l'attention sur la question de l'emploi des automotrices à accumulateurs établies pour assurer le transport des voyageurs sur les lignes d'intérêt secondaire dites à faible trafic.

Il ne saurait être susceptible de se généraliser à l'heure actuelle, tant pour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des raisons techniques que pour des raisons économiques sur des lignes à grand trafic comme celles des tramways urbains ou des chemins de fer d'intérêt général.

Le problème qui se pose dans le cas de l'exploitation des lignes d'intérêt secondaire est, lui, tout différent.

Il s'agit de mettre en circulation sur une ligne généralement accidentée, des trains légers à voyageurs en nombre suffisant pour satisfaire la clientèle éventuelle tout en réduisant au minimum la dépense au train-kilomètre.

En général, le nombre de trains à faire circuler dans chaque sens est de deux et, au maximum, de trois sans que ce nombre soit cependant considéré comme une limite absolue; il dépend dans chaque cas des nécessités du trafic local.

Il ne peut être question pour ce genre d'exploitation d'essayer d'amortir sur 6 trains au maximum par jour les frais d'installation d'une ligne aérienne ou d'un troisième rail. Ce serait trop onéreux.

Au contraire, l'emploi d'une automotrice à accumulateurs s'impose. Encore une fois, l'étranger nous a précédés dans cette application : on trouve notamment en Allemagne plus de 200 automotrices en service régulier depuis des dizaines d'années ; également en Italie.

En France, la traction par accumulateurs sur automotrices trouve encore un certain nombre d'adversaires. Les critiques qu'ils adressent à ce genre de transport ne résistent du reste pas à un examen. Elles sont de deux sortes :

poids mort transporté par voyageur;

frais d'entretien des accumulateurs.

L'un et l'autre seraient trop élevés. Ces critiques sont, comme on va pouvoir en juger, peu justifiées.

D'après les essais qui viennent d'être effectués sur des réseaux français et les études qui viennent d'être faites par ces mêmes réseaux, on peut mettre sous forme de tableau les données suivantes :

	POIDS DU TRAIN	
	Électrique	Vapeur
	—	—
Pour 40 voyageurs transportés	24 t	45 t
Pour 120 voyageurs transportés	60 —	65 —

La comparaison est tout à l'avantage du train électrique.

De plus, en cas de nécessité, grâce à l'emploi de trains à unités automotrices multiples, les capacités de transport peuvent être augmentées dans des conditions encore très notables.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le tableau ci-dessus se compléterait alors de la façon suivante :

	POIDS DU TRAIN	
	Électrique	Vapeur
	—	—
Pour 240 voyageurs transportés	119 t	108 t
Pour 360 voyageurs transportés	177 —	169 —

Cette comparaison est encore très intéressante et ne permet pas de conclure à l'exclusion du principe du train électrique à accumulateurs, dans le cas de transport, en général exceptionnel, d'un aussi grand nombre de voyageurs.

Ces études sont relatives à des trains effectuant au minimum 130 km sans recharge, sur des lignes présentant, sur plusieurs kilomètres, des rampes de 25 mm par mètre et même plus. Grâce aux facilités données par les recharges partielles à l'une des deux gares terminus, on peut normalement tabler sur des parcours journaliers atteignant 200 km.

En ce qui concerne la dépense d'entretien et de renouvellement des accumulateurs, elle est actuellement suffisamment réduite pour faire envisager, pour des trains de capacité équivalente, des réductions de dépense atteignant suivant les cas jusqu'à 50 p. 100 des frais occasionnés par la traction à vapeur.

Il est bon de remarquer que les automotrices électriques seules permettent d'employer des remorques d'une façon normale.

A une motrice de 40 places, on peut faire atteler facilement deux remorques de 40 places chacune.

Pratiquement, pour les chemins de fer secondaires français, cette élasticité de la capacité de transport augmentée par l'emploi d'unités motrices multiples, est plus que suffisante. Elle permet de parer à tous les à-coups du trafic, ce que l'on ne peut obtenir avec les automotrices à essence.

Il est donc incontestable que les automotrices à accumulateurs, telles qu'elles sont conçues à l'heure actuelle, offrent aux compagnies de chemins de fer économiques un moyen d'assurer leur exploitation dans les meilleures conditions d'économie et de confort.

De plus, elles offrent aux fournisseurs de courant des débouchés intéressants pour la vente du courant de nuit.

Une automotrice de 40 places pesant 24 t, qui correspond au type de puissance moyenne, pour un parcours minimum de 130 km environ, consomme par jour 180 kWh en courant alternatif haute tension [3].

Nous pouvons du reste envisager que, d'ici un an, il circulera en France

(3) En supposant que l'on utilise des accumulateurs au plomb.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plus d'une dizaine d'automotrices. Ces mises en service ne peuvent qu'intéresser le public et les techniciens.

On peut juger par ce simple aperçu de l'intérêt présenté par ce mode de transport, pour assurer d'une façon économique et pratique le service des voyageurs sur nos nombreux chemins de fer secondaires français, dont l'exploitation, déficitaire à l'heure actuelle, a même fait envisager dans certains cas la suppression de ces exploitations.

CONCLUSION. — Nous pouvons considérer qu'en France, après une éclipse partielle de plusieurs années, nous devons reprendre l'étude de cette question dans son ensemble.

Il n'y a pas en effet de pays qui ait besoin autant que le nôtre de limiter l'importation de combustibles étrangers et d'utiliser ses ressources naturelles comme l'énergie hydro-électrique. L'on peut dire que c'est un devoir d'orienter les recherches dans ce sens, surtout aujourd'hui où l'accumulateur, mieux connu, est devenu par sa grande souplesse d'adaptation, l'auxiliaire de nombreux appareils industriels.

Pour la traction qui demande une robustesse exceptionnelle des batteries, la clientèle peut facilement se convaincre, sur les véhicules de tous genres construits tant en France qu'à l'étranger et équipés avec les accumulateurs modernes de construction spéciale, combien leur exploitation s'est améliorée depuis leur création.

Nous ne doutons pas du reste que chaque jour l'idée de la traction électrique par accumulateurs, ne fasse rapidement des progrès en France, étant donné les applications si nombreuses qui lui sont réservées. Nous insistons bien sur ce fait en effet, car trop de personnes encore limitent à tort le champ de ces applications à la traction sur route.

C'est dans cet espoir que nous avons cru bon de résumer brièvement dans cet exposé, les possibilités d'utilisation des accumulateurs de traction.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CRÉATION D'UN SERVICE D'AUTOBUS ÉLECTRIQUES AVEC EXPLOITATION EN RÉGIE DIRECTE PAR LA VILLE DE LYON

par

M. C. CHALUMEAU,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Ingénieur en Chef de la Ville de Lyon.

Ayant étudié les essais de traction électrique qui avaient été tentés précédemment, tant en France qu'à l'étranger, nous avons cru devoir attirer l'attention du maire de Lyon, M. Edouard Herriot, sur les avantages de la traction par accumulateurs électriques pour un service de ville, qu'il s'agisse du transport des voyageurs, par exemple, ou du transport des immondices.

Dans un premier rapport du 20 août 1920, nous avions fait ressortir l'intérêt qu'il y aurait à créer en France un courant d'opinion en faveur de ce mode de traction qui nous semblait devoir être appelé à rendre les plus grands services tout particulièrement dans les régions où la houille blanche laisse, à certaines heures, de grandes disponibilités d'énergie électrique.

Dans les temps actuels, où notre monnaie dépréciée ne peut se revaloriser que par l'économie et par l'exploitation intensive de nos richesses naturelles — l'essence utilisée en France est importée à grands frais de l'étranger — nous avions pensé que l'utilisation de l'électricité devait être développée, notamment pour le chauffage et pour la traction. Le chauffage électrique par accumulation permet l'utilisation du courant électrique aux heures creuses et les sociétés productrices d'électricité de notre région ont fait un grand effort à ce sujet en créant des tarifs spéciaux.

De même, la traction par accumulateurs présente sur la traction électrique par fil aérien, rail conducteur, caniveau... l'avantage de permettre l'utilisation de l'énergie électrique aux heures où cette énergie n'est que peu employée, notamment la nuit. Dans ces conditions, on peut obtenir des tarifs avantageux à la fois pour le consommateur et pour les sociétés produisant l'énergie électrique au moyen des chutes d'eau. C'est une utilisation des excédents

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'énergie soit à titre périodique, soit à titre intermittent, dont disposent les usines génératrices électriques.

Notre rapport fut pris en considération par M. Herriot et, à la suite de divergence de vues entre la Ville et sa compagnie concessionnaire de l'exploitation des tramways — qui estimait ne pouvoir, dans les circonstances actuelles, créer la nouvelle ligne qui lui était demandée — le Conseil municipal, en séance du 18 décembre 1922, adopta nos conclusions et le principe de la création d'un nouveau service de transports en commun.

Par la suite et après un concours, nous avons proposé à l'Administration municipale, l'acquisition de 16 véhicules électriques à accumulateurs, construits par les Établissements de Dion-Bouton, avec équipement électrique Rognini-Balbo et accumulateurs Tudor-Hensemberger. Le conseil municipal, dans sa séance du 7 avril 1924, accepta nos propositions et les voitures ont été livrées et mises en service au début de l'année 1925 avec exploitation en régie directe.

DESCRIPTION SUCCINCTE DES « ÉLECTROBUS » DE LYON.

Ces véhicules (fig. 1), que les Lyonnais ont appelés « électrobus », ont les caractéristiques suivantes :

Châssis. — Le châssis, étudié spécialement par les Établissements de Dion-Bouton, en vue d'une adaptation à la traction électrique est formé de longerons et de traverses en U (fig. 2); il repose par l'intermédiaire de longs ressorts à lames sur deux essieux pleins; l'essieu avant porte des fusées directrices, l'essieu arrière sert en même temps de support pour les moteurs qui peuvent osciller autour de lui; ces deux moteurs attaquent chacun une roue au moyen d'un pignon démultiplicateur en prise avec une couronne portée par les moyeux des roues; ils transmettent l'effort de poussée au châssis chacun au moyen d'une traverse par l'intermédiaire d'une boîte à deux ressorts qui agissent, l'un à la traction, l'autre à la compression (liaison élastique qui permet de supprimer toute secousse au démarrage).

Les roues sont flasquées, amovibles et portent des pneumatiques « Dunlop straight side » de 38×7 cm; elles sont jumelées à l'arrière.

Les freins sont au nombre de trois : un sur roues arrière commandé par levier à main, un sur les poulies-freins de moteur et commandé par pédale, enfin un frein électrique commandé par la manette située sur le volant.

Dans l'axe longitudinal du châssis, se trouve un treuil manœuvré par des manivelles amovibles situées de chaque côté de la voiture; ce treuil est destiné à soulever le caisson contenant les accumulateurs et à l'amener à sa posi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

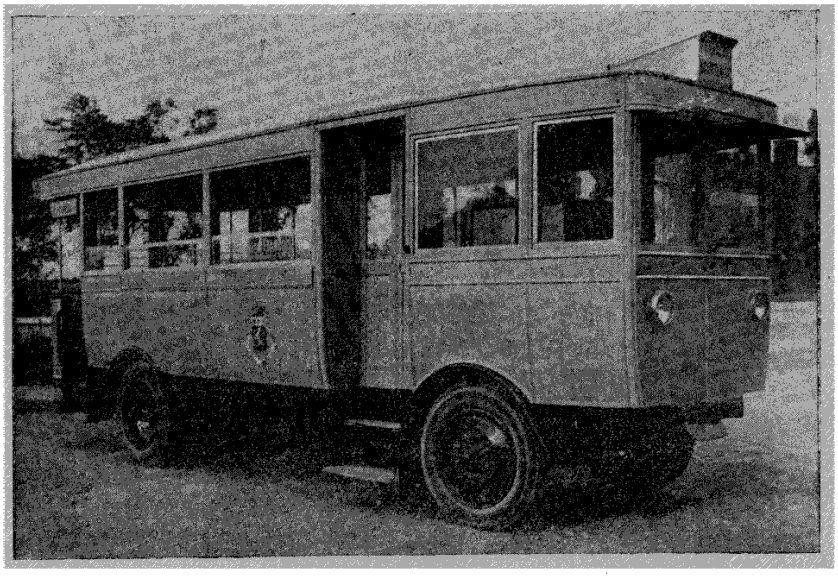


Fig. 1. — L'« électrobus » type « Ville de Lyon ».

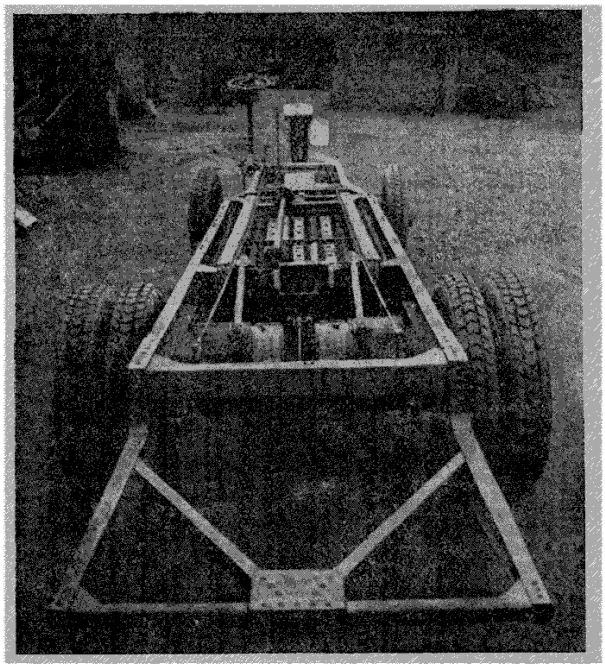


Fig. 2. — Électrobus de Lyon : Vue du châssis.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion de route où il est solidement verrouillé. Les dimensions du châssis sont les suivantes : longueur 7,475 m ; — largeur 1,250 m ; — empattement 4,200 m ; — voie 1,700 m.

Le poids total des voitures en ordre de marche à vide, mais y compris la batterie, varie de 7,150 t à 7,350 t.

Équipement électrique. — L'équipement électrique a été fourni par la Maison Rognini et Balbo de Milan, dont les Établissements de Dion-Bouton

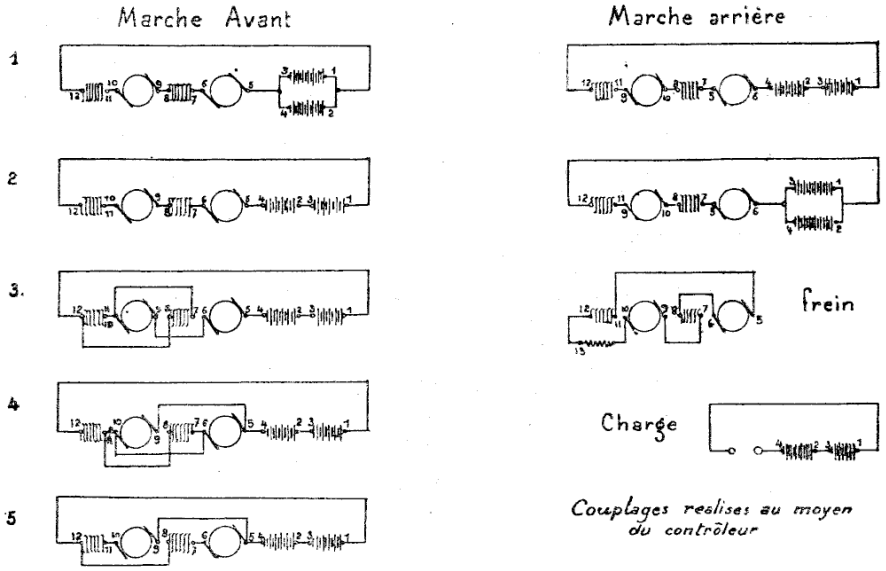


Fig. 3. — Électrobus de Lyon : Schéma des connexions de l'équipement électrique Rognini et Balbo (différents couplages).

ont acquis la licence pour la France. Il est analogue à celui qui a été construit pour les autobus électriques des villes de Milan, Rome, Pessaro, Reggio Emilia, etc.

Il se compose de deux moteurs à excitation en série agissant chacun sur une roue. La puissance de chaque moteur est de 10 à 12 ch.

Il n'y a pas de boîte de vitesses et les différentes vitesses du moteur s'obtiennent par des couplages différents (fig. 3) réalisés au moyen d'un combinateur.

Les couplages réalisés sont les suivants : (voir le tableau de la page suivante).

Le freinage électrique s'obtient en faisant débiter les moteurs sur les résistances.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

VITESSES		1/2 BATTERIES	INDUCTEURS	INDUITS
Avant.	1	Parallèle.	Série.	Série.
	2	Série.	Série.	Série.
	3	Série.	Parallèle.	Série.
	4	Série.	Série.	Parallèle.
	5	Série.	Parallèle.	Parallèle.
Arrière.	1	Parallèle.	Série.	Série, inversés.
	2	Série.	Série.	Série, inversés.

soit cinq vitesses en marche avant et deux vitesses en marche arrière.

Le combinateur (fig. 4) est commandé par une manette placée sur le volant

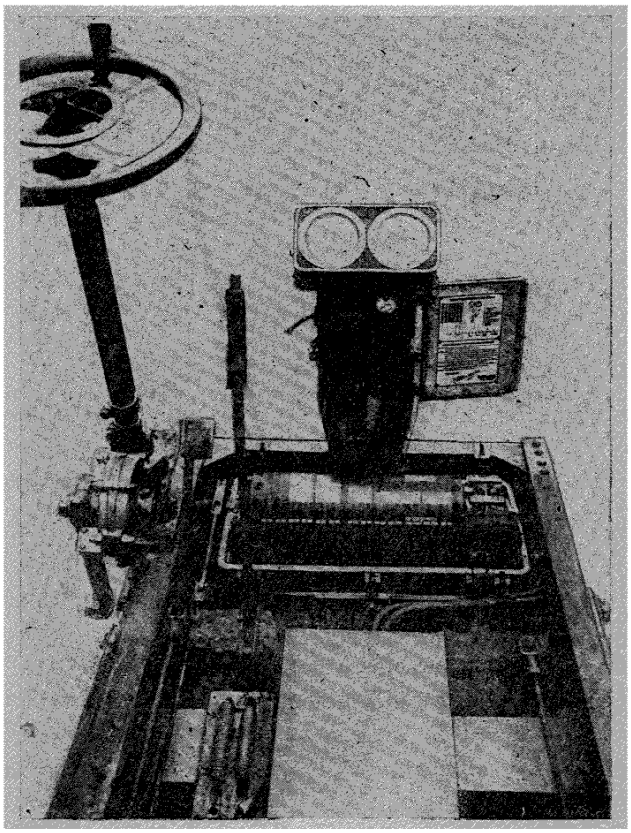


Fig. 4. — Électrobus de Lyon : Commandes électriques (combinateur).

de direction; il se compose d'un cylindre horizontal en bois portant sur différentes génératrices des plots sur lesquels s'appuient des touches; suivant la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

position du cylindre on obtient les différents couplages. Pour éviter les étincelles au moment du changement de couplage, un interrupteur automatique est calé sur l'arbre du cylindre; il est constitué par une roue portant autant de palettes qu'il y a de vitesses et ces palettes, en avance sur les touches du combinateur, coupent ou rétablissent le circuit; l'étincelle de rupture est soufflée par une bobine et tout coup de feu est ainsi évité sur le cylindre.

Une position neutre permet le chargement des accumulateurs sans les descendre de voiture. Le schéma de la figure 5 représente les connexions de l'équipement électrique.

En appuyant sur la pédale de frein dès le début de la course, on actionne un interrupteur général également à soufflage électrique et, en même temps, on verrouille l'interrupteur à sa position d'ouverture.

A portée et bien en vue du conducteur, un ampèremètre et un voltmètre permettent de connaître à chaque instant la consommation de courant. Un ampère-heure-mètre à cadran journalier et remis à zéro renseigne à tout instant sur les disponibilités de la batterie.

Sous ces appareils, sont placés des fusibles et un interrupteur à main manœuvré par une poignée amovible. Enfin, au-dessous des fusibles, se trouvent deux fiches d'inégale grosseur qui permettent la charge des accumulateurs, tout en évitant une inversion des pôles.

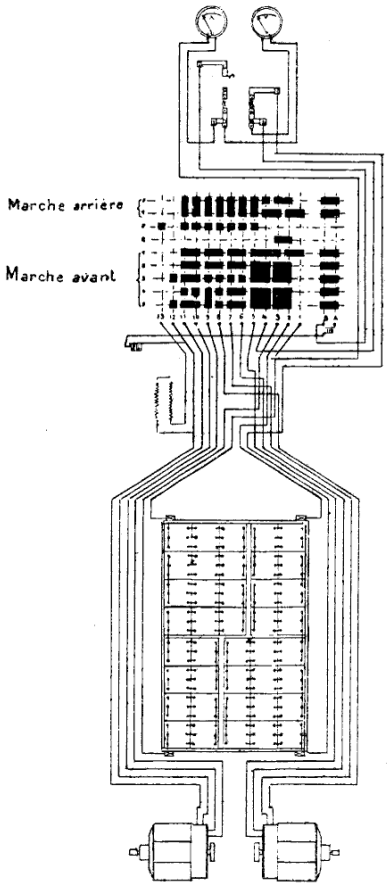


Fig. 5. — Électrobus de Lyon : Schéma des connexions de l'équipement électrique Rognini et Balbo.

Essais de moteurs démultipliés. — Les lignes régulières sur lesquelles ces véhicules sont en service normal ont un profil peu accidenté (pentes de 2,5 p. 100), mais nous avons pensé, après quelque temps de service, pouvoir utiliser notre matériel le dimanche pour des transports spéciaux allant éventuellement, en cas de fête, à 20 ou 30 km autour de Lyon.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour maintenir en côte la plus grande vitesse possible, compatible avec une consommation normale de courant et pour avoir des démarrages plus rapides, nous avons songé à faire construire deux moteurs à réducteur de vitesses par engrenages intermédiaires.

Au point de vue électrique, ces moteurs ne diffèrent pas de ceux en service sur les autres véhicules; ce sont des moteurs série dont les différentes vitesses, cinq avant et deux arrière, sont obtenues par les mêmes combinaisons des couplages des moteurs entre eux ou sur la batterie. La seule différence consiste en ce que ces moteurs attaquent la couronne montée sur la roue motrice non plus directement par un pignon calé en bout d'arbre d'induit, mais par l'intermédiaire d'un train d'engrenages démultiplicateurs dont les rapports sont de :

$$\frac{32 \times 106}{20 \times 14} = 12{,}11$$

alors que le rapport de démultiplication n'est que de $\frac{106}{14} = 7{,}57$ avec les moteurs ordinaires.

Ce train d'engrenages démultiplicateurs est contenu dans un carter venu de fonte avec la carcasse du moteur et forme bloc avec lui.

Aux essais qui ont eu lieu dernièrement en présence d'une délégation de la ville de Vienne, avec une voiture présentant en charge un poids de 8.150 kg, nous avons obtenu :

a) sur une rampe de 1,83 p. 100, longue de 2,400 km, dépense totale de 30 Ah, soit 12,5 Ah par kilomètre;

b) sur une rampe de 1.000 m et de 5,7 p. 100, une consommation de 30 Ah à la vitesse de 6 km à l'heure (Le coefficient d'adhérence, non déterminé, était très élevé du fait d'un sol fortement détrempé par la pluie).

Batteries d'accumulateurs. — Les batteries sont du type Tudor-Hensemberger au plomb à oxydes rapportés (fig. 6).

Les éléments (O.G.A.16) ont été étudiés en vue d'avoir la plus grande puissance massique possible, tout en conservant une résistance mécanique suffisante pour assurer l'exploitation dans les meilleures conditions d'économie et de sécurité.

Les caractéristiques de l'élément sont les suivantes :

Capacité au régime de décharge en 8 heures	800 Ah
Poids d'un élément avec acide	56 kg
Nombre d'ampères-heure par kilogramme d'élément	14,3 Ah
Poids par kilowatt-heure	36,5 kg

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les courants admissibles à la décharge sont les suivants :

En régime continu, correspondant à la vitesse maximum du véhicule en charge et en palier	150 A
En régime exceptionnel sur rampe	200 à 250 A
En pointe de démarrage, environ	300 A

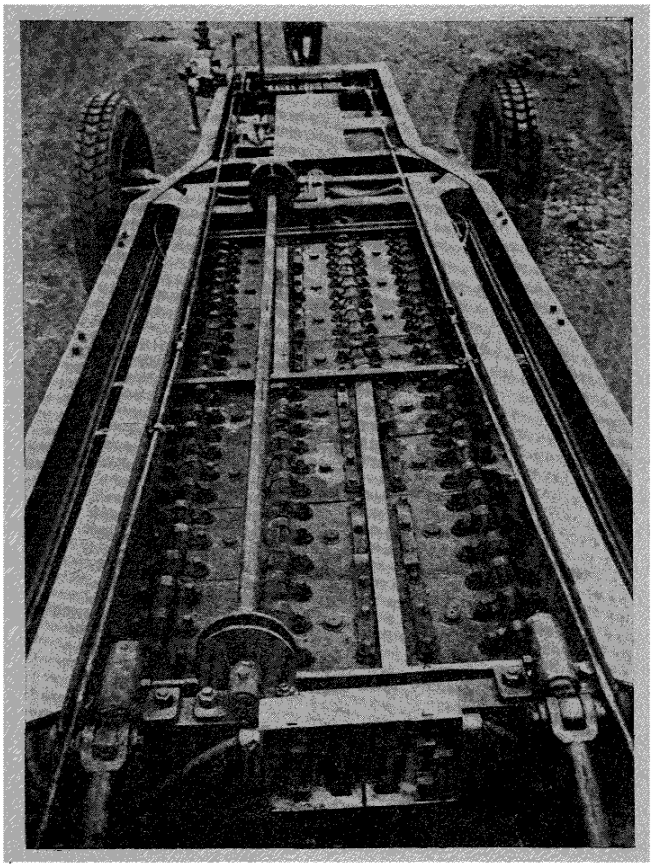


Fig. 16. — Électrobus de Lyon : Batteries en place sous le châssis.

Le régime de charge maximum est de 150 A.

La tension moyenne d'un élément est de 1,93 V, au régime de décharge de 100 A. La tension finale de décharge varie entre 1,70 V et 1,75 V suivant le régime de la décharge.

Dans ces conditions, la vitesse du véhicule peut être sensiblement constante pendant toute la durée de son service journalier.

Les bacs sont en ébonite avec couvercle luté pour éviter toute projection d'acide. Ils sont du type « à tasseaux surélevés »; de cette façon, le lavage

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des bacs n'a lieu généralement qu'au moment où l'on change les groupes de plaques positives ou négatives.

Le séparateur est double, en bois et ébonite perforée.

Les connexions entre éléments sont en cuivre plombé inattaquable à l'acide.

Le poids total d'une batterie groupée dans une caisse unique montée sur 4 roulettes, est de 2.300 à 2.500 kg. Sa manipulation, grandement facilitée par les quatre roulettes, peut être faite facilement par trois hommes seulement.

Carrosserie. — La carrosserie a été établie par les Établissements Faurax et Chaussende, de Lyon. Elle comprend, à l'intérieur, 27 places assises plus celle du chauffeur et une plateforme pour 12 personnes; l'entrée se fait par le côté droit de la plateforme arrière et la sortie par une porte à deux battants située sur le côté droit avant; la porte est verrouillée pendant la marche, son ouverture et sa fermeture, qui sont automatiques, sont commandées par le chauffeur. On a voulu, par ce dispositif, avoir une sortie différente de l'entrée dans le but de réduire le temps perdu aux arrêts.

Poste de charge. — Le chargement des accumulateurs s'effectue au garage des électrobus avec du courant continu à 110 V.

Le courant alternatif des canalisations à haute tension du secteur est transformé en continu par l'intermédiaire de commutatrices.

La partie haute tension se compose :

1° d'un poste de coupure installé par la Société de Distribution d'Énergie.

L'arrivée du courant à haute tension sous forme d'alternatif triphasé à 10.000 V, se fait au moyen de 3 feeders dont 2 se bouclent dans le poste par l'intermédiaire d'un disjoncteur dans l'huile. Un jeu d'inverseurs à couteaux permet de s'alimenter sur un des trois feeders;

2° d'un poste de transformation comprenant 2 transformateurs dans l'huile de 200 kVA chacun. Ces transformateurs ont trois prises d'entrée à 9.500, 10.000 et 10.500 V et deux prises de sortie à 68 et 25 V; ils alimentent chacun une commutatrice. Les prises d'entrée permettent de remédier dans une certaine mesure aux variations de tension du réseau, ce qui est indispensable avec des commutatrices dont le voltage côté continu est fonction de la tension côté alternatif.

Les prises de sortie servent : celles à 68 V pour l'alimentation des commutatrices et celles à 25 V à leur démarrage.

Dans ce local, se trouvent les appareils de contrôle : compteur à double tarif, compteur à dépassement et watt-heure-mètre enregistreur à tambour de 26 heures.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La partie basse tension comprend :

1° dans un local contigu au poste à haute tension, les commutatrices et les tableaux de contrôle et de répartition (fig. 7).

Le courant alternatif, transformé en 68 ou 25 V, arrive par des jeux de barres aux inverseurs de démarrage des commutatrices. Ces dernières, au

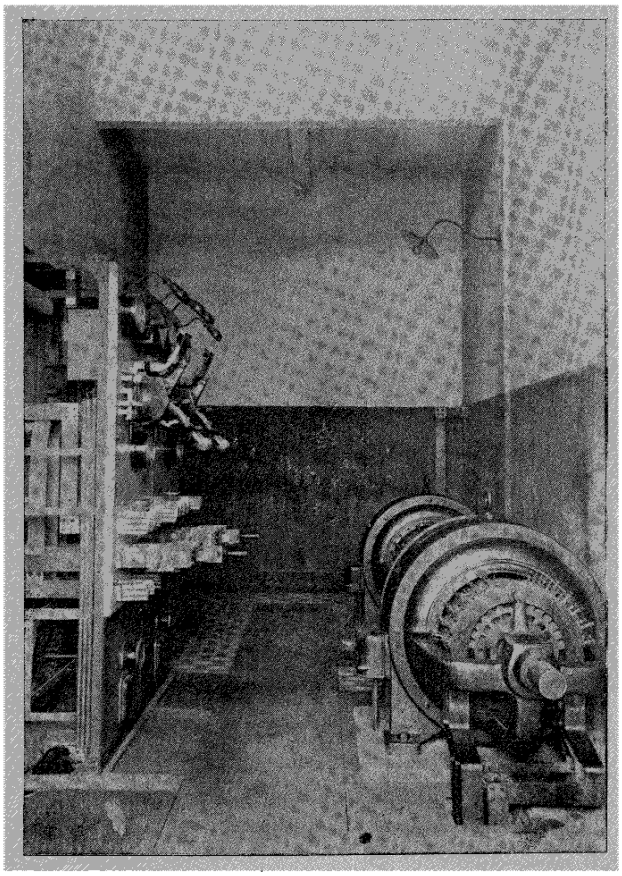


Fig. 7. — Salle des commutatrices.

nombre de deux (une par transformateur) sont des commutatrices du type hexaphasé, excitation shunt, avec circuits amortisseurs prévus pour démarrages en moteur asynchrone, leur puissance est de 180 kW. Le courant alternatif 68 V est transformé en continu 110 V.

Ces deux commutatrices peuvent fonctionner soit isolément, soit en parallèle; elles sont protégées contre tout retour de courant ou contre les surtensions par des disjoncteurs à retour de courant et à maxima d'inten-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sité, montés sur les tableaux de répartition qui comportent en outre, les appareils de contrôle ; voltmètres et ampèremètres alternatifs et continus, ainsi que les rhéostats de champ, les relais et les résistances;

2° le courant redressé est ensuite envoyé par barres omnibus d'une part, au poste d'entretien des batteries d'accumulateurs (fig. 8) qui comprend trois tableaux de charge et, d'autre part, par câbles armés au garage même des véhicules où 17 tableaux de charge sont installés; le nombre de ces tableaux

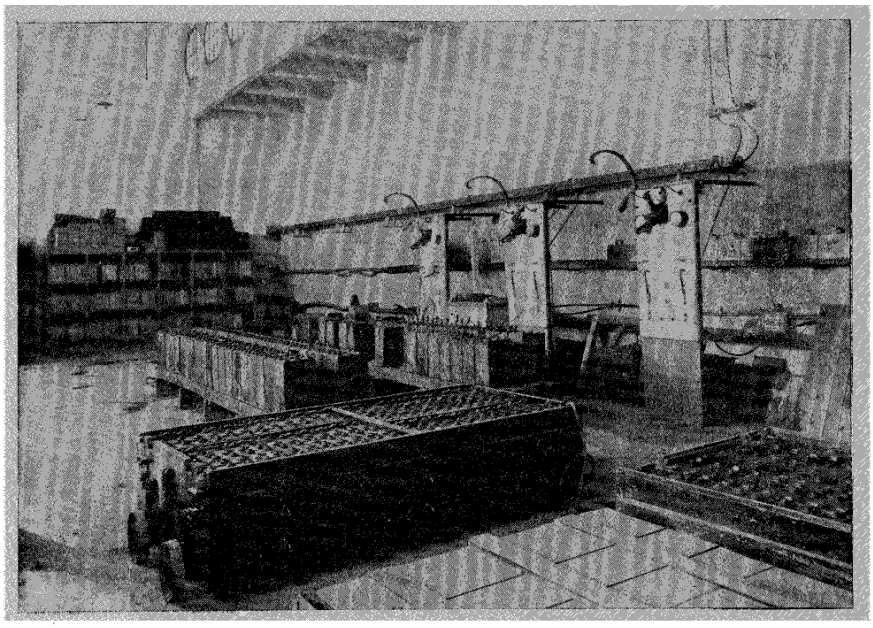


Fig. 8. — Entretien et formation des batteries.

est égal au nombre des véhicules et chaque voiture vient se garer face à son tableau pour y recharger directement sa batterie sans qu'aucune manœuvre soit nécessaire (fig. 9).

Un tableau de charge se compose d'un panneau de marbre comportant un interrupteur à couteaux, un fusible, une résistance à plots, un ampèremètre, un voltmètre et un compteur ampère-heure-mètre; des câbles souples, terminés par des fiches polarisées, permettent de recharger la batterie directement sur voiture.

Essais de réception. — Aux essais de réception prévus par le cahier des charges, nous avons obtenu les résultats ci-après. L'essai a eu lieu sur un circuit d'une longueur de 9,900 km empruntant à 200 m près la totalité du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

parcours des lignes devant être mises en service. Les arrêts étaient fixés tous les 500 m de parcours, la surchage était de 1.400 kg.

On a réalisé ainsi avec une vitesse commerciale de 12,5 km : h (y compris 231 arrêts), un parcours de 117,852 km et la consommation a été de 665 Ah, soit 5,64 Ah par kilomètre (ou 50 Wh par tonne totale et 310 Wh par tonne utile).

Les conditions imposées (115 km) étaient remplies et l'essai a été continué sur 22,734 km comprenant 7 arrêts. On a ainsi réalisé avec la même

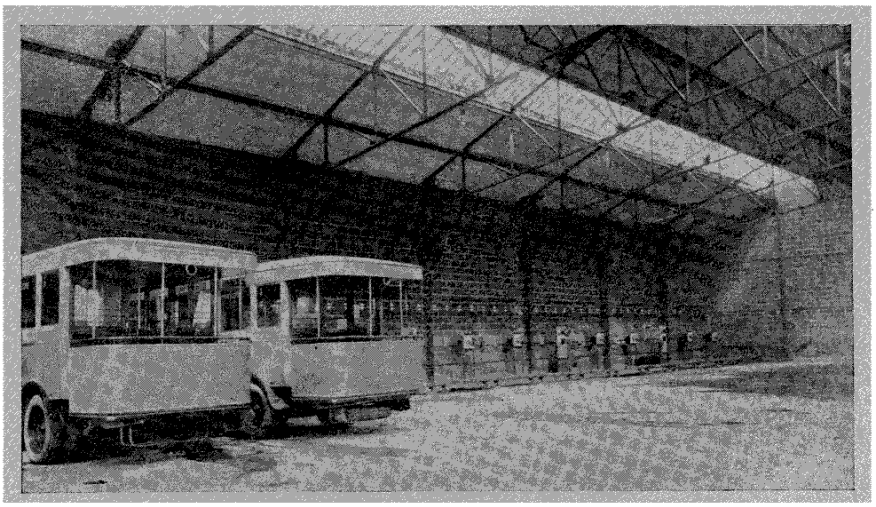


Fig. 9. — Intérieur du garage.

batterie un parcours total de 140,63 km avec 238 démarrages et une consommation de 773,9 Ah.

Résultats d'exploitation. — Pratiquement, sur un parcours donné, la dépense d'une voiture est essentiellement variable suivant le nombre des voyageurs transportés et les difficultés de circulation qui entraînent un nombre plus ou moins grand de démarrages.

Sur la première ligne (de 4,500 km) gare de Perrache-gare des Brotteaux, passant par le centre de la ville où la circulation est très dense et les arrêts sont fréquents, sur un sol pavé en pavés d'échantillon, la consommation kilométrique moyenne atteint 7,4 Ah au kilomètre; les voitures sont toujours chargées à plein et la vitesse commerciale (donc y compris les arrêts) est maintenant de 15 km au minimum.

Sur la deuxième ligne, dite de la rue Garibaldi (ligne de 5,100 km) et comportant une longue partie de chaussée en cailloux roulés, la consommation

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

moyenne atteint 8,3 Ah parce que, aux heures de rentrée et de sortie des usines, les voitures sont surchargées (fréquemment 52 à 55 personnes pour 39 places).

Le coefficient hebdomadaire d'utilisation des places offertes dans ces deux lignes, atteint 95 et 104 p. 100 et, malgré cela, des parcours de 100 km sont effectués journellement sans changement de batterie et sans procéder à des charges partielles (biberonnage) au cours de la journée.

Dans les services spéciaux de banlieue, fonctionnant seulement pour les les fêtes, nous avons réalisé, avec les voitures complètement chargées sur tout le parcours, à la vitesse de 25 km : h, un parcours total de 105 km par voiture avec une dépense de 6,17 Ah au kilomètre; il est vrai qu'il y avait peu d'arrêts en cours de route.

En 1925, les voitures ont été mises en service successivement entre le 1er janvier et le 15 mars au fur et à mesure des livraisons. Nous avons réalisé dans l'ensemble de cette année 311.115 km avec ces 16 voitures et cela sans avoir aucune réparation importante à effectuer aux organes mécaniques ou électriques. Le nombre de voyageurs transportés a atteint 1.957.268.

En 1926, entre le 1er et le 15 mars, période de la Foire de Lyon, nous avons pu assurer par services spéciaux, le transport de 65.774 voyageurs et faire 11.278 km de parcours sans un seul trajet perdu.

Régulièrement, le service normal est basé sur 8 heures de service du personnel et 100 km de parcours.

Pendant une période de grève des tramways, nous avons demandé un effort supplémentaire à notre personnel et au matériel; nous avons pu faire débiter aux batteries jusqu'à 840 et 880 Ah, transporter le public à raison de 50 à 55 personnes dans chaque voiture et faire néanmoins des parcours de 110 km. Mais c'est là un fait exceptionnel et non plus un service normal.

En service régulier de semaine, nous n'utilisons que 12 ou 14 voitures, les autres restent au garage pour les visites, mais les dimanches et pendant les fêtes, nous faisons sortir la totalité des voitures; c'est ainsi que pendant les 15 jours qu'a duré la Foire de Lyon, toutes les voitures sont sorties chaque jour et nous n'avons pas eu le moindre incident.

Pendant ces trois derniers mois (février, mars, avril 1926) les résultats d'exploitation ont été les suivants :

Kilomètres parcourus	86.994
Voyageurs transportés	554.625
Recette	259.989,35 fr
Dépense totale	251.272,67 —

(les tarifs appliqués étaient les suivants, particulièrement bas pour des transports en automobile sur des parcours de 5 km);

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Parcours simple	0,40 fr
Ticket d'ouvriers comportant 4 parcours	0,90 —

Si nous retranchons des dépenses totales ci-dessus les salaires de direction et du personnel d'exploitation, il reste pour le prix de revient du mouvement 251.272 — 89.872 = 160.400 fr.

Ces 160.400 fr représentent :

les salaires du personnel d'entretien : chef de garage, chefs d'équipes, mécaniciens et laveurs;

les matières de graissage, les pièces de rechange et d'entretien des châssis et de carrosserie;

la force motrice;

l'entretien des batteries;

l'entretien des pneumatiques.

Les dépenses de mouvement se répartissent ainsi au 100 km :

Salaires du personnel d'entretien et de lavage	20,80 fr
Matières d'entretien et rechange	29,05 —
Force motrice (y compris essais et entretien des batteries)	14,19 —
Entretien des batteries	70,96 —
Entretien des pneumatiques	49,00 —
Total	184,00 fr

Frais généraux d'exploitation, d'entretien et d'atelier. — L'exploitation des véhicules en services est assurée de la manière suivante :

a) Personnel de direction et comptabilité : un chef de service, une dactylographe-archiviste-téléphoniste, un comptable;

b) Pour l'entretien de nuit : un électricien pour la conduite des commutatrices et la surveillance de la charge des batteries; un mécanicien pour la vérification des voitures, le réglage des freins, etc...; un graisseur; deux manœuvres laveurs de voitures.

La vérification des batteries est assurée par le personnel de la Société Tudor et à ses frais.

c) Pour les réparations et les révisions générales de jour : un électricien pour la vérification des installations électriques de chargement; trois mécaniciens pour les révisions et réparations; deux manœuvres pour le nettoyage des bâtiments.

On voit que le personnel est réduit à l'extrême.

Il en est de même de l'atelier proprement dit, comprenant seulement quelques étaux, une perceuse fixe et une perceuse électrique portative. Enfin, le stock des pièces de rechange nécessaires est très faible.

Avec ce mode de traction, il n'y a pas de réglages délicats à effectuer,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pas de pièces fragiles à manipuler, ce qui permet un recrutement facile du personnel.

Amortissement du matériel. — La prime d'entretien des batteries comprend le remplacement de toutes les parties constitutives d'un accumulateur, plaques, bacs, connexions, séparateurs, etc., et, de ce fait, on peut dire qu'à tous moments, une batterie bien qu'usagée peut être considérée comme en parfait état, du fait que la capacité garantie est atteinte. Pour les pneumatiques, il en est de même, de sorte qu'il ne reste à amortir que le prix du véhicule proprement dit, châssis et carrosserie. Tous les roulements étant à billes, leur usure est très faible et finalement, l'amortissement, tout compte fait, ressort dans ces conditions à 0,17 fr au kilomètre.

A côté de l'avantage fort appréciable qui réside dans la réduction des frais de traction, il faut ajouter : l'absence de bruit et d'odeur et la suppression des dégagements dans l'atmosphère de produits nocifs, réduction des trépidations et plus grande souplesse au démarrage.

Les moteurs à combustion interne rejettent dans l'atmosphère et près du sol des volumes importants d'anhydride carbonique mélangé à des proportions plus ou moins élevées d'autres gaz parmi lesquels l'oxyde de carbone. Dans les voies étroites, les gaz corrompent sérieusement l'air et influent défavorablement sur la santé du public. Dans les villes, le véhicule électrique présente de ce fait un avantage au point de vue de l'hygiène.

Après cet essai pratique de fonctionnement régulier de plus d'une année, nous sommes plus partisan que jamais du développement de la traction électrique pour les services de ville, notamment pour les services de livraison de magasins et pour les services communaux d'enlèvement des immondices.

Les essais contrôlés organisés à Bellevue par l'Union des Syndicats de l'Électricité, en 1923 et en 1924, ont constitué les premières expériences démonstratives de ce que l'on pouvait attendre de la traction électrique par accumulateurs :

L'exploitation d'un service public comme celui qui a été réalisé par la ville de Lyon, vient confirmer ces expériences dans le domaine de la pratique journalière.

Il y a véritablement un intérêt national à favoriser la création de tels services; de tous côtés nous devons nous efforcer de remplacer dans leurs applications les produits tels que l'essence, dont nous sommes tributaires de l'étranger, par des produits pouvant être trouvés sur notre sol; d'autre part,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

il convient également, dans les usines où l'on produit l'électricité, d'utiliser le matériel existant avec le maximum de rendement, en favorisant le placement du courant en dehors des heures de pointes. La traction électrique par accumulateurs chargés la nuit résout ce double problème et mérite, à ce point de vue, d'être encouragée par les Pouvoirs publics.

Lyon, le 1er juin 1926.

NOTE BIBLIOGRAPHIQUE

Nous signalons à nos lecteurs une importante étude sur les accidents dus a l'emploi du charbon pulvérisé, publiée en 1925 par le Bureau of Mines des États-Unis d'Amérique, sous le titre : *Explosion Hazards from the Use of pulverized Coal at industrial Plants*, U. S. Dept. of Commerce, Bureau of Mines, bulletin n° 242.

Le bulletin n° 253, publié en 1926 par la même administration, donne un travail intéressant sur la tourbe aux États-Unis : *Possibilities for the commercial Utilization of Peat.*

E. SAUVAGE.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LES RÉCENTS PROGRÈS DE L'ENTOMOLOGIE APPLIQUÉE A L'AGRICULTURE EN ITALIE

par

M. B. TROUVELOT,

Ingénieur-agronome, docteur ès sciences,
entomologiste à l'Institut des Recherches agronomiques.

Avec l'aide de l'Institut des Recherches agronomiques, et sur les indications de M. Marchal, directeur de la Station entomologique de Paris, nous nous sommes rendu en Italie au printemps de 1925 pour y visiter les principaux laboratoires d'entomologie appliquée à l'agriculture, étudier leur organisation, leurs méthodes de travail et relever les derniers progrès accomplis.

Nous avons résumé dans ce qui suit ce qui nous a le plus frappé dans un pays où les recherches sont poussées très activement et dont beaucoup de productions, souvent très voisines des nôtres, font qu'il est toujours important de se tenir au courant des récentes améliorations apportées dans le domaine cultural [1].

* * *

PROTECTION DES VÉGÉTAUX CONTRE LES INSECTES NUISIBLES.

APERÇU GÉNÉRAL SUR LES CULTURES ITALIENNES. — L'Italie cultive à peu près les mêmes plantes que la France; aussi les insectes nuisibles y sont-ils à peu près les mêmes que chez nous; il n'y a guère de différence que dans leur nocuité et l'importance de leurs dégâts, les conditions agrologiques et économiques de deux pays n'étant exactement les mêmes.

L'olivier, par exemple, occupe une place de premier ordre dans l'économie

(1) La dernière enquête remonte à une dizaine d'années; elle fit l'objet d'une étude détaillée parue dans les *Annales des Épiphyties* : H. LATIÈRE, *La lutte contre les maladies des plantes en Italie* (t. IV. Paris, 1915).

Nous devons nos remerciements les plus vifs pour les facilités d'étude offertes, à MM. les professeurs BERLESE, DEL GUERCIO, GRANDI, THEODORO, STRAMPELLI, MUNERATI, NOVELLI; à MM. PAOLI, CUSHIANA, BINI, GABATTO, PENNA, BON-VICINI et Mlles BONGINI et CAGLIALI.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

agricole italienne alors qu'en France sa culture se trouve limitée à une seule région; la betterave sucrière y est par contre beaucoup moins représentée que sur notre territoire; les agrumes, ou fruits des arbres de la famille de l'oranger et du citronnier, ont une importance considérable; de même le figuier. Certaines plantes inconnues, très localisées ou sauvages sous nos climats, telles que le riz, le noisetier, font en Italie l'objet d'importants peuplements. La vigne est souvent cultivée très différemment; elle est, par exemple, conduite dans les arbres (ormes, peupliers), fixée sur de grandes pergolas suspendues en porte à faux latéralement sur ces arbres, ou accrochée à des cordages tendus entre leurs troncs. Elle se présente ainsi toujours à une assez grande hauteur au-dessus du sol; les possibilités de traitements et même le complexe biologique dans lequel évoluent les espèces nuisibles sont de ce fait des plus particulières.

Dans certaines régions, on rencontre la grande culture extensive, avec peuplements d'un même végétal sur des champs très vastes; d'autres régions sont caractérisées par des cultures étagées avec, par exemple, superposés sur le même terrain : petits pois, aubergines ou tomates, vigne, olivier ou figuier, le tout entremêlé au plus grand détriment des possibilités de traitements économiques, mais peut-être ayant l'avantage d'empêcher une pullulation excessive des insectes comme le permet la monoculture.

D'une manière générale, on peut dire que les principaux insectes intéressant l'économie agricole italienne sont : la mouche des olives, les cochenilles des agrumes, la cochenille blanche du mûrier, la cochylis et l'eudémis de la vigne, le phylloxéra, les criquets, la pyrale des pommes. Ces insectes dominent les autres par leur importance; ce sont surtout eux qui ont retenu notre attention.

ORGANISATION DE LABORATOIRES D'ÉTUDE ET DE VULGARISATION. — L'Italie possède deux grands laboratoires royaux d'entomologie appliquée, l'un à Florence, dirigé par le professeur A. Berlese, l'autre à Portici, près de Naples, dirigé par le professeur Silvestri et installé dans les bâtiments de l'École supérieure d'Agriculture, emplacement ayant le double avantage de permettre l'utilisation des cultures attenantes à l'école comme champ d'expériences et de faire connaître aux élèves les techniques suivies pour organiser des recherches et expérimenter.

Pour les recherches plus régionales et la vulgarisation, l'Italie dispose des chaires d'enseignement dans les écoles d'agriculture, en particulier dans les écoles supérieures, au nombre de cinq : Portici, Pérouse, Pise, Milan et Bologne; les deux dernières sont actuellement en cours de reconstruction et de réorganisation dans de vastes propriétés aux environs des villes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, par régions et correspondant à une ou plusieurs provinces, on trouve des « observatoires » régionaux, établissements très intéressants par les services qu'ils peuvent rendre en mettant un certain nombre de biologistes en rapport immédiat avec les agriculteurs. Spécialisés par régions, ces biologistes assurent à la fois les recherches locales, les mises au point pour les conditions des provinces où ils se trouvent des méthodes générales précisées par les services centraux, et surveillent au point de vue sanitaire les pépinières et les plantations de végétaux destinés au commerce, le transit de province à province ou l'exportation n'étant autorisés qu'après délivrance

Fig. 1. — Répartition des stations royales d'entomologie et des « observatoires phytopathologiques » en Italie.

d'un certificat de bon état sanitaire antérieur et présent des sujets expédiés [2].

Les « observatoires phytopathologiques », d'organisation générale très récente, sont actuellement homogènement distribués sur tout le territoire italien (fig. 1). Les observatoires en fonctionnement ou en cours d'aménagement sont ceux de : Turin pour la région piémontaise, Chiavari pour le littoral ligure, Casale-Montferrato pour le vignoble lombard, Vérone pour le nord de la plaine lombarde, Pavie et Modène pour le sud de cette plaine, Conegliano pour les provinces adriatiques du nord, Fano pour le littoral adriatique, Avellino pour la Campanie, Tarente pour les Pouilles, Reggio

(2) MINISTERO PER L'AGRICOLTURA, *Norme per l'applicazione delle disposizioni fitopatologiche* (*Bull. Uff. Ministr. agr.* Rome, 1922).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Calabria pour la Calabre, Acireale, Catane et Palerme pour la Sicile, enfin Cagliari pour la Sardaigne.

Nous avons visité les installations de Turin et de Chiavari.

L'observatoire de Turin comprend en ville un vaste local pourvu de : une salle de conférences; de riches collections avec divers appareils, en particulier un petit trieur pour le comptage des graines de cuscute dans les luzernes; différentes salles de travail dont une pour le directeur, le professeur Voglino; une bibliothèque, une salle pour les élevages; enfin une grande salle pour les cultures. Le laboratoire possède un champ d'expérience aux environs de la ville et de nombreux petits observatoires champêtres qui recueillent les observations météorologiques devant servir à la prévision d'invasions, surtout celle de mildiou. L'ensemble a été constitué grâce aux subsides des associations agricoles régionales, des caisses d'épargne et de l'État.

L'observatoire de Chiavari est constitué de même mais ne possède pas de salle de conférences. Tout récent, ses collections sont en voie de réalisation, de même que son installation intérieure; mais on rencontre déjà de nombreux dispositifs fort bien conçus pour les élevages et les observations biologiques. Les dernières études ont porté sur l'introduction des parasites du pou rouge de l'oranger et du puceron lanigère, la lutte contre la mouche de l'olive, le bupreste des rosiers, les cochenilles des plantes horticoles, les punaises qui par leurs piqûres transmettent certaines maladies à la vigne [3].

LA MOUCHE DE L'OLIVE. — Le professeur Silvestri estime les pertes annuelles causées par cette mouche (*Dacus oleæ* Rossi) à 1 million d'hectolitres d'huile, soit, au cours actuel de l'huile, un demi-milliard de lires, auquel il faut ajouter un autre demi-milliard pour dépréciation de l'huile restante, les frais ou les difficultés de cueillette supplémentaires, l'abandon de plantations et l'exode des campagnes qui en résultent. L'ensemble représente à peu près 1/40 de la valeur de la production agricole italienne.

Dans une oliveraie, suivant les années, le terrain et le climat, les pertes varient de 20 à 90 p. 100 de la récolte escomptée; leur extrême variabilité rend très délicate toute étude préventive.

Les deux stations royales d'entomologie de Florence et de Portici se sont toutes deux attaquées au problème de la lutte contre la mouche de l'olive depuis de longues années en l'abordant chacune par des voies différentes, la première sous la direction du professeur Berlese par les méthodes de la lutte

(3) PAOLI (G.), *La « rivetta » delle viti* (Redia, vol. XV. Florence, 1913).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

artificielle, la seconde sous celle du professeur Silvestri par la voie des agents naturels de limitation des insectes en particulier par les recherches sur l'utilisation rationnelle des parasites. De l'opposition des deux méthodes naquit de chaque côté une émulation pour le perfectionnement rapide des techniques préconisées et le relevé de tout point faible de la technique opposée; le problème se trouve donc actuellement bien étudié dans ses diverses questions.

L'idée de la possibilité d'une meilleure utilisation des insectes parasites fut suggérée par de nombreuses observations faites dès 1905, lesquelles relevèrent que la mouche de l'olive était beaucoup moins détruite par les agents de limitation naturelle en Italie qu'elle ne l'est dans d'autres pays : Afrique du Sud, Tunisie, Érythrée, Tripolitaine, Indes, pays où, d'ailleurs, elle se montre bien moins nuisible et même demeura longtemps ignorée. Le fait est-il dû à des différences de milieux climatériques ou biologiques (variétés d'olives, époques de floraison et de cueillette, mode de culture, hôtes intermédiaires pour les parasites, hyperparasites plus actifs) ou à la simple absence de certaines espèces parasites particulièrement actives? C'est ce qu'étudia en premier lieu M. Silvestri, déjà connu pour ses recherches sur les insectes entomophages. Sa conclusion fut que la mouche de l'olive n'est pas originaire d'Italie, et que, importée en Europe de longue date, sa possibilité de grande pullulation lui viendrait surtout d'une absence de parasites propres, ceux-ci étant restés en Afrique, sa patrie, et les parasites italiens ne les ayant pas suppléés dans leur rôle bienfaisant; ils restent occasionnels pour elle, et leur activité à son égard décroît du début à la fin de l'été alors que la nocuité de ses larves croît à mesure que les olives mûrissent. Les climats assez analogues, les conditions de culture fort semblables, les variétés d'oliviers de même conditions de végétation en Afrique du Nord et dans l'Italie méridionale ne semblant pas, *a priori*, s'opposer à l'acclimatation des parasites africains de la mouche de l'olive, puis à leur large développement et au libre jeu de leur activité, il ne restait que les acclimatations à tenter.

Pourtant, de grandes difficultés de réalisation se présentaient. D'abord, la mouche de l'olive ne se prêtant pas à un élevage en captivité, on ne pouvait avoir recours pour établir les parasites importés, qu'à des libérations faites en masse dans les oliveraies très attaquées et que l'on présumait devoir rester sous cet état pendant un temps assez long, plusieurs années au moins, et non à des multiplications préalables sur place effectuées dans des cages; une variation dans les conditions climatériques, en modifiant l'abondance de la mouche d'un mois à l'autre, rend ces essais aléatoires. Il faut aussi que l'évolution des parasites amenés cadre bien avec celle de l'hôte dans le pays importateur. Un décalage de cycle, même de quelques jours, ayant pour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

origine des différences de latitude entre les pays exportateur et importateur, peut empêcher les éclosions maxima de parasites de coïncider exactement avec celles des hôtes en état de réceptivité; d'où nécessité d'une évolution préalable de ces parasites pendant un certain temps sur le territoire où il sont introduits pour adaptation de leur cycle évolutif au climat.

Enfin, lorsque l'on opère par lâchers en plein champ, il faut travailler sur un nombre de parasites souvent considérable, et répéter les lâchers pendant

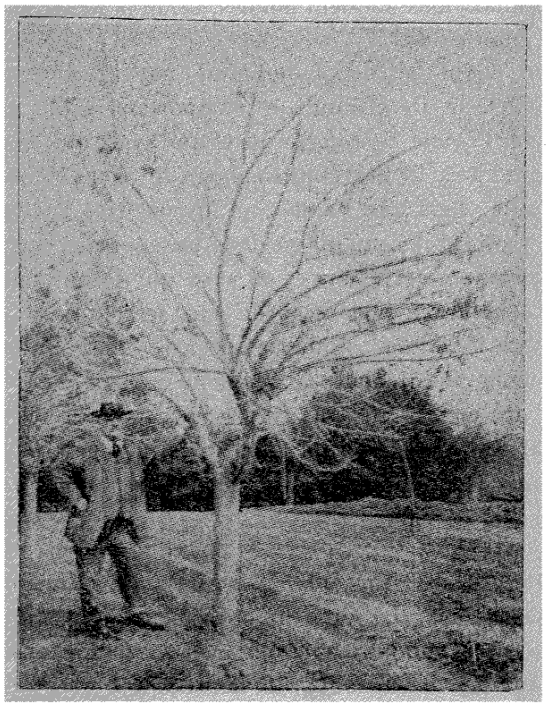


Fig. 2. — Mûrier tué par le *Diaspis pentagona* (d'après Berlese).

plusieurs années, si l'on veut fonder des colonies viables; c'est une nécessité si la biologie des espèces introduites est mal connue. Les individus peuvent se disperser rapidement, être entraînés par le vent, les femelles ne pas être fécondées; un déchet énorme est à prévoir. En un mot, la réalisation du travail exigeait des capitaux importants et de vastes moyens d'action.

M. Silvestri essaya d'abord mais sans succès, avec de petits envois de la Colonie du Cap. En 1914, des fonds ayant été rassemblés, un essai en grand fut entrepris avec environ 13.000 parasites appartenant à 10 genres et provenant d'Érythrée; la grande majorité se rattachait à trois espèces[4] à tarière

(4) *Opius africans* var. *orientalis, Bracon celer, Allomphale acausalæ.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

suffisamment longue pour que les pontes puissent être faites sur les larves de la mouche dans la pulpe des olives cultivées, pulpe plus épaisse que celle des olives sauvages. Des contretemps divers ayant retardé et écourté les voyages de recherches puis les opérations de libération, le travail ne put être continué.

M. Silvestri demanda alors une étude plus approfondie à faire dans les pays exportateurs afin de choisir et de mieux connaître les parasites à introduire [5] et la création d'un centre permanent d'observation dans les oliveraies où les acclimatations seraient tentées, selon la méthode adoptée par les entomologistes américains.

En 1917, un envoi fait de Tripolitaine par un entomologiste italien délégué à cet effet, le Dr. Grandi, et comportant 3.260 spécimens d'une espèce très active, l'*Opius concolor*, espèce qui avait été découverte peu de temps auparavant dans le Sud tunisien par le prof. Marchal [6], parvenait à nouveau en Italie. Bien que l'année ne fût pas très favorable, on fit des lâchers dans la Campagne romaine et dans les environs de Naples.

Que résultera-t-il de ces essais et de ceux qui furent faits parallèlement en France [7]? La nature a encore gardé son secret. Le prof. Silvestri, en se basant sur des tentatives similaires, pense que les essais sont insuffisamment prolongés pour conduire au succès, bien que, sans avoir à les reprendre dans des conditions plus favorables, on ne puisse encore désespérer du résultat; en Amérique, on a retrouvé un parasite, fort bien établi et très actif, pour la première fois seulement trente ans après son introduction!

Le prof. Berlese envisage une autre face du problème : l'utilisation de produits insecticides. La lutte au moyen des parasites ne coûte rien comme entretien et s'applique chez tous les propriétaires, bon gré mal gré; ce sont des avantages énormes qui doivent inciter à rechercher son utilisation; mais cette lutte suffira-t-elle et ne serait-il pas utile de la compléter, localement ou occasionnellement, par d'autres mesures? L'activité des parasites, comme tous les phénomènes biologiques, est caractérisée par des fluctuations parfois de très grande amplitude, et il faut un minimum d'hôtes déterminé pour que les parasites se maintiennent; or, un tel minimum peut encore correspondre à des dégâts sérieux. D'autre part, les résultats de la lutte au moyen des parasites n'étant pas encore connus, il est utile en attendant de disposer de techniques de lutte artificielle.

(5) Il y a souvent avantage à faire un choix de parasites.

(6) MARCHAL (P.), *Les parasites de la Mouche des Olives en Tunisie* (C. R. Ac. Sc., janvier, 1911).

(7) Une observation attentive des mœurs de la mouche de POUTIERS (R.) et TURINETTI (L.). *Observations biologiques sur la mouche des Olives et ses parasites dans la région de Menton* (*Ann. Epiph.* T. 7, 1921).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Une observation attentive des mœurs de la mouche de l'olive révéla que les adultes, au cours de l'été, s'alimentent aux dépens de la matière sucrée, exsudée par les plantes ou par certains insectes : cochenilles, psylles, pucerons et appelée pour ces derniers « miellat ».

Dès 1902, différents expérimentateurs [8] eurent l'idée de pulvériser sur les arbres un liquide sucré à base de mélasse ou de glucose, produits attirant très nettement les mouches, rendu toxique par l'adjonction de sels arsenicaux. Le principe établi, il fallait mettre au point une méthode économique, sûre, sans contre-indications celles-ci étant souvent graves, le liquide sucré déterminant l'invasion des arbres par des champignons noirs, les fumagines, et l'arsenic empoisonnant de très nombreux insectes utiles.

Des essais furent faits, soit en pulvérisant le liquide seulement sur des paquets de fascines fixés aux arbres, soit en le mettant dans des bassines placées sur les branches et où il était remplacé au fur et à mesure de son évaporation, ou bien encore en ne traitant que les parties ensoleillées des arbres [9], point où les mouches se tiennent de préférence, les branches pulvérisées étant changées à chaque traitement. Le dernier procédé sembla finalement le meilleur et c'est lui que M. Berlese préconise. La formule conseillée pour les pulvérisations est la suivante :

Mélasse	10
Arséniate de sodium ou de potassium	2, 5
Eau	90

formule plus pauvre en mélasse que celles qui avaient été essayées au début, afin de réduire les chances de développement de la fumagine. La mélasse étant fortement hygroscopique, le mélange redevient humide chaque nuit.

Les traitements se pratiqueraient comme suit : le premier dans la seconde quinzaine de juin, le second vers la mi-août, le troisième vers la mi-septembre. On pulvérise 0,5 litre par arbre. Le prix de revient du travail est de 0,20 fr par pied.

A la suite d'expériences concluantes faites en 1922 dans de grandes oliveraies de la Marenne toscane, l'obligation de traiter fut imposée dans un groupe de provinces du littoral méditerranéen avoisinant Livourne. Une association des agriculteurs organise le travail dans chaque commune [10].

(8) De Cellis, puis Lontionte, Berlese, etc.

(9) Paoli préfère pourtant actuellement la pulvérisation un peu partout sur les arbres.

(10) Les chiffres suivants ont été rapportés en 1916 par L. Turinetti : Plantation d'un seul tenant de 1.200 oliviers plantés côte à côte ou en culture intercalaire distants alors de 10 m × 30 m, et taillés en gobelets de moins de 4 m.

Chaque arbre reçut par traitement 330 g de liquide, pulvérisé sur sa partie basse exposée au sud. Avec un appareil à dos, un ouvrier traita 250 à 300 arbres dans sa journée. Trois opérations eurent lieu pendant la saison.

Le rendement des oliviers ainsi soignés fut de 25 lires plus élevé que celui des témoins. Aux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Del Guercio, collaborateur de M. Berlese, en étudiant de près la marche du développement annuel de la mouche dans les oliveraies, fixa ces dernières années différentes améliorations de détail à la méthode précédente. Se basant sur la présence très nette au début du printemps de premiers foyers d'où l'insecte se propage en tache d'huile et de la très grande rapidité de multiplication de l'espèce, il propose une lutte graduelle commencée de très bonne heure, empêchant les foyers de s'étendre, en un mot talonnant la mouche partout où elle essaye de se multiplier un peu abondamment. Ces modifications ingénieuses jointes à l'emploi de substances plus attractives que la mélasse : le glucose ou les sucs de fruits (caroubes, figues de Barbarie, mûres...) donneraient de meilleurs résultats et peut-être à moindres frais, les premières pulvérisations ne se faisant que sur un petit nombre d'arbres, ceux qui sont situés aux abords des maisons ou des magasins et dont le développement est précoce [11].

Selon l'auteur, par cette méthode, « le travail s'intensifie au fur et à mesure des besoins de la défense », défense dont le point culminant coïncide avec la fin de la période d'apparition des mouches; tandis que l'ancien système gaspille les moyens de défense au moment où le besoin ne s'en fait pas sentir.

M. Del Guercio conseille aussi l'emploi de l'alumine hydratée, qui favorise l'adhérence, et l'utilisation de quantités de liquide pas trop réduites par arbre.

Comment envisager ces traitements au point de vue économique? Ici se pose le même problème que dans presque toutes les destructions d'insectes : discerner le moment où l'on doit mettre en œuvre des moyens onéreux de celui où les agents naturels de destruction, climat, parasites, maladies, exercent gratuitement leur action. Le plus souvent encore, actuellement,

100 kg, les olives traitées donnèrent de 8 à 15 kg d'huile (sur 22 à 35 kg) de plus que les olives non traitées.

Paoli, cite à la suite d'essais en grand portant sur 10 communes, faits en 1925 par des associations obligatoires de défense, des taux d'invasions des olives par la mouche se réduisant à 10 p. 100 dans les parties traitées contre 70 p. 100 sur les témoins et une augmentation moyenne de la valeur des olives fines dans les parties traitées d'un tiers, parfois même beaucoup plus.

Turinetti (L.), *La lutte contre la mouche des olives (Dacus oleae) en Italie (Prog. agri. et viti*, n° 1, 1921); — Paoli (C.), *La lotta contro la mosca delle olive in provincia di Imperia del 1924*; — Battaglini (G.), *Relazione sulla lotta contro la mosca delle olive nella provincia di Imperia nel 1924* (L'*Agricoltura ligure*, n° 12, 1924 et n° 1, 1925).

(11) Voici le détail des opérations pour la Toscane :

Pulvérisations partielles.	1° 20 mai.	Oliviers tardifs et oliviers environnants les dépôts.
	2° 15 juin.	
	3° 25 juin.	
	4° 15 juillet.	Oliviers tardifs puis les précoces.
Pulvérisations générales ordinaires.	5° 10 août.	Tous les arbres de l'oliveraie.
	6° 25 août.	
Pulvérisations générales.	7° 15 sept.	Éventuelle, pour atténuer la réinfestation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

on a recours au traitement pratiqué tous les ans d'office suivant le même plan, bien que cette technique corresponde aux dépenses les plus élevées.

Dans les oliveraies où l'accès des appareils à travail rapide et économique est possible, où l'évolution des insectes peut être le mieux suivie et surtout où les chances de contamination estivale par des arbres voisins sont réduites, l'organisation des traitements est à envisager; si leur utilité n'est pas certaine tous les ans, on les pratiquera néanmoins en les considérant comme une assurance.

La nécessité de sa généralisation sur tout un territoire incita M. Berlese à demander que la loi oblige à traiter tous les oliviers.

Pour les oliviers dispersés au milieu des champs, placés sur d'anciennes terrasses peu accessibles et dont le rapport n'est pas très sûr, il est difficile de dire où est l'avantage : le traitement ou l'abandon des récoltes aux hasards de la nature.

Les toutes récentes études de Del Guercio jettent un jour nouveau sur la question. Les grandes variations d'abondances des mouches d'une année à l'autre, d'un mois même à l'autre et que l'on attribue souvent à des questions climatériques, seraient, pour une grande part, en rapport avec des invasions microbiennes. Ce fait concorde avec d'autres observations, toutes récentes aussi, portant sur d'autres insectes. Une meilleure connaissance du mécanisme de ces maladies permettra peut-être de les utiliser, pour combattre les insectes nuisibles.

LES COCHENILLES DES AGRUMES. — Une des plus nuisibles est celle qui est connue en France sous le non de pou rouge (*Chrysomphalus dictyospermi* Morg.). Importé dans le bassin méditerranéen, vraisemblablement d'Amérique, il commença à envahir les plantations d'arbustes, surtout d'agrumes, en Italie dès 1863 (Florence). La situation apparut grave en Ligurie vers 1901, puis en Sicile et en Calabre quelques années après.

M. Del Guercio et M. Malenotti furent envoyés en Sicile pour étudier sur place les moyens d'enrayer l'invasion. Elle avait provoqué des pertes évaluées aux 9/10 de la production normale. Ils établirent que : la mortalité naturelle du pou rouge est faible (5 p. 100 sur les éclosions, 5 à 10 p. 100 durant l'évolution larvaire, 2 p. 100 sur les adultes en été et 15 à 40 p. 100 en hiver), les femelles sont d'une prodigieuse fécondité (150 œufs) et que 4 à 5 générations se succèdent au cours de l'été en Sicile. Il n'était pas rare de voir les feuilles et les fruits recouverts de ces petits insectes, serrés au point de se toucher et même de se recouvrir. Un oranger pouvait en porter jusqu'à 7 millions. Leurs piqûres déterminent une altération profonde des tissus.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les insectes parasites ne diminuent pas beaucoup le nombre des poux rouges en Sicile à l'inverse de ce qu'on a observé en d'autres points d'Italie, en France et en Espagne. Seuls quelques petits hyménoptères furent trouvés sur des élevages abondants. Il fallait donc recourir à des destructions artificielles.

A cet effet MM. Del Guercio et Malenotti étudièrent les bouillies sulfocalciques déjà utilisées ailleurs dans la lutte contre les cochenilles et mirent au point une technique appropriée aux besoins du pays.

L'action insecticide de la bouillie qu'ils préconisent[12] s'exerce aussi bien sur les jeunes larves que sur les nymphes et sur les insectes adultes; les mâles sont plus sensibles que les femelles; mais la sensibilité des jeunes pousses et des fleurs à cette bouillie, jointe à la nécessité de ne pas salir les fruits avant la cueillette, limite les époques de traitement aux seuls mois compris entre juin et septembre ou décembre et mars; la floraison se faisant en mars-avril et les récoltes à l'automne. Les opérations d'été doivent être préférées car en été les pluies étant moindres, le produit exerce plus longtemps son action, surtout en ce qui concerne son pouvoir antifixateur pour les larves, point très important relevé par M. Del Guercio. Les meilleures époques sont juin-juillet; deux applications se font à 10-15 jours d'intervalle; elles sont suspendues aux heures chaudes de la journée.

Les polysulfures de potassium sont plus actifs que ceux de sodium et possèdent sur eux l'avantage de pouvoir être préparés à froid, mais ils provoquent fréquemment des brûlures surtout en automne, car le produit, hygroscopique, reste mouillé.

On consomme 4 à 10 litres de bouillie par arbre; la dépense serait seulement de 1/56 de la valeur des récoltes.

Récemment, pour éviter la préparation sur place, un peu lente, des bouillies sulfocalciques, on a employé aussi les « supersolfos »; ce sont des bouillies concentrées extraites de la matière ayant servi à l'épuration du gaz d'éclairage; la fabrication de la bouillie est instantanée : on prépare une suspension à 2 p. 100 en été et 4 p. 100 en hiver.

En même temps que le traitement contre le pou rouge était mis au point, on poursuivait les recherches sur l'utilisation des parasites. Plusieurs espèces

(12) Préparation : Dans une grande chaudière, chauffer à 45° 30 litres d'eau; ajouter 15 kg de chaux concassée en morceaux, gros comme le poing, Dès l'ébullition, ajouter 30 kg de soufre en poudre et agiter (l'opérateur doit se tenir un peu éloigné). Laisser bouillir pendant 15 à 20 minutes jusqu'à formation d'une pâte épaisse. Ajouter 150 litres d'eau et continuer encore de faire bouillir pendant 1 heure et demie. Au moment de l'emploi, diluer à 5 p. 100 l'été, à 8 à 10 p. 100 l'hiver et faire cette opération en utilisant le tiers environ d'eau contenant de la colle de pâte à 10 p. 100 préparée le jour de l'application seulement (faire bouillir 100 litres d'eau avec 10 kg de farine pendant quelques instants). Sevastano modifia légèrement ces proportions, mais le fond de la préparation reste le même. La colle de farine seule est supprimée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

furent isolées par Berlese, Malenotti, De Stephani, mais à part l'*Aphelinus chrysomphalis* qui, parfois est abondant, en général leur action est faible, même celle des coccinelles parfois reconnues comme très actives, cas par exemple de *Chilocorus bipustulatus* en Espagne, dans la province de Valence. Les espèces observées en Italie ne s'attaquent qu'occasionnellement au pou rouge et leur activité est faible.

En 1916, on reconnut à Madère qu'un petit hyménoptère parasite endophage l'*Aspidiotiphagus lounsburyi* tuait jusqu'à 50 p. 100 des poux rouges. En mars 1922, M. Paoli s'y rendait et rapportait 4.000 à 5.000 individus qu'il libéra aussitôt dans des plantations fortement envahies de la région de Chiavari près de Gênes. L'espèce s'est maintenue, mais sa multiplication reste encore lente; il faut attendre plusieurs années avant d'être fixé sur sa valeur.

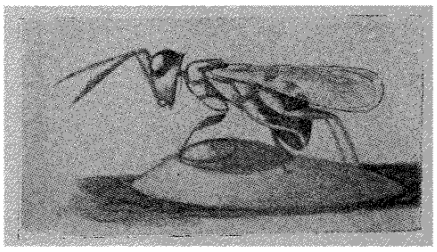


Fig. 3. — *Prospaltella Berlesei* pondant dans une cochenille blanche du mûrier (d'après Berlese).

LA COCHENILLE BLANCHE DU MÛRIER (*Diaspis pentagona* Targ.). — La cochenille blanche du mûrier est un petit insecte régressé se présentant sous la forme de fines pustules blanches fixées à l'écorce. Douée d'une puissance de multiplication prodigieuse (2 à 3 générations par an; 100 à 150 œufs par ponte), elle envahit très rapidement les sujets sur lesquels elle a été apportée, surtout les mûriers et les arbres fruitiers, les affaiblit d'abord, et détermine ensuite rapidement leur mort.

Introduite vers 1870-1880 en Italie, mais restée longtemps inaperçue, dès 1886 la cochenille blanche du mûrier commença à exercer ses ravages dans les régions de Milan et de Côme, ravages d'autant plus grands qu'on ne soupçonnait pas encore sa nocuité par des dégâts antérieurement commis dans d'autres pays; les recherches durent être entreprises d'urgence comme elles le furent en France à l'apparition du phylloxéra. Les dégâts annuels furent évalués à 20 millions de lires (Berlese) et même, à un moment, on craignit fort pour l'avenir de la sériciculture italienne, qui, déjà, à cette époque, souffrait d'une crise.

Jusqu'à présent le *Diaspis pentagona* a pu être arrêté à nos frontières grâce à de sévères mesures; il n'en constitue pas moins pour nous une lourde menace[13].

(13) Différentes études tinrent notre pays régulièrement au courant de la situation créée en Italie par le *Diaspis*; citons en particulier celles de Bouvier, Castine, Latière.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Devant l'urgence de la lutte à organiser, les services italiens durent essayer au plus rapide : la mise au point de formules d'insecticides; les compositions étaient d'ailleurs difficilement réalisables, le *Diaspis pentagona* étant protégé par des boucliers chitineux à bords soyeux [14].

Les traitements ayant endigué le mal, comme il n'y avait plus de chance d'éteindre les foyers alors trop étendus et l'insecte vivant sur de trop nombreux végétaux, tant sauvages que cultivés, on envisagea la lutte naturelle en recherchant les parasites originaires de Chine et du Japon, pays d'origine

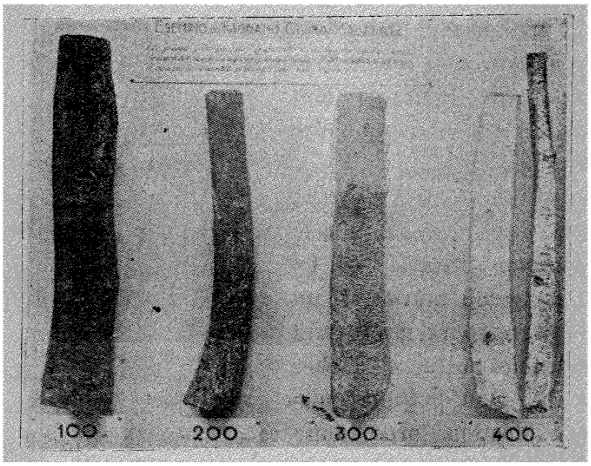


Fig. 4. — Comment à 100, 200, 300 et 400 m autour d'un centre d'introduction de la *Prospaltella*, les mûriers se trouvent progressivement débarrassés des cochenilles blanches les ayant envahis (d'après Berlese).

de la cochenille blanche du mûrier. L'espèce a été importée depuis longtemps aux États-Unis, en Amérique du Sud, en Australie. Dans ces pays, ses parasites l'ont accompagnée, ou elle y a trouvé des espèces indigènes qui l'ont combattue; pratiquement elle n'y fait pas de dégâts.

M. Silvestri commença par introduire en Italie parmi les hyménoptères parasites, la *Prospaltella diaspidicola*, espèce originaire de l'Afrique du Sud, et cinq coccinelles dont une, le *Rhizobius lophantæ*, envoyée de Californie, mais d'origine australienne, ne compte pas moins de six générations par an et paraît fort active.

De son côté, M. Berlese fit venir, d'abord des États-Unis (1906) puis du Japon (1908), un parasite spécifique du *Diaspis pentagona*, la *Prospaltella*

(14) Voir à ce sujet les travaux de GASTINE. Rappelons pour mémoire qu'une des formules les meilleures est celle de Franceschini. Actuellement nous disposons de mélanges à base d'huile lourde qui semblent d'une efficacité au moins égale à la bouillie Franceschini.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Berlesci (5 générations par an, ponte d'une trentaine d'œufs, pouvoir de dispersion assez grand) qui possède l'avantage de ne pas être limité par des hyperparasites, et représente un excellent parasite capable en deux ans de nettoyer presque complètement (80 p. 100) un arbre envahi par le Diaspis. Le climat italien lui convenant particulièrement bien et la surabondance des cochenilles blanches du mûrier lui assurant une nourriture facile, point important pour des acclimatations, les colonies de *Prospaltella* (une à Milan et une à Gênes) créées avec le second envoi, le plus abondant, prospérèrent admirablement. Encouragé, M. Berlese organisa aussitôt la diffusion méthodique du précieux parasite afin d'être fixé le plus tôt possible sur sa valeur et de bien l'établir, évitant ainsi sa perte en cas de conditions locales temporairement défavorables comme le surparasitisme. A cet effet, il précise une technique très simple : la fixation, sur les arbres, à raison de un rameau par 5 arbres, de rameaux de mûrier couverts de cochenilles « prospaltellisées ». Les offices agricoles, les sociétés d'agriculture, les directeurs des écoles et les professeurs d'agriculture ayant prêté leur concours, en moins de 4 ans des foyers purent être créés dans toute la Lombardie, la Vénétie et les provinces alors autrichiennes du rivage nord de l'Adriatique.

Il semble bien maintenant que le résultat cherché ait été atteint. En tout cas, les arbres n'ont pratiquement plus à souffrir de la cochenille : son nombre reste d'ailleurs encore assez élevé pour que ses parasites se maintiennent et agissent régulièrement. Les insecticides ont été abandonnés.

Bien que ces procédés soient assez satisfaisants, il convient que nous continuions à nous protéger contre le *Diaspis pentagona* en évitant sa propagation en France. Le *Diaspis* existe déjà à Menton et à Nice. Indication précieuse en cas d'invasion : la *Prospaltella* vit, en Amérique et au Japon, sous des climats plus froids que ceux de l'Italie, analogues à celui des vallées de nos Cévennes, où le mûrier monte souvent fort haut.

LE PHYLLOXÉRA. — Le vignoble italien fut envahi par le phylloxéra plus de quinze ans après le nôtre; aussi, comme des techniques de lutte avaient été mises au point chez nous, les dégâts ne s'élevèrent en Italie qu'à un milliard, alors qu'ils dépassaient 10 milliards en France. L'emploi des porte-greffes américains se généralise, suivant la technique adoptée en France. La reconstitution du vignoble est déjà en grande partie accomplie ou est poursuivie dans les quelques territoires où l'insecte n'est pas encore apparu; les écoles d'agriculture et de viticulture ont largement aidé à la lutte par leurs pépinières de porte-greffes.

LA COCHYLIS ET L'EUDÉMIS DE LA VIGNE. — Ces deux insectes exercent de grands ravages en Italie comme en France. Ils sont cependant limités aux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vignobles, dont les ceps sont conduits en formes basses et en peuplements homogènes; les vignes cultivées en treilles disséminées, ou fixées aux arbres, mais toujours situées au voisinage d'un feuillage et entourées de plantes cultivées variées, sont beaucoup moins attaquées.

Comme en France, l'Eudémis est de diffusion récente en Italie; apparue d'abord dans les provinces méridionales, elle remonterait progressivement vers le nord chassant peu à peu devant elle la Cochylis. La double analogie entre les deux pays est curieuse au point de vue biologique.

Les procédés de lutte préconisés sont les mêmes que ceux qui sont utilisés chez nous : bouillies arsenicales, nicotinées et depuis peu pyréthrées, selon les saisons; leur emploi rationnel, surtout dans le Piémont, semble se généraliser sous l'influence d'une active propagande. Sur les treilles fixées aux arbres, ils sont inapplicables, la hauteur des rameaux empêchant les grappes d'être atteintes individuellement; or, ce point est essentiel pour la réussite des traitements.

Si les techniques préconisées ne méritent en elles-mêmes aucune attention particulière, les résultats de luttes rationnellement conduites sont par contre intéressants à relever.

La loi italienne du 26 juin 1913 sur les maladies des plantes permettant aux agriculteurs de se constituer en associations de défense collective contre les insectes, en 1918, dans la province d'Alexandrie, province réputée par ses vins, un tiers des vignes subissait des pertes de plus de 30 p. 100 provoquées par les vers des raisins, perte estimée par an à 700.000 qu, soit 14 à 16 millions de lires — une telle association fut organisée. M. Cabotto, directeur de la chaire ambulante d'agriculture de Casale-Montferrato, fut chargé de faire des expériences préliminaires pour se rendre compte des meilleures techniques à employer. Les résultats de ces essais ont porté sur 16 ha de vignobles de petite culture (27 propriétaires); ils se résument comme suit :

1er essai. Commune de Camaragna : Récolte normale là où les vers du raisin sont absents : 85 qu à l'hectare (valeur moyenne 12.750 lires, vins de bonne qualité).

Vignes traitées : à l'hectare : Pertes. 1re génération. 13,6 qu
2nde — . 14,6 qu
Total. . . . . 28,2 qu, soit 4.200 lires.
Prix du traitement . . . . . 260 —

Produit net à l'hectare : 12.750 — (4.200 + 260) = 8.290 lires.

Vignes non traitées : à l'hectare : Pertes. 1re génération. 32,30 qu
2nde — . 23,80 qu
Total . . . . 56,10 qu, soit 8.400 lires.

Produit net à l'hectare : 12.750 — 8.400, soit 4.350 lires.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Un traitement qui a coûté 260 lires a donc provoqué une augmentation de valeur du produit brut de 8.290 — 4.330 soit 3.960 lires à l'hectare [15].

2nd essai. Commune de Vignale :

Pertes à l'hectare : Vignes non traitées. 53 qu
Vignes traitées. . . 17 qu

Différences de valeur entre les 2 récoltes : 5.200 lires à l'hectare [16].

M. Gabotto, dans l'organisation de l'association de défense collective, prévoit le grand rôle que peut y jouer un petit laboratoire d'observations phytopathologiques : il pourrait déterminer les époques de traitements (en se basant sur l'observation du vol des papillons) pour chaque vigne, les points à traiter et ceux au contraire où l'on n'aura pas à donner de soins particuliers. Le même plan ne peut servir tous les ans car les foyers se déplacent, et les époques d'apparition des invasions et leur marche sont très variables.

L'essai de Casale Montferrato méritait d'être cité, car il constitue un grand progrès dans la mise en œuvre de techniques très connues, mais dont l'application se heurte à une seule, quoique bien grande, difficulté, celle d'amener les intéressés à opérer avec beaucoup de soins en visant les grappes et non en se contentant d'arroser les feuilles comme ils le font pour un simple sulfatage. Le travail paraît peut-être un peu plus facile en Italie que chez nous, dans le Piémont au moins, où beaucoup de vignes sont conduites en tiges un peu élevées avec raisins à hauteur de la main : les opérateurs n'ont pas à se courber et à travailler dans une position incommode [17].

Au sujet de la Cochylis et de l'Eudémis une autre question se pose pour la viticulture française : n'y aurait-il pas en Italie, dans les régions où ces insectes font peu de dégâts (vignes cultivées dans les arbres et disséminées), des insectes parasites inconnus chez nous et qu'il conviendrait d'introduire.

D'après les recherches de M. Silvestri, la faune parasite de la Cochylis et de l'Eudémis est en Italie très voisine de la nôtre, les différences ne por-

(15) Les traitements se font en quatre applications : deux de printemps à l'arséniate de plomb, deux d'été à la nicotine.

Les souches sont au nombre de 4.000 à l'hectare. Pour traiter un hectare compter 6 à 8 hl de bouillie, et 6 journées d'ouvrier de 12 heures.

(16) Ces augmentations de revenus, 3.960 et 5.200 lires à l'hectare, peuvent paraître extraordinaires, mais ne correspondent pas entièrement à un bénéfice net; de leur montant on doit défalquer les frais d'exploitation qui, dans le revenu des récoltes non traitées, ne sont pas entièrement couverts.

La très grande marge, entre le prix de revient des opérations et le revenu global, montre comment dans bien des cas on a encore avantage à appliquer les traitements même avec l'acquisition d'un matériel spécial bien approprié à leur réussite, le dressage d'équipes compétentes et les frais supplémentaires de surveillance, qu'entraine ces opérations dont la réussite est sous la dépendance absolue des soins d'exécution.

(17) Un allongement des lances favoriserait déjà beaucoup chez nous le travail sur les souches basses.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tant que sur quelques espèces à rôle faible (cinq sur une quinzaine environ). Aucun essai d'importation ou d'échange de ces parasites ne paraît donc intéressant; ces études de M. Silvestri prennent pour nous une tout autre valeur si on les envisage au point de vue d'une meilleure utilisation de nos parasites indigènes.

En France, les recherches faites par Marchal, Feytaud, Picard, Chatanay, puis par Voukassovitch en ces dernières années, tendent toutes vers cette conclusion formulée en dernier lieu par Voukassovitch : « Nos vignobles actuels, bien entretenus, bien nettoyés où la vigne seule existe, sont des créations artificielles se prêtant très peu à l'utilisation des parasites... ; si l'on désire tirer profit de l'action de ceux-ci, il faut essayer d'établir un équilibre naturel au désavantage de l'Eudémis en respectant autant que possible la présence de plantes ou d'arbustes à l'intérieur des vignes ou près d'elles. » En effet, Marchal a dit à propos des *Pimpla*, insectes parasites des chrysalides d'hiver de l'Eudémis : « la présence de plantes sauvages ou cul-« tivées autres que la vigne, hébergeant les insectes susceptibles d'être « parasités par les *Pimpla* peut avoir une grande importance en favorisant « la multiplication de ces derniers ». La majorité des parasites actifs ayant une évolution ne cadrant pas avec celle de l'Eudémis (plus rapide), ne parasitant que des stades assez stricts de cet hôte, et celui-ci n'ayant pas des générations très chevauchantes, la polyphagie est presque toujours pour eux une condition nécessaire à leur maintien d'abord, à leur activité et leur pullulation ensuite. Voukassovitch a observé que le parasitisme est beaucoup plus élevé, bien que les espèces en cause varient beaucoup d'une année à l'autre, dans la bordure des vignobles, au voisinage de plantes autres que la vigne, et décroît progressivement lorsqu'on se dirige vers le centre de plantations. Pour la pyrale de la vigne, autre insecte abondant dans les vignobles mais d'évolution plus lente encore, les vignes abandonnées par suite de sa présence, dès qu'elles sont gagnées par les mauvaises herbes, voient aussitôt les parasites pulluler alors qu'ils étaient rares auparavant.

Les observations de Silvestri faites en Italie méridionale concordent avec les faits observés en France. Silvestri a remarqué en effet que c'est dans la zone des cultures très variées des terres riches situées au pied du Vésuve que l'Eudémis est la plus parasitée et ce fait serait dû à ce que, suivant les saisons, ses parasites peuvent prospérer sur des insectes attaquant d'autres plantes que la vigne ou leurs parasites; ces insectes sont la teigne de l'olivier, la piéride du chou, la noctuelle du chou, l'*Apanteles glomeratus*; des oliviers, des rangées de choux, des figuiers, des ormes, des peupliers sont en effet toujours intercalés dans les treilles de vignes napolitaines. Le fait a pu être suivi pour *Dibrachys affinis*, *Elasmus flabellatus*, les *Pimpla*,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Oophthora, parasites importants, le premier tuant certaines années à lui seul jusqu'à 62 p. 100 des Eudémis.

Il semble donc bien que, au moins en l'état de nos connaissances actuelles, l'utilisation des parasites contre l'Eudémis, soit peu compatible avec la forme exigée de plus en plus pour une culture économique et une bonne végétation de la vigne : parcelles vastes, pieds en lignes et sarclages répétés.

D'autre part, nous savons qu'il est difficile d'obtenir des parasites des taux de destruction de plus de 80 p. 100, or un tel taux, s'il est acceptable, pour des insectes vivant sur les troncs d'arbres ou les ramilles comme les cochenilles, les pucerons... ne paraît pas suffisant pour les vers des raisins, les dégâts commis par un seul individu étant très considérables. En pareil cas les parasites ne peuvent apporter qu'une réduction des frais de lutte.

Enfin un parasite nouveau de l'Eudémis ou de la Cochylis, ne paraît devoir être acclimaté chez nous que si son évolution, synchrone de celle de l'Eudémis, le libère entièrement de passages sur des hôtes complémentaires dont la présence est peu certaine, et que si étant parasite des chrysalides ou des chenilles ayant tissé leurs cocons, il ne se trouve pas éliminé en grande partie à chaque automne par la vendange, la taille, les sarclages ou les labours.

Pour les grands vignobles et les pays à grande densité viticole, il ne semble donc pas que, pour le moment, on puisse fonder de très grands espoirs sur l'utilisation des parasites.

LA PYRALE DES POMMES ET DES POIRES. — L'espèce est aussi fréquente en Italie que chez nous; elle y est combattue par les mêmes procédés : deux pulvérisations arsenicales faites au printemps, l'une aussitôt la chute des pétales, l'autre quinze jours après. Le matériel de pulvérisation utilisé en Italie a surtout attiré notre attention.

Nous avons vu, principalement dans la région de Forli à l'extrémité sud-est de la plaine lombarde, de fort beaux vergers de pommiers à fruits de table, de poiriers, de cerisiers, de pêchers, plantés en formes assez grandes mais régulièrement disposées pour se prêter à un entretien facile et à une cueillette rapide. Les traitements se font à l'américaine avec des appareils à grand travail comportant un tonneau d'une contenance de 700-800 litres tiré par un cheval, placé sur un châssis bas, muni d'une petite pompe verticale à levier, et de deux lances latérales fixées à des tuyaux de caoutchouc longs de 5 m. La pression du liquide est de 7 à 10 kg : cm^2; aussi peut-on traiter le sommet et l'intérieur des arbres. Un grand arbre demande 15 à 20 litres de bouillie; l'opération dure 3 à 4 minutes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La meilleure preuve du bon effet de ces traitements est donnée par l'importance du commerce des fruits qui sont exportés en très grande quantité sur des distances fort grandes, et malgré des tarifs de transports élevés, dans toute l'Europe centrale. Il faut reconnaître que tout, dans cette organisation, a été calculé pour entraîner au minimum de frais ou de risques, non seulement pour l'entretien des vergers et de leur préservation contre leurs ennemis, mais encore pour la vente; les méthodes commerciales appliquées sont des plus modernes : réfrigération des wagons à leur départ, confiturerie et fabrique de conserves au sirop pour les jours d'effondrement des

Fig. 5. — Avantages des lances à jet réglables pour le traitement des vergers.

cours, triage des produits, puis expédition par lots homogènes avec marques correspondantes, scrupuleusement garanties.

En petite culture, se développent chaque jour, surtout dans la région de Forli, sous l'influence du prof. Guibertini, des plantations de pêchers conduits en gobelets très bas qui paraissent fort commodes pour une production prompte et des traitements avec les petits pulvérisateurs à dos.

Les lances des appareils à dos ou montés sur roues, sont bien étudiées : par simple déplacement d'une pièce du bec (disque, bague) elles donnent soit des jets étroits, dirigés, violents et à longue portée, soit des jets plus larges, en brouillard pour le traitement des surfaces rapprochées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LES SAUTERELLES. — L'agriculture italienne a beaucoup à souffrir des sauterelles [18]; les foyers sont nombreux et les invasions assez longues, probablement en raison du climat assez chaud. On a affaire surtout au criquet marocain et au criquet italien [19]. Les principaux foyers sont situés sur le versant adriatique (région de Foggia), dans la plaine de Rome, dans toute l'Italie méridionale et la Sicile; ils y sont d'ailleurs endémiques. Quelques foyers apparaissent parfois dans la plaine du Pô.

Les recherches de M. C. Paoli, qui dirige la lutte antiacridienne dans la région de Foggia, ont montré qu'aux solutions d'huile de houille [20], de

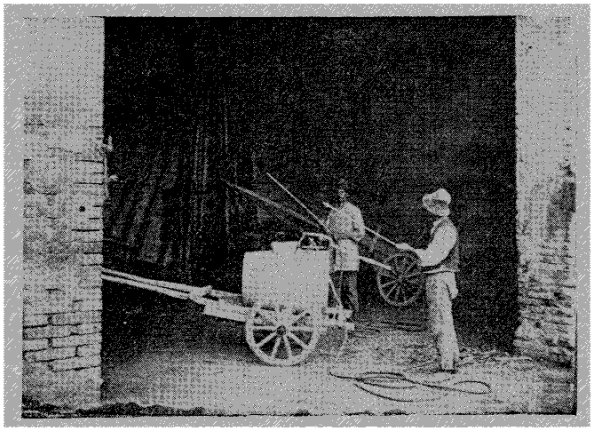


Fig. 6. — Type de pulvérisateur à grand travail utilisé dans les vergers lombards.

crésyl [21], préconisées pour détruire les larves, et aux jets de pétrole enflammé essayés pour détruire larves et adultes, on peut substituer avantageusement : la pulvérisation sur les prairies de solutions d'arsénite de soude à 0,5-8 p. 100 selon l'âge des sauterelles, effectuée le matin avant la dispersion des insectes; l'épandage d'appâts formés de son empoisonné à 6 p. 100 d'arsénite de soude; ou simplement le poudrage, le matin à la

(18) Les terres envahies chaque année représentent en moyenne 100.000 ha. On aura une idée de leur importance en sachant qu'en 1869, année où le ramassage des adultes était encore une opération courante, on a ramassé plus de 1.170 t de sauterelles.

(19) Une autre espèce abonde aussi parfois, le *Tettigonia albifrons*; elle existe chez nous mais reste indifférente.

(20) Préparer à chaud l'émulsion :

Eau	60 l
Savon mou	6 kg
Huile lourde de goudron	30 l
Sel (facultatif)	0,2 à 2 kg

à employer à 6-18 p. 100 selon l'âge des larves. Très actif.

(21) Le crésosol est constitué par un mélange de crésol, de phénol, d'huile lourde de houille, de soude et de colophane. Il s'emploie à 8-18 p. 100.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rosée, de phosphure de zinc. Chacun de ces traitements détruit 90 à 95 p. 100 des criquets; l'effet est immédiat (1 à 24 heures après l'application).

Ainsi compris, les traitements permirent en 1917, en une seule campagne, de réduire l'invasion sévissant près de Foggia d'une superficie de 10.000 ha à une de 300 ha seulement [22].

Des essais montrèrent qu'il n'y a pas de danger pour le bétail à employer les appâts empoisonnés : effectivement, surtout si les animaux ne mangent l'herbe que quelques jours après le traitement ou après une pluie, aucun accident ne fut constaté. L'arsénite de soude qui est soluble présente

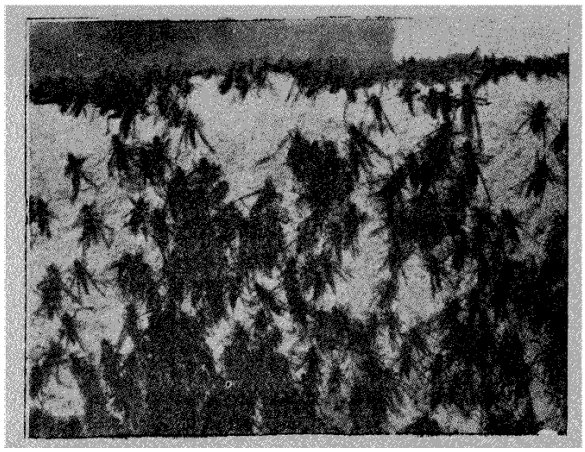


Fig. 7. — Invasion de criquets. — Bande de jeunes franchissant un mur (d'après Paoli).

sur les arséniates insolubles, comme celui du plomb, non seulement l'avantage d'être plus actif, mais aussi, étant entraîné par la pluie, de ne pas subsister sur l'herbe longtemps après le traitement, alors que sa présence n'est plus utile (Pantanelli).

(22) Paoli a déterminé le prix de revient de la lutte antiacridienne, la valeur de cette lutte et la façon dont on doit la conduire. Sa documentation est d'autant plus intéressante qu'elle porte sur le traitement de 10.000 ha; elle nous familiarise avec des ordres de grandeur peu connus.

Sur les 10.000 ha de territoire envahis on compte seulement 450 ha environ de petites parcelles qui seules devaient être traitées; les criquets vivant réunis en petites bandes disséminées, se déplacent plus ou moins rapidement, on ne traite que les emplacements occupés par ces bandes.

La lutte sur le foyer de la région de Foggia nécessita l'acquisition de 86 pulvérisateurs à dos, de 75 qu d'arsénite de soude, de 740 qu de son, l'emploi de 5.000 l de solution et dura 34 jours. Le prix de revient total fut d'environ 90.000 lires.

Par hectare de terrain occupé par les bandes d'acridiens (terrain comportant en moyenne par mètre carré : soit 100.000 larves au 1er stade, 50.000 au second, 20.000 au troisième, 9.000 à la première nymphe, et 3.000 à la seconde où les acridiens se dispersent en vieillissant), il faut compter 1.700 l de liquide toxique à pulvériser (coûtant 170 à 230 lires) ou 350 kg de son empoisonné (prix 200 lires).

Si l'on prend la moyenne plutôt basse de 4.000 individus tués au mètre carré, par le traitement des 345 ha occupés par les bandes de larves ou de nymphes, on aurait tué 13 milliards d'individus

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Paoli remarqua aussi que les solutions d'arsénite tuent les sauterelles tant par contact que par ingestion, et que même les individus en ayant absorbé très peu, s'ils ne meurent pas, sont au moins rendus stériles.

Le poudrage au phosphure de zinc se montre avantageux quand on dispose de peu d'eau et là où la main-d'œuvre est réduite.

Rappelons que la législation italienne confie au Ministère de l'Économie nationale le soin de l'organisation des luttes anti-acridiennes. La moitié des frais engagés est remboursée, mi-partie par les provinces et mi-partie par les communes intéressées. Cette lutte a coûté près de 300.000 lires à l'Italie en 1916.

Dernièrement Pantanelli fit des essais sur la dispersion de germes pathogènes et notamment de cultures du *Bacterium acridorium* d'Hérelle sur les bandes de criquets, selon un principe ancien mais qui a donné des résultats très controversés. Il reconnut que :

la poudre de criquets morts ne fournit pas un bacille plus virulent que celui des cultures sur agar-agar; elle permet seulement une préparation sur place là où on ne peut disposer d'une installation perfectionnée;

le cannibalisme n'existant que chez les individus poussés par la famine, les invasions microbiennes ne se propagent pas d'elles-mêmes dans les bandes. La mortalité finale obtenue atteint seulement 8 p. 100;

dans l'herbe ayant reçu des pulvérisations, la virulence des germes s'atténue très vite, en 24 heures environ;

Enfin les germes existent très nombreux dans la nature et dans le tube digestif de beaucoup de criquets; ils semblent y être le plus souvent d'une virulence très atténuée.

Tout compte fait, bien que des progrès se réalisent chaque jour, nous n'avons pas encore la clef de l'utilisation contre les sauterelles de ces puis-

jeunes; l'opération revenue à 65.000 lires, la destruction de 1 million de jeunes sauterelles revint au chiffre minime de 5 lires.

Lorsque l'on s'attache à détruire les quelques adultes qui restent à l'époque de la ponte afin de la prévenir, on peut compter 120 sauterelles tuées par mètre carré ce qui, à 60 œufs par femelle, représente une destruction de 7.200 œufs au prix de 5 lires.

Les destructions directes des pontes ne se firent que sur les terrains cultivés là où l'on peut opérer avec des machines.

La préparation de son arsénié se fit en grand, dans une sorte de coffre placé sur un bâti se terminant en trémie à la partie inférieure et dans lequel le son est malaxé automatiquement.

On peut juger de l'économie de ces méthodes par rapport aux anciennes, d'après le tableau ci-joint établi par Pantanelli en 1917.

Prix de revient du quintal de sauterelles tuées par :

Capture des adultes	48 lires.	
Pulvérisation au crésosol.	35 à 90 lires	selon la concentration.
— émulsion d'huile lourde . . .	26 à 62 —	—
— arsénite de soude.	16 à 25 —	—
Appâts empoisonnés	**2,10** lires.	

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sants agents de limitation naturelle des invasions constitués par les maladies bactériennes.

Paoli arrive à une conclusion semblable en ce qui concerne les parasites. Les diptères et les coléoptères acridiophages sont nombreux, réduisent parfois les pontes de criquets de 25 p. 100 et détruisent les invasions, mais nous ne connaissons que fort peu encore les lois réglant leurs conditions d'action et de multiplication.

Les espèces les plus actives sont spécialisées à une évolution sur les pontes; leur maintien, d'après Paoli, semble assuré en partie par une évolution permanente sur les pontes d'acridiens divers peu abondants mais aussi largement distribués et de présence constante sur tout le territoire italien, et en partie par la possibilité pour les jeunes larves oophages de rester pendant de longues années dans une sorte d'engourdissement sans se nourrir ni poursuivre leur évolution. Ces données confirment celles de Künkel d'Herculaïs formulées pour l'Algérie.

De très grandes différences dans les taux de parasitisme se présentent entre des territoires très rapprochés, mais les variations de ces taux d'une année à l'autre restent faibles. Le parasite le plus fréquent est le *Zonabris mirabilis*, espèce connue chez nous.

En conclusion, nous ne pouvons pour le moment compter sur les parasites, ni prévoir leur action; nous ne pouvons que bénéficier passivement de leur action; leur évolution étant fort longue, leur nombre ne peut augmenter rapidement au début d'une invasion; aussi Paoli envisage-t-il l'importation d'espèces plus actives.

INSECTES DIVERS. — Signalons les essais encore en cours du prof. Del Guercio sur l'introduction de l'*Aphelinus mali*, parasite américain du Puceron lanigère, essais parallèles à ceux du prof. Marchal en France et qui ont servi de départ aux travaux faits actuellement dans différents états européens. En Italie, le puceron lanigère est, comme en France, assez disséminé; mais il abonde souvent sur les arbres taillés. Nous avons vu des colonies d'*Aphelinus* qui s'étaient maintenues pendant trois ans.

Dans les plantations fruitières, les cochenilles, toujours abondantes sur les troncs d'arbres, sont détruites par des pulvérisations, faites l'hiver, de bouillies à base d'huile lourde analogues à celles qui sont utilisées dans les pays du nord de l'Europe et qui depuis peu se propagent en France. Voici, une des formules les plus simples :

Huile lourde de houille ($d = 1{,}052$)	8 à 10 litres
Carbonate de soude	4 kg
Eau	100 litres

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Lors de notre passage, l'Observatoire phytopathologique de Turin procédait à des essais de propagation d'épidémies de champignons entomophytes pour détruire une invasion de chenilles processionnaires du pin. Des chenilles étaient infestées au laboratoire, puis mises en cellules pour le développement du champignon. En peu de temps elles se recouvraient d'une poussière de spores. Pulvérisées, les cultures étaient répandues ensuite par poudrages dans les jeunes reboisements de pins après addition de 75 p. 100 d'une matière inerte, ici la farine.

Les tipules ont fait de leur côté l'objet de très intéressantes recherches de la part du prof. Del Guercio; non seulement les tipules commettent en France de sérieux dégâts dans les prairies, mais encore, dans certaines conditions de culture elles se montrent de véritables fléaux pour les rizières, obligeant parfois à recommencer plusieurs fois les semis.

Ces études nous apportent des données fort importantes sur la biologie générale des insectes, en particulier sur l'influence des façons culturales sur l'évolution des insectes.

Normalement les tipules ne se rencontrent pas dans les rizières, les conditions de milieu ne leur convenant pas. Pourtant dans certaines conditions, elles peuvent y effectuer une partie de leur évolution. Le fait se produit lorsqu'on sème le riz sur un défrichement de luzerne ou de trèfle; les tipules pullulent alors facilement pour peu que le terrain soit humide. A l'automne, lorsqu'on laboure les luzernes ou les trèfles, les pontes et même les éclosions de tipules ont déjà eu lieu; le terrain se trouve donc infesté et les larves ne sont pas détruites, ou en petit nombre seulement, par les façons d'un sol rendu spongieux par la présence de nombreuses racines. Lors des semailles de riz, au printemps suivant, ces larves se jettent sur les jeunes pousses dès leur apparition et les détruisent en grand nombre. Peu après, quand le terrain est recouvert d'eau pour la première fois, elles sont aussitôt tuées par asphyxie ou, si leur nymphose a pu se produire, les adultes issus ne pondent pas sur l'emplacement, la couche d'eau les en empêchant. Les tipules nous offrent ainsi un curieux exemple d'insectes nuisibles à des plantes sur lesquelles ils ne peuvent normalement poursuivre leur évolution complète.

Une mise en eau des futures rizières l'hiver, avant semailles, ou, si l'on dispose de peu d'eau à ce moment, des semailles tardives suffisent à prévenir les dégâts des tipules. Chose curieuse, lors de l'arrivée de l'eau, si elle est lente, les larves se dirigent vers les points qui restent émergés, en particulier vers les petits talus de terre qui servent à retenir l'eau. L'espèce y achève son évolution et se maintient pendant de longues années prête à envahir de nouveau les champs voisins dès qu'ils seront couchés en herbe.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans son ensemble, le milieu demi-aquatique constitué par la rizière est aussi fort intéressant au point de vue biologique. Certaines espèces animales ou végétales viennent à tour de rôle y pulluler et se montrer nuisibles suivant que le terrain est inondé ou asséché; aussi, pour les combattre, doit-on combiner judicieusement l'alternance des mises en eau et des assecs. Pour les arthropodes, nous trouvons, se développant avec la mise en eau mais tués par l'assec, de petits crustacés (*Apus cancriformis*), qui bouleversent les semis, et les larves de phryganes et de nèpes qui dévorent ou détériorent les jeunes pousses; et, inversement, favorisés par l'élimination de l'eau mais détruits par son retour, les tipules, des larves de tabanines et de volucelles.

*
* *

LA LUTTE CONTRE LES INSECTES NUISIBLES A L'HOMME ET AUX ANIMAUX DOMESTIQUES.

Un problème important est celui de la lutte contre les moustiques, agents transmetteurs de la malaria. La malaria sévit en effet d'une façon fort grave dans beaucoup de régions italiennes qui sont souvent parmi les plus fertiles et s'oppose à leur mise en valeur agricole.

Nous avons pu voir dans les marais voisins de Rome, le centre d'étude et d'expérimentation fondé dans ces dernières années par le prof. Grassi à Fiumichino, village de 1.300 habitants environ, établi à l'embouchure du Tibre.

En créant ce centre de Fiumichino, le prof. Grassi se proposait de préciser par des observations de longue durée les conditions d'évolution, de maintien et de propagation de la malaria dans une région, et de déterminer par une application méthodique et à grande échelle, la valeur pour l'Italie des méthodes connues de prophylaxie.

En particulier, il voulait vérifier ses propres conclusions : si l'été, la maladie est transmise d'un homme à un autre par les moustiques (anophèles), au printemps, sa réapparition ne serait pas due, au moins dans la très grande majorité des cas, à la piqûre d'insectes ayant hiverné, portant encore dans leurs glandes salivaires les germes d'automne, mais au contraire, à la propagation par les générations du printemps (moustiques correspondant aux larves hivernantes) de germes prélevés sur des individus atteints à ce moment d'accès de fièvre récurrente. Les moustiques adultes hivernants sont morts en très grande majorité en mars et piquent rarement à ce moment de l'année encore froid. Si, par une application judicieuse de quinine, on détruisait les germes dans le sang des individus malades et si l'on enrayait dès leurs débuts les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cas de récidive échappés, on pourrait, d'une année à l'autre, retarder considérablement les réinvasions estivales et ainsi diminuer de beaucoup, sinon éliminer complètement, les cas de fièvre.

La lutte contre la malaria est donc basée sur une application généralisée de traitements de quinine jointe à des mesures de protections mécaniques contre les piqûres des moustiques et de destruction des gîtes d'anophèles. Le prof. Grassi craint que, prises seules, ces dernières techniques ne soient pas suffisantes, car on ne peut compter sur une désanophélisation absolue des campagnes.

Un laboratoire est établi sur les lieux et plusieurs personnes y sont attachées en permanence pour effectuer les observations biologiques et médicales, diriger la lutte directe contre les anophèles et organiser le contrôle médical de tous les habitants.

La lutte directe comporte outre l'assèchement des terrains marécageux, pratiqué depuis longtemps, l'entretien des fossés collecteurs d'eau dans un état tel qu'ils ne puissent servir à la pullulation des anophèles : faucardements fréquents, substitution aux fossés de coulottes en ciment, et, chaque fois que les prélèvements d'eau y révèlent la présence de larves âgées en grand nombre, l'assèchement temporaire, l'épandage d'une mince couche de pétrole à leur surface ou l'empoisonnement de l'eau par le cyanure de sodium. Des captures d'adultes, faites dans les habitations par fumigation des pièces ou par prise directe, permettent en même temps de débarrasser les locaux envahis, et de se rendre compte de l'abondance des espèces dangereuses, et de la proportion parmi celles-ci, des individus porteurs de germes. Cette proportion reste d'ailleurs toujours très faible : 1 à 2 p. 100.

Pour le contrôle médical, chaque habitant de la région de Fiumichino, dès qu'il présente un accès de fièvre, est traité à la quinine; des prélèvements de sang permettent de se rendre compte de la nature de la fièvre dont il est atteint (tierce, quarte ou estivo-automnale). Un fichier détaillé, établi méthodiquement pour toute la population, renfermant les observations de quatre années, constitue un document de valeur inappréciable par son originalité et permet de suivre chacune des maladies dans le temps et dans l'espace en tenant compte des prédispositions ou des résistances individuelles des malades, de leurs antécédents, etc.

Depuis 4 ans, le nombre des cas de fièvre dans la population sédentaire de Fiumichino diminue très régulièrement; l'habitude de la préservation et de l'absorption immédiate de quinine en cas d'accès de fièvre se propagent parmi les habitants qui y étaient hostiles au début.

Dans ces dernières années le laboratoire de Fiumichino a réussi à accli-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mater un petit poisson du Mississipi, long de 15 à 25 mm seulement, le *Gambusia affinis* qui, se nourrissant de larves de moustiques, rend les plus grands services. Sa petite taille qui lui permet de vivre en eau peu profonde et sa multiplication rapide en font un grand destructeur de larves.

L'étude géographique des marais révéla que les foyers de paludisme les plus importants se trouvaient à la périphérie; des moustiques vont même parfois jusqu'à 2 à 3 km à l'intérieur des terres voisines ainsi que l'on a pu s'en rendre compte par des marquages. Le fait peut être attribué à la plus grande densité de la population en ces points, à la présence de bestiaux dont le sang est nécessaire à la maturation des œufs des moustiques et au grand nombre d'abris où les insectes se réfugient la nuit.

Le prof. Grassi, pensant trouver la clef des méthodes nouvelles de lutte antimalarique a recherché les causes de ce fait curieux que quelquefois la présence, l'abondance même d'anophèles coïncide avec l'absence de la malaria. Diverses explications furent envisagées : abondance du bétail, habitants logeant au-dessus des étables, les moustiques restant dans ces dernières, plus chaudes et plus obscures, et ne venant pas attaquer l'homme; l'été, mortalité rapide des anophèles, ne permettant pas à la maladie d'achever son évolution dans leurs glandes; races spéciales d'anophèles adaptées aux animaux et ayant peut-être perdu l'habitude de piquer l'homme; température trop basse, population autochtone à résistance acquise.... Il est bien difficile encore de savoir quelle est la véritable cause; peut-être plusieurs causes agissent-elles, ensemble ou alternativement, suivant les régions et les circonstances.

L'application des mesures antimalariques se généralise dans toute l'Italie; on peut voir dans les régions malsaines que toutes les gares et les maisonnettes de garde-barrière ont leurs baies garnies de grillage; les résultats immédiats, une longévité beaucoup plus grande du personnel ainsi protégé, feront beaucoup pour la divulgation des méthodes de protection. Les rizières, qui sont souvent des foyers de multiplication des moustiques, ne peuvent être à moins de 3 km des villages; les dortoirs pour les ouvriers sont peu à peu aménagés rationnellement et l'usage de la quinine se répand; enfin dans les rizières on entreprend l'élevage des carpes, qui dévorent un nombre considérable de larves de moustiques et apportent un supplément de revenu appréciable.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

INSECTES UTILES AUX VÉGÉTAUX CULTIVÉS SUR LESQUELS ILS VIVENT.

Le figuier est très répandu dans toute la zone méditerranéenne; c'est une source de grandes richesses.

La fécondation des fleurs de figuier, notamment de l'espèce dite de Smyrne, n'a été expliquée qu'assez récemment; on savait cependant autrefois que le figuier ne porte fruits que si on cultive près de lui certaines espèces sauvages, les caprifiguiers, ou mieux que si on transporte à des époques déterminées les petits fruits de ces arbres au voisinage des fleurs des pieds donnant les figues comestibles (caprification).

Le prof. Grandi de l'École d'Agriculture de Bologne a étudié la caprification, dans ses dernières années; ses recherches auront certainement une répercussion sur la production des figues dans les pays subtropicaux; du point de vue de la biologie générale, portant sur les modifications que subissent les espèces sous l'influence du milieu et les rapports symbiotiques qui unissent les êtres vivants entre eux, elles ont le plus grand intérêt mais ne sauraient trouver leur place ici [23].

*
* *

APICULTURE.

L'étude des abeilles ne fait encore l'objet d'aucun service de l'Etat en Italie, mais nous avons vu chez des apiculteurs professionnels des élevages industriels de reines destinées au commerce, absolument remarquables et qui méritaient analyse ici.

L'élevage des reines se pratique un peu dans tous les pays et sa mise au point est due à des chercheurs de toutes les nationalités, mais les éleveurs italiens purent monter de grandes entreprises de production, la race italienne étant en vogue dans beaucoup de pays pour les changements progressifs des races d'abeilles, les croisements, le rajeunissement des ruches ou la sauvegarde d'essaims orphelins. Nous devons à M. Penna, de Bologne, la visite de l'entreprise qu'il dirige, l'une des plus importantes de la région.

La ruche forme un milieu très complexe, un édifice biologique dont il semble impossible au premier abord de modifier un élément sans amener sa ruine; elle ne comprend qu'une reine et de nouvelles ne sont produites qu'en nombre très limité, une ou deux au plus à chaque printemps ou en cas d'orphelinage; or, on est arrivé, par une connaissance approfondie des mœurs

(23) Nous exposerons cette question en détail dans un prochain numéro de la *Revue scientifique*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des abeilles, de leurs réactions, de leurs conditions d'évolution, à obtenir avec une sécurité presque absolue toute production continue en reine désirée. Ce sont là des travaux très hardis, certainement parmi les plus beaux de l'entomologie appliquée.

Pour comprendre l'élevage des reines et se rendre compte des difficultés auxquelles il se heurte, il faut se rappeler les deux observations suivantes : l'œuf donnant l'ouvrière ou la reine est le même, seule une différence dans son régime alimentaire aiguille la jeune larve vers l'une ou l'autre forme; deux reines ne peuvent se trouver en présence quelques instants sans que l'une périsse sous l'aiguillon de l'autre.

Au point de vue commercial, le problème se ramène à l'obtention du

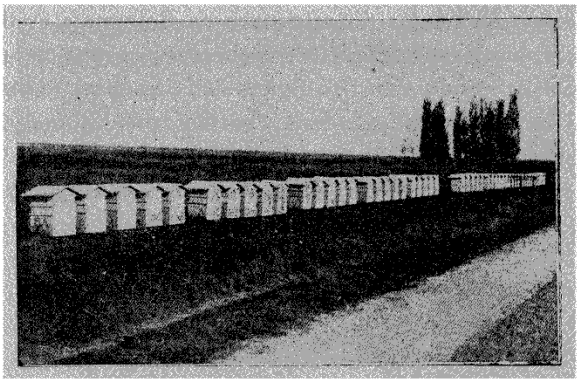


Fig. 8. — Partie d'un grand rucher pour la sélection des essaims dans la région de Bologne (Photo Penna).

maximum de reines avec le minimum de ruches et surtout d'abeilles, ceci pour ne pas avoir à recourir à un trop important nourrissage artificiel, toujours onéreux, le tout en s'entourant de grandes précautions contre les croisements indésirables.

La province de Bologne se prête bien à de tels travaux; on y compte peu de ruchers, aussi peut-on y essayer la sélection sans craindre de voir les abeilles être fécondées par des mâles quelconques provenant d'élevages voisins. M. Penna dispose d'environ 4 ha de terrain répartis en trois propriétés, et parvient sur cette surface, avec 75 ruches d'élevage, 1.180 ruchettes et 450 ruches à miel, sans achat de miel ou presque, à une production de plus de 8.000 reines par an.

C'est à dessein que les terrains d'élevage ne sont pas d'un seul tenant. Considérant la consanguinité comme dangereuse pour conserver la vigueur d'une race, M. Penna isola un petit rucher à 8 km du principal et le spécia-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lisa dans le rôle de formation des bourdons destinés à la fécondation des reines des autres élevages. Celles-ci sont amenées dans leurs cellules un peu avant les éclosions, puis leur vol nuptial accompli, elles sont capturées et ramenées là d'où elles proviennent. Inversement les reines de ce rucher annexe sont amenées dans le grand rucher pour leur fécondation. Ainsi deux lignées sélectionnées se trouvent perpétuellement croisées et suivies.

Les ruches correspondant aux essaims particulièrement vigoureux et

Fig. 9. — Ouverture d'un nucleus de fécondation et d'épreuve pour contrôle et capture de la reine, puis apport d'une nouvelle cellule royale à soigner.

actifs sont groupées par séries de dix dans de petits bâtiments bas et y sont spécialisées dans le rôle de productrices de jeunes larves, qui sont prélevées puis élevées suivant la méthode Doolitle et donnent les reines destinées à la vente. Elles sont disposées de telle façon que l'entrée des abeilles se fait à l'extérieur de l'édifice, mais que de l'intérieur de celui-ci, c'est-à-dire à l'ombre et dans une atmosphère humide et tiède, soit naturellement, soit artificiellement, on puisse les ouvrir, manipuler les cadres, surveiller les qualités mellifères des essaims, prélever les jeunes larves lors de leur mise dans les cupules d'élevage.

Les cupules d'élevage ainsi préparées sont groupées par douze sur des cadres spéciaux et portées dans des ruches éleveuses très fortes. En raison

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de la dimension des cellules qui les portent, les ouvrières transforment par une nourriture appropriée, les nourrissons qui leur ont été confiés en larves de reines. Mais dès que les cellules sont fermées pour la nymphose, on les retire pour en remettre de nouvelles, concentrant ainsi les nymphes, stade ne devant plus être nourri, par beaucoup plus grand nombre dans d'autres ruches dites incubatrices; leur rôle unique est de maintenir les nymphes royales à la température voulue. Ce serait mal utiliser les ruches éleveuses que d'y laisser les nymphes.

Quelques jours avant les éclosions, les cellules royales sont retirées des

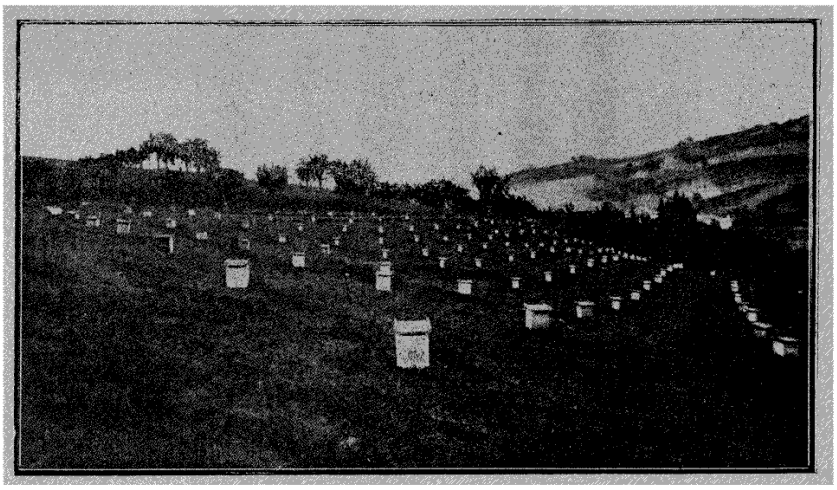


Fig. 10. — Parc de petits nuclei de fécondation dans un grand rucher spécialisé dans la production des reines (Photo Penna).

ruches incubatrices et portées isolément dans des ruchettes de fécondation et d'épreuve, ruchettes caractérisées par la présence d'un petit essaim rendu orphelin. Les reines y éclosent, accomplissent leur vol nuptial et commencent à pondre, assurant ainsi la perpétuation des essaims qui les hébergent et donnent un moyen de contrôle de leur fécondation et de leurs qualités de pondeuses. Trois semaines après leur mise en ruchettes, elles sont marchandes et prêtes à être expédiées.

Les reines sont expédiées accompagnées de quelques abeilles nourricières et d'une provision de sucre; 30.000 et peut-être davantage quittent ainsi Bologne tous les ans. Les États-Unis et les pays du nord de l'Europe sont les principaux acheteurs.

Les ruchettes ne contiennent que des essaims réduits au poids minimum de 300 g; l'hiver ils sont réunis et élevés au sirop ou avec le miel des ruches

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de production prévues à cet effet et destinées en même temps, lors des repeuplements de printemps, à combler les déficits d'abeilles causés par l'hivernation.

On voit jusqu'à quel point la division et la spécialisation du travail ont été poussées pour obtenir un rendement maximum; tout ce petit monde bourdonnant, en travail incessant, ne peut être dirigé dans son labeur et trompé dans ses instincts, que grâce à une comptabilité impeccable indiquant à chaque moment les opérations à exécuter, les déplacements et les changements de cadres à opérer. Une erreur d'un jour peut provoquer des éclosions là où il n'en fallait pas, d'où massacres, révoltes, dispersions, pillages; le manque de reines, la perte de colonies qui, laissées trop longtemps orphelines péricliteront ou deviendront bourdonneuses, jointe à la non utilisation d'individus qui alors consomment inutilement; le surnombre de reines prêtes à sortir, l'élimination d'un certain nombre d'entre elles sans récupération possible du capital qu'elles représentent déjà.

La sélection, comme nous la comprenons pour les animaux domestiques, c'est-à-dire par choix des individus générateurs est-elle possible pour les abeilles? M. Penna ne croit pas que l'on puisse la réaliser aisément, les lignées paternelles ne pouvant être suivies; il faudrait pouvoir obtenir l'accouplement en captivité et on en est loin. Actuellement on peut seulement, c'est d'ailleurs la technique suivie, sélectionner les reines d'abord, en les choisissant de bonne souche, ensuite en contrôlant leur ponte et, pour les mâles, en disposant de bourdons de ruches prospères. C'est donc un compromis entre la sélection individuelle et la sélection par famille qui est réalisé.

Avec l'élevage des reines se présente l'importante question du parfait état sanitaire des reproducteurs vendus. Le point n'a pas manqué de retenir l'attention des éleveurs italiens. Une association organisée à cet effet a obtenu le droit de contrôle sanitaire de toutes les ruches de la région bolonaise avec possibilité d'imposer la désinfection ou la destruction immédiate de tout centre malade, mesures éminemment profitables à la collectivité.

*
* *

SÉRICICULTURE.

La sériciculture a fait l'objet de la part de l'État italien, de très grands efforts dans ces derniers temps; la modernisation des procédés tant d'élevage des vers à soie, que de préparation des cocons à la vente, en réduisant les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

prix de revient, améliorant les rendements ainsi que les qualités marchandes des produits obtenus, étant à la base du maintien d'une production qui, sans ces progrès, lutterait difficilement contre la concurrence étrangère, surtout celle d'Extrême-Orient.

Les institutions se rattachant à la production de la soie sont :

L'Institut séricicole de Padoue, vaste établissement de recherches et d'enseignement supérieur envisageant toutes les études relatives à l'élevage des vers, aux maladies, au choix des races et visant à la formation de techniciens;

La Station séricicole d'Ascoli Piceno (province d'Arcole), spécialisée dans les recherches génétiques et culturales sur les mûriers, et assurant l'enseignement secondaire de la sériciculture. L'étude technique de la soie et de ses qualités marchandes est rattachée à la Condition des Soies de Milan. Le grainage se pratique dans des installations modèles du Trentin; un contrôle très sévère de l'État suit ses opérations. Aucune branche de la production séricicole ne demeure ainsi sans un ou plusieurs centres d'études.

L'Institut séricicole de Padoue vient d'être achevé. Bâti sur un vaste domaine de la banlieue de Padoue, il constitue un modèle du genre.

Les cours donnés visent à la formation de moniteurs devant diffuser dans les campagnes, les techniques améliorées mises au point chaque jour. Ils sont professés au printemps, pendant la campagne d'élevage, et portent sur la biologie des vers, les maladies, les procédés d'élevage, le commerce de la soie, la culture du mûrier, etc. Des travaux pratiques les accompagnent, en particulier des éducations sont confiées aux élèves réunis par deux, chaque couple disposant d'une salle d'élevage avec chevalets, claies, lavabos pour la désinfection des mains avant et après le travail, un chauffage réglable, des fiches d'observation pour les différentes races de vers éduquées, etc. Les notes obtenues pour l'élevage comptent pour le classement des élèves.

Les laboratoires sont spécialement aménagés pour permettre les recherches les plus poussées sur la sélection, l'hybridation, la détermination de la productivité des différentes races, sur leurs résistances spécifiques aux maladies, sur l'alimentation des vers; rien ne manque pour aborder au besoin de délicates études de biologie, d'anatomie ou de physiologie. Un atelier de défibrage et de dévidage facilite une préparation immédiate de la soie. Une chambre froide est aménagée pour l'étude de l'influence du froid sur l'incubation des œufs et sert à les conserver en été.

Les améliorations principales apportées dans ces derniers temps aux techniques courantes d'élevage, ont porté sur la désinfection des pièces d'éle-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vage, la création de chambres d'incubation coopératives, la généralisation du dispositif des cavaillones et la constitution d'étouffoirs coopératifs[24].

Les magnaneries sont désinfectées après blanchiment à la chaux soit au formol (pulvériser une solution de formaldéhyde du commerce étendue à 1,33 — 2 p. 100; tenir les pièces fermées pendant 48 heures après l'opération), soit au gaz sulfureux (brûler du soufre lorsque les pièces sont encore humides après le blanchiment).

L'incubation étant une opération délicate, car de sa bonne marche dépend le succès des éclosions et le bon état de vigueur des jeunes vers obtenus, avec l'aide des caisses d'épargne, les petits producteurs s'unissent de plus en plus pour construire des chambres coopératives d'incubation, chambres où les opérations faites à frais communs se trouvent effectuées avec tous les soins voulus et le minimum de risques; chaque adhérent reçoit les vers éclos.

Les cavaillones, dispositifs correspondant à l'élevage dit « au rameau », sont des grands pupitres à claire-voie de section triangulaire sur lesquels on pose les rameaux entiers de mûriers garnis de feuilles pour l'élevage des vers dans leur dernier âge, au moment où ils dévorent le plus. Au fur et à mesure de la consommation des feuilles, on pose simplement des rameaux frais sur le cavaillone sans avoir à enlever les anciens. Pour l'encabanage, il suffit de disposer à intervalles réguliers des fascines de bruyère. Le dispositif présente les avantages suivants : pas d'effeuillage des rameaux, d'où cueillette rapide; transport et manutention aisée, les rameaux étant coupés directement sur l'arbre (nous avons vu la cueillette se faire ainsi en moins de deux minutes par sujet pour de grands arbres en tétard); pas de délitage; encabanage facile, d'où nouvelle économie de main-d'œuvre qui jointe à la précédente, dépasse les deux tiers des chiffres généralement exigés par les autres dispositifs; hygiène des vers excellente; rendements plus élevés, l'alimentation des vers étant meilleure. Le système des cavaillones est déjà généralisé dans certaines régions; aux environs de Forli, une très active propagande de M. Guibertini, professeur d'agriculture, a assuré sa diffusion rapide; nous l'avons vu employé dans la majorité des fermes.

De même que l'incubation, l'étouffage et le séchage des cocons, se développent de plus en plus dans les coopératives et constituent une particularité de la sériciculture moderne italienne. Inaugurées en 1916, dans la province d'Udine, elles sont déjà au nombre de quatorze et traitent 50 p. 100 des récoltes soit 2.000 t de cocons frais par an.

L'étouffage et le séchage se font à l'air chaud, à une température moyenne de 80° maintenue pendant 14 à 16 heures, dans des appareils à marche dis-

(24) Voir pour les détails l'étude M. E. Loubet, Inspecteur de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée (Paris, juin 1924).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

continue ou mieux continue (tapis roulants superposés). Les cocons sont mis en commun comme dans nos coopératives viticoles, puis vendus par les soins de la gérance aux moments les plus favorables. Quand il apporte sa récolte, l'associé reçoit une avance représentant la moitié ou même les deux tiers de la valeur marchande du produit livré. On juge des avantages retirés par le coopérateur : réduction des frais d'étouffage, disponibilité de fonds aussitôt après récolte, et non obligation de vente au moment où les cours sont bas par suite de l'afflux d'une marchandise essentiellement périssable.

Par ces efforts multiples, la production séricicole italienne passa de 30.000 t de cocons frais en 1916 à 43.500 en 1923, c'est-à-dire revint à peu près à ce qu'elle était avant la guerre, et cela malgré une crise de main-d'œuvre.

CONCLUSIONS.

Par rapport à la dernière étude faite, nous avons trouvé l'Italie continuant et même amplifiant très largement les efforts entrepris pour porter au plus haut point de perfectionnement ses techniques de production agricole, techniques parmi lesquelles la lutte contre les insectes nuisibles et l'élevage le plus rationnel possible des utiles prennent une place chaque jour plus importante.

Nos productions agricoles très voisines de celles de l'Italie, la compétition des produits des deux pays sur les mêmes marchés, font que parmi les derniers progrès accomplis, une attention toute particulière sera toujours à donner à ceux réalisés en Italie.

Fait à l'Institut des Recherches agronomiques, Paris, 1926.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

DU 12 JUIN 1926

Présidence de M. MESNAGER, *président.*

La séance est ouverte à 17 h.

Sont présentés pour devenir membres de la Société et admis séance tenante :

M. POIRSON (Eugène) (✲, ✱), ingénieur-électricien, ingénieur conseil à la Société d'Électrochimie et d'Électrométallurgie, 3, allée Pompadour, Bellevue (Seine-et-Oise), présenté par le général Ferrié et M. Henry Gall;

la SOCIÉTÉ HOUILLÈRE DE LIÉVIN, à Liévin (Pas-de-Calais), présentée par M. Charles Berthelot;

M. SOHM (Michel) (✲), ingénieur, Ingénieur en chef des travaux du jour de la Compagnie des Mines de Bruay, à Bruay-en-Artois (Pas-de-Calais), présenté par M. Ch. Berthelot et M. Sauvage.

M. MESNAGER, *président.* — J'ai le très vif regret de vous annoncer la mort rapide, à l'âge de 80 ans, d'un des membres les plus anciens et les plus dévoués de notre Conseil, M. **Lucien Bordet**. Il était des nôtres depuis 1884 et exerçait depuis 1894 les fonctions très délicates et ingrates de président de la Commission des Fonds, et aussi celles de censeur depuis 1888.

M. Lucien Bordet était ancien élève de l'École polytechnique, ancien Inspecteur des Finances, président honoraire de la Compagnie algérienne, président de la Société centrale de Dynamite, de la Compagnie de Mokta-el-Hadid, administrateur de la Compagnie de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons. Il était chevalier de la Légion d'honneur.

La disparition de M. Lucien Bordet est une très grande perte pour notre Société. Esprit encyclopédique, il s'intéressait non seulement aux questions industrielles, mais aussi à celles qui touchent la science pure dont il suivait pas à pas les découvertes les plus récentes. Habile expérimentateur, il a passé

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

longtemps la majeure partie de ses loisirs dans un laboratoire qu'il avait monté lui-même et qu'il avait outillé de la façon la plus moderne.

C'était un homme d'une exquise amabilité et d'une très grande bienveillance; il n'est jamais resté indifférent devant une infortune : son cœur et son cerveau lui dictaient tout de suite la solution à adopter. Très dévoué à notre Société, il lui consacra une grande partie de son temps; il assistait à presque toutes les séances publiques du Conseil; il était parfaitement au courant de tous les travaux de la Société et, dans ces dernières années, de ses difficultés financières. C'était un administrateur habile, sachant aussi bien s'élever jusqu'aux plus hautes considérations que descendre jusqu'au plus petit détail. Nous n'avons jamais connu M. Bordet qu'en pleine vigueur de corps et d'esprit et, jusque dans ces tout derniers jours, il était encore parmi nous.

Nous adressons l'expression de notre sympathie émue à la famille de notre très regretté collègue.

Il est donné lecture de deux rapports :

1° Rapport présenté par M. CORNU-THÉNARD, au nom de la Commission des Fonds, sur les comptes de l'exercice 1924.

2° Rapport présenté au nom des Censeurs, par M. DE ROUSIERS, l'un d'eux, sur les comptes de l'exercice 1924.

Ces deux rapports sont approuvés [1].

M. MESNAGER, *président*, dit qu'il n'a pu assister, comme il l'espérait, à la manifestation qu'avait organisée la Société industrielle de Mulhouse, le 5 juin 1926, pour commémorer le centenaire de sa fondation. M. Georges RISLER, vice-président de la Société d'Encouragement, M. GRUNER et M. HERRENSCHMIDT la représentaient à Mulhouse. C'est à M. Risler qu'a été remise la médaille d'honneur que la Société industrielle de Mulhouse, la doyenne des sociétés industrielles de France, a décernée cette année à notre Société, leur *alma mater* comme elles l'appellent. En votre nom, j'adresse mes très vifs remerciements à la Société industrielle de Mulhouse.

MM. H. HITIER et Ch. DE FRÉMINVILLE, *secrétaires généraux*, présentent des ouvrages récemment entrés dans la Bibliothèque.

M. HITIER présente les ouvrages suivants :

Les grandes industries modernes, t. IV : Les transports maritimes, par Paul DE ROUSIERS. Paris, Librairie Armand Colin, 103, boulevard Saint-Michel, 1926;

Documents sur le palmier à huile de Sumatra, par Yves HENRY. (Extrait du Bulletin économique de l'Indochine, n° 176, 1926.) Hanoï, 1926;

(1) Le texte de ces deux rapports est donné p. 631 et 636 du présent numéro.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cartes économiques de l'Afrique équatoriale française, dressées par A. MEUNIER, géographe au Ministère des Colonies. N° 1 : Cultures alimentaires, fourragères, etc.; n° 2 : Cultures industrielles; Oléagineux; n° 3 : Forêts; n° 4 : Élevage, Faune. (Don de M. A. Meunier.)

M. DE FRÉMINVILLE présente les ouvrages suivants :

Report of the Royal Commission on the Coal Industry (1925). Vol. I : Report. London, His Majesty's Stationery Office, Adastral House, Kingsway, W. C. 2. (Don de M. Legros, membre correspondant);

Trade Union Mission to United States. Full story of the tour and members' reports. London, Published by THE DAILY MAIL. (Don de M. Legros, membre correspondant);

Éléments de calcul différentiel et de calcul intégral, par Th. LECONTE et R. DELTHEIL. Tomes I et II. (Collection Armand Colin, Section de mathématiques, nos 72 et 73.) Paris, Librairie Armand Colin, 103, boulevard Saint-Michel, 1926;

Théorie des chambres d'équilibre. Équilibre du mouvement varié de l'eau dans les conduites sous pression munies d'un réservoir à libre expansion suivie de renseignements complémentaires pour le calcul des chambres d'équilibre, par Jules CALAME et Daniel GADEN. Lausanne, Édition « La Concorde », Jumelles, 4; Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1926. (Don des auteurs.)

M. André GREBEL, ingénieur civil, fait une communication sur les *moyens d'économiser l'essence d'importation* [1].

M. MESNAGER, *président*. — Je remercie vivement M. Grebel de sa communication si bien documentée. Il n'est pas douteux, comme il l'a démontré, qu'il nous faut agir vite et très énergiquement pour parer à une prochaine pénurie d'essence; ce sont les constructeurs à vue courte qui en souffriraient les premiers.

La séance est levée à 18 h. 30 m.

(1) Voir le texte *in extenso* de cette communication dans le *Bulletin* de juin 1926, page 447.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES

SÉANCE DU 1er JUIN 1926
(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

Le calcul des dimensions à donner aux trappes d'expansion des générateurs aquatubulaires,

par

M. BOCHET,
Inspecteur général des Mines (1).

Point n'est besoin de rappeler aux lecteurs de ce *Bulletin* le progrès réalisé dans l'art de produire la vapeur, au cours de la seconde moitié du siècle dernier, par la création et le perfectionnement des générateurs aquatubulaires.

Au point de vue économique, les résultats ont répondu aux idées des inventeurs; mais ce n'est pas celui dont je me propose de m'occuper ici.

Au point de vue de la sécurité, les résultats ont été tout d'abord moins favorables. Les chaudières en question se sont montrées peu sujettes aux explosions à grands effets dynamiques; mais les accidents de détail, consistant essentiellement en crevaisons et déboîtements de tubes et atteignant, par l'écoulement de vapeur qu'ils provoquent, le personnel de service, se sont produits en nombre tel qu'au total le nombre des victimes de ce type d'appareils a été proportionnellement plus élevé que celui des victimes des anciennes chaudières à grands éléments.

Au mal une fois connu, le remède a été opposé; il a consisté, indépendamment de perfectionnements dans la fabrication des tubes et de précautions dans l'entretien et la conduite des chaudières, dans l'organisation de défenses de seconde ligne destinées à protéger le personnel en cas d'avarie à la chaudière contre la sortie à l'air libre du flux de vapeur envahissant le fourneau de maçonnerie et des flammes du foyer refoulées par ce flux de vapeur.

Cette organisation a fait tout d'abord l'objet de recommandations de l'Administration, puis de prescriptions d'espèce dans les décisions accordant des dérogations d'emplacement, enfin, de dispositions réglementaires de portée générale (Art. 16 du décret du 9 octobre 1907, reproduit avec des modifications de détail dans l'art. 18 du nouveau décret du 2 avril 1926).

Elle comprend essentiellement, pour tous les orifices, un système de fermeture capable de résister aux efforts à envisager; pour les portes de foyers et de cendriers, qui sont à peu près constammment ou plus ou moins fréquemment ouvertes en

(1) Note présentée par M. WALCKENAER, *membre du Conseil.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

service normal, cette obligation est complétée par celle d'une disposition assurant éventuellement leur fermeture automatique, de manière à arrêter, le cas échéant, l'écoulement de vapeur ou le retour de flammes qui aurait tendance à se produire. Pour les autres ouvertures du fourneau, telles que portes de boîtes à tubes ou de boîtes à fumée, qui sont normalement fermées en service, et dont les grandes dimensions se prêteraient mal à semblable disposition, il est du moins imposé que le système de fermeture soit solide.

Mais pour que cette solidité ne se trouve pas en défaut, pour que les portes de foyer et de cendrier, qu'on ne peut espérer rendre vraiment étanches, ne laissent pas passer par leur pourtour des jets de vapeur encore dangereux, pour que les parois de maçonnerie elles-mêmes ne risquent pas d'être éventrées, toutes circonstances qui se sont montrées en pratique susceptibles de se produire et de causer des accidents, il est nécessaire que la pression reste, dans l'intérieur du massif, limitée à une faible valeur. Dans certains cas, les dispositions des carneaux et de la cheminée offrent à la vapeur un passage suffisamment large et facile pour que ce résultat soit assuré; mais il n'en est généralement pas ainsi, au moins dans les installations à terre; celles-ci comportent d'ailleurs presque toujours un registre de tirage qui peut se trouver totalement ou partiellement fermé au moment de l'accident et il convient de parer à cette éventualité.

Tel est le but de la prescription réglementaire qui exige que le flux de vapeur éventuellement mis en liberté dans le fourneau trouve toujours un écoulement facile dans une direction inoffensive, et à laquellle il est satisfait par l'installation de trappes d'expansion.

La première condition que doivent remplir ces trappes est de se lever sous une très faible pression; elle est facile à remplir, chaque millimètre d'épaisseur de tôle ne correspondant guère, armatures comprises, qu'à 1 ou 2 g : cm^2; il suffit ensuite de veiller, en cours d'entretien, à ce qu'elles ne se coincent ni ne se collent sur leur siège.

Une question plus délicate, et c'est celle que je me propose d'étudier dans la présente note, est celle des dimensions qu'il convient de donner aux trappes pour leur assurer un débit suffisant eu égard au but à atteindre. Elle semble n'avoir été résolue jusqu'ici que d'une manière tout à fait empirique et quelques accidents [2] ont montré que les règles ainsi adoptées étaient parfois insuffisantes.

D'après les résultats d'une enquête entreprise auprès d'un certain nombre de constructeurs un peu avant la guerre, depuis laquelle il semble bien que les errements ne se soient pas modifiés, quelques-uns tiennent compte de la surface de grille ou de la catégorie réglementaire des chaudières; la plupart groupent à cet égard leurs différents types d'après la surface de chauffe ou la capacité; mais les écarts du coefficient ainsi réalisé, soit d'un constructeur à un autre, soit même entre les divers modèles d'un même constructeur, sont considérables : le rapport de la surface de chauffe à la surface des trappes varie en général de 240 à 780 et le rapport de la surface des trappes en décimètres carrés à la capacité en mètres cubes, de 20 à 2, de sorte qu'il est plus exact de dire que les dimensions des trappes sont déterminées pour chaque type au jugé et que leurs relations avec les caractéristiques ci-dessus mentionnées de la chaudière sont ce qu'elles se trouvent être sans qu'on s'en soit préoccupé *a priori*.

(2) Voir les indications données à ce sujet dans les *Annales des Mines* de juillet 1924.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tout considérables qu'ils soient, les écarts qui viennent d'être signalés ne paraisseut d'ailleurs pas *a priori* anormaux, si l'on considère que la surface de chauffe et même la capacité de la chaudière, et encore bien moins la surface de grille ou la catégorie, sont sans influence appréciable sur la grandeur du phénomène (élévation de pression dans l'intérieur du fourneau en cas d'avarie à la chaudière) que le jeu des trappes d'expansion a pour objet de limiter. La surface de chauffe conditionne la production de vapeur sous l'influence de la chaleur du foyer en marche normale; cette production, qui est de l'ordre de quelques dizaines de kilogrammes par heure et par mètre carré de surface de chauffe, est très généralement négligeable par rapport au débit d'une déchirure accidentelle, même d'un simple tube vaporisateur; la surface de chauffe n'interviendrait donc, sauf dans les cas très exceptionnels d'énormes chaudières à tout petits éléments, que pour prolonger dans une certaine mesure la durée d'un écoulement très ralenti, à supposer que son action ne soit pas à peu près annulée par la vidange de la chaudière et l'extinction du feu.

L'influence de la capacité de la chaudière apparaît aussi comme bien restreinte si l'on considère que la vaporisation de l'eau sous une pression peu supérieure à la pression atmosphérique augmente son volume dans une proportion voisine de 1 à 1.000, alors que le rapport de la capacité du fourneau à celle de la chaudière est normalement au plus de l'ordre de 1 à 10, de sorte qu'on peut admettre que le régime permanent de pression dans le fourneau en cas d'avarie à la chaudière s'établit bien avant qu'une fraction notable de l'eau contenue dans cette dernière s'en soit écoulée et que, dès lors, la capacité de la chaudière, si elle détermine la durée du phénomène, est sans influence sur la grandeur de la pression atteinte.

Pour l'évaluation de cette dernière, je crois possible de serrer de plus près la question en analysant le phénomène. Je me bornerai d'ailleurs à considérer le cas le plus fréquent, celui d'un accident limité à la rupture d'un tube vaporisateur sans projection solide, contre lequel les défenses de seconde ligne constituées par les parois du fourneau, si elles ne peuvent résister à un désordre plus grave, doivent du moins se montrer efficaces.

Je n'ai pas la prétention d'étudier complètement dans ses détails un ensemble de phénomènes aussi complexe que celui qui se produit. Je négligerai donc notamment les effets de force vive et de tourbillonnement de la vapeur, non que je les estime *a priori* d'influence négligeable, mais parce que leur grandeur est le résultat, fort difficile à calculer, de circonstances très variables d'un accident à l'autre, telles que l'emplacement et la forme de l'avarie, les dispositions géométriques du fourneau et de la chaudière dans le fourneau, l'emplacement même des trappes, etc.... Ne cherchant qu'une première approximation et sans me dissimuler que la réalité en pourra différer très notablement, je supposerai donc, dans ce qui va suivre, que la pression, tout en variant dans le temps, a constamment une valeur uniforme d'un point à un autre de l'intérieur du fourneau; je n'ai nullement l'idée qu'il en soit effectivement ainsi; faute de mieux, j'envisage cette valeur uniforme comme correspondant à une moyenne d'ensemble.

Quand un tube se rompt, il s'écoule dans le fourneau un flux d'eau ou de vapeur suivant la position de l'avarie, la section d'écoulement utile ne pouvant dépasser le double de la section droite du tube. Très rapidement l'élévation de pression qui en résulte atteint la valeur qui correspond à l'équilibre des trappes (valeur de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'ordre en général de 10 g : cm² au plus), les trappes se soulèvent alors et débitent de la vapeur à l'atmosphère; je suppose, pour me placer dans le cas le plus défavorable, qu'elles sont seules à remplir cet office.

Mais la pression ne cesse de monter à ce moment que si le débit des trappes est au moins égal à l'afflux d'eau vaporisée; sinon, elle continue à s'élever, d'où résulte une diminution (négligeable) de l'afflux et une augmentation du débit, jusqu'à ce que l'égalité soit réalisée. Or il est possible d'évaluer l'afflux d'une part, le débit de l'autre en fonction de la pression régnant dans le fourneau, et, par l'égalisation des deux évaluations, de déterminer la pression de régime qui s'y établit pendant la vidange de la chaudière; une fois cette vidange terminée, la pression ne peut plus que décroître.

Si l'avarie s'est produite au-dessus du niveau de l'eau, l'écoulement de vapeur qui en résulte peut s'évaluer d'après les formules et tables de M. Rateau. Si le tube rompu est à la partie basse de la chaudière, c'est de l'eau chaude qui s'écoule; le débit, dans ces conditions, a été mesuré par M. Sauvage (*Annales des Mines*, 1892) pour des pressions effectives de 1 à 5,5 atm; les résultats de ces expériences montrent que, dans ces limites, le débit par seconde et centimètre carré d'orifice sous la pression de t kg : cm² peut se représenter, en litres, avec une grande approximation, par $0{,}6\sqrt{t}$; j'admettrai, faute d'autres résultats expérimentaux, l'extrapolation de cette formule jusqu'aux pressions actuellement en usage [3].

Dans ces conditions, le débit, en grammes par seconde, par la double section droite du tube rompu, dont le diamètre d est mesuré en centimètres, est

$$2 \times \frac{\pi}{4} \times d^2 \times 600 \times \delta \times \sqrt{t}$$

δ étant la densité de l'eau bouillant sous la pression t.

Une partie de l'eau qui s'écoule se vaporise aussitôt par l'effet de l'abaissement de la pression; si le phénomène était adiabatique, la proportion en serait $\frac{\theta - 100}{537}$, θ étant la température en degrés centigrades qui correspond à la pression t pour la vapeur saturée; mais cette proportion doit être augmentée pour tenir compte de l'effet calorifique des parois du fourneau; cette augmentation dépend de trop d'éléments pour pouvoir être appréciée facilement d'une manière rationnelle; il semble qu'on puisse la considérer comme étant, au moins dans les premiers instants, de l'ordre de grandeur de $\frac{3}{2}$, ce qui conduirait, pour le flux de vapeur se répandant dans le fourneau, à l'évaluation, en grammes par seconde, de

$$P = \frac{3}{2} \times \frac{\theta - 100}{537} \times 2 \times \frac{\pi}{4} \times d^2 \times 600 \times \delta \times \sqrt{t} = 0{,}84\, \pi\, d^2 \delta\, (\theta - 100) \sqrt{t}.$$

Ce poids est de beaucoup supérieur (au moins 3 fois) à celui qui s'écoulerait à l'état de vapeur par une rupture de tube dénoyé; c'est donc bien lui qu'il faut considérer pour prendre le cas le plus défavorable dans l'étude actuelle.

Pour qu'il s'évacue par des trappes de S cm², il faut que la pression dans le

(3) Cette extrapolation, quoique assurément large, apparaît en l'espèce comme assez légitime, au moins à titre de première approximation, si l'on remarque que la formule est, à la valeur près d'un coefficient numérique, la même que celle qui, établie par la mécanique rationnelle pour le phénomène analogue de l'écoulement de l'eau froide, a été vérifiée par l'expérience dans des limites très étendues.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fourneau atteigne la valeur p qui correspond, d'après les expériences de M. Rateau, à un débit à l'atmosphère, par seconde et centimètre carré, de $\frac{P}{S}$.

Or la représentation graphique desdites expériences, pour le cas d'écoulement à l'atmosphère sous la pression effective p, montre que, au moins pour les faibles valeurs de p, on peut admettre avec une suffisante approximation la formule parabolique $600\,p = \left(\frac{P}{S}\right)^2$.

Égalant la valeur de p qui s'en déduit à celle obtenue plus haut, on trouve :

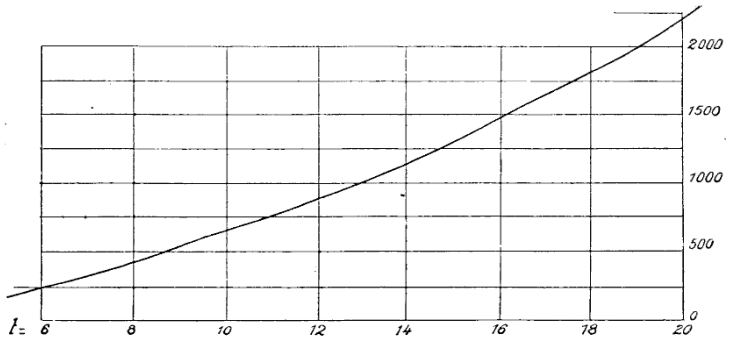
$$p \times S^2 = 0{,}01175\, d^4 \times \delta^2 \times (6 - 100)^2 \times t$$

ou

$$pS^2 = A d^4$$

formule dans laquelle le coefficient A dépend uniquement de t et en est une fonction représentée par la courbe ci-dessous.

Il est à remarquer que la formule ne doit être considérée comme applicable que



pour de faibles valeurs de p, inférieures par exemple à 1,5 ou 2 atm, limite qui serait d'ailleurs déjà très exagérée, pour la plupart des fourneaux usuels; les expériences de M. Sauvage, dont elle découle, ne concernent en effet que l'écoulement de l'eau chaude à l'air libre; et d'autre part, il est signalé ci-dessus que la forme parabolique de la traduction graphique des résultats de M. Rateau ne concerne que les faibles valeurs de p.

Sous cette réserve, la surface à donner aux trappes se déduirait ainsi du timbre de la chaudière, du diamètre intérieur des tubes vaporisateurs et de la valeur à laquelle on veut limiter la pression dans le fourneau, valeur qu'il faudra d'autre part considérer dans les calculs d'équarrissage des pièces assurant la fermeture solide des portes de boîtes à tubes ou à fumée. Une plus grande approximation pourrait résulter notamment de l'étude plus minutieuse de la valeur à attribuer dans chaque cas au coefficient qui a été pris ci-dessus arbitrairement égal à $\frac{3}{2}$.

L'étude qui précède est sans doute exclusivement théorique, et il serait intéressant que les résultats en fussent vérifiés par l'expérience; je ne puis que souhaiter que quelque association industrielle organise des essais pratiques en vue de cette vérification.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN JUILLET, AOUT et SEPTEMBRE 1926

FISCHER-HINNEN (J.). — **L'électrotechnique des praticiens**, avec nombreux exemples de calculs et d'essais de machines et transformateurs. Traduit de l'allemand par P. GAIBROIS. In-8 (25 × 16) de XVIII + 623 p., 332 fig. Paris, Dunod, 1926. **17133**

LIGUE GÉNÉRALE POUR L'AMÉNAGEMENT ET L'UTILISATION DES EAUX. — Région du Sud-Est. — **Aménagement et utilisation des eaux. Congrès de Grenoble-Lyon** (16-22 juillet 1925). Rapports. Discussions. Vœux. In-8 (25 × 16) de 576 p., fig., III pl. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, Léon Eyrolles, 1926. **17134**

FRITSCH (J.). — **Fabrication des matières plastiques**. Origine, transformations, applications. In-8 (23 × 14) de VIII + 376 p., 8 fig. Paris, Desforges, Girardot et Cie, 1926. **17135**

L'organisation scientifique. 2e Congrès, Paris 1925. In-8 (24 × 16) de 286 p. Paris, Édité par la Conférence de l'Organisation française, 44, rue de Rennes (6e). **17136**

VASSEUR (L.). — **Les chemins de fer d'intérêt local, tramways et services publics automobiles** (Construction et exploitation). (*Encyclopédie du génie civil et des travaux publics*). In-8 (23 × 15) de 784 p., 332 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1926. **17137**

MARTINET (J.). — **Matières colorantes. L'indigo et ses dérivés**. (*Encyclopédie de chimie industrielle*). In-8 (23 × 15) de 700 p. **Bibliographies**, p. 54-57, 87-91, 130-134, 182-187, 227-229, 289-295, 386-393, 440-449, 503-510, 585-592, 623-625. Paris, J.-B Baillière et fils, 1926. **17138**

GRANJON (R.), ROSEMBERG (P.), BOUTTÉ (A.). — **La coupe des aciers au chalumeau**. Manuel pratique du coupage au jet d'oxygène. In-12 (18 × 12) de 80 p., 89 fig. Paris, Office central de l'acétylène et de la soudure autogène, 104, boulevard de Clichy, 1925. **17139**

OSTERTAG (P.). — **Les cycles frigorifiques**. Fonctionnement des machines et installations frigorifiques exposé à l'aide du diagramme entropique. Traduit de l'allemand par E. PRIOR. In-8 (25 × 16) de X + 172 p., 58 fig., IV pl. Paris, Dunod, 1926. **17140**

DACREMONT (ÉDOUARD). — **Électricité**. 2e partie : **Applications industrielles**. 2e édition mise à jour par LÉON GRININGER. (*Bibliothèque de l'Ingénieur de Travaux publics*). In-12 (19 × 12). Tome I : XI + 632 + 10 p., 475 fig., Tome II : p. 633-1212, fig. 476-812. Paris, Dunod, 1926. **17141-2**

ANTOINE (A.). — **Les routes américaines**. 2e édition. In-8 (22 × 13) de VI + 100 p., 45 fig. Paris, Dunod, 1926. **17143**

PICOUX (M.) et WERQUIN (V.). — **Manuel de brasserie**. (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de 320 p., 91 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1926. **17144**

CAHEN (JEAN) et BRUET (EDMOND). — **Carrières, plâtrières, ardoisières**. (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de 283 p., 78 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1926. **17145**

ZSIGMONDY. — **Traité de chimie colloïdale**. Traduit sur la 3e édition allemande par J. AUDY, C. GAZEL et G. LEJEUNE. In-8 (25 × 16) de X + 539 p., 58 fig., VII pl. Paris, Dunod, 1926. **17146**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

WILSON (JOHN ARTHUR). — **La chimie de la fabrication du cuir.** Traduction française par ANDRÉ DEFORGE. In-8 (25 × 16) de XII + 467 p., 150 fig. Paris, Dunod, 1926. **17147**

BORDEAUX (ALBERT). — **L'or et l'argent.** (*Encyclopédie minière et métallurgique*). In-8 (23 × 15) de 597 p., 62 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1926. **17148**

GUTTON (C.). **Radiotechnique générale.** (*Encyclopédie d'électricité industrielle*). In-8 (23 × 15) de 572 p., 304 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1926. **17149**

ROUSSELET (LOUIS) et PETITET (AIMÉ). — **Stabilité des constructions usuelles.** Calculs algébriques et graphiques des efforts dans l'ossature principale. **Fermes rigides :** Poteaux droits, halls d'usines et de magasins, combles de maisons. **Fermes semi-rigides :** Hangars de ports et halls de chemin de fer. Hangars pour ballons. Fermes à trois rotules, fermes continues à trois, quatre et cinq encastrements. **Marquises. Halls de marchés. Combles circulaires. Rotondes. Hippodromes.** Auvents. Fermes avec et sans auvents. Poteaux droits. Combles tronconiques et fermes cantilever, 2e édition revue, corrigée et augmentée. In-4 (27 × 21) de VI + 328 p., 439 fig. Paris, Dunod, 1926. **17150**

FORESTIER (V.). — **Le « Portefeuille du béton armé ».** Recueil de projets-types constituant une documentation complète à l'usage des ingénieurs, constructeurs et entrepreneurs, architectes et industriels, ingénieurs et agents techniques des administrations, chemins de fer, ponts et chaussées, projeteurs, métreurs, conducteurs et agents d'entreprises. 2e édition. In-4 (32 × 22). Fascicules n° 1 : *Calcul direct par des formules simples des hourdis, poutres et piliers en béton armé*, 12 p., 3 fig. — n° 2 : *Note générale sur la construction des usines. Projet de construction industrielle*, 20 p., 3 fig., II pl. — n° 3 : *Ponts à travées rectilignes*, 24 p., 12 fig., II pl. — n° 4 : *Réservoirs. Étude d'un château d'eau. Généralités sur les réservoirs*, 24 p., 3 fig., II pl. Paris, Dunod, 1926. **17151**

LIÉNARD-FIÉVET (CH.). — **Manuel de blanchiment-teinture.** II : **Chimie tinctoriale (Teinture et apprêts).** (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de 460 p., 36 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1926. **17152**

CORNILLE (ALIX). — **Manuel de fabrication des briques, tuiles et produits réfractaires.** (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de 306 p., 108 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1926. **17153**

Les problèmes de la route. Compte rendu de l'enquête de la section industrielle du GROUPEMENT POUR LE COMMERCE ET L'INDUSTRIE. In-8 (26 × 20) de 166 p., fig. Paris. Édité par l'Action industrielle et commerciale, 5, rue des Italiens, 1926. **17154**

MONTAGNE (EUGÈNE). — **La fonction industrielle du port de Marseille.** In-8 (25 × 16) de X + 189 p. **Bibliographie**, p. 185-187. Marseille, Barlatier, 17-19, rue Venture, 1924 (*Don de la Chambre de Commerce de Marseille, membre de la Société*). **17155**

GRUVEL (A.). — **L'Indochine.** Ses richesses marines et fluviales. Exploitation actuelle, avenir. In-8 (25 × 16) de 319 p., 92 fig., XXVI pl. en noir, et II pl. en couleurs. **Bibliographie**, p. 305-311. Paris, Société d'Éditions géographiques, maritimes et coloniales, 1925. **17156**

PLATARD (MARCEL). — **Recherches expérimentales sur le « phénomène de Becquerel ».** Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris pour obtenir le grade de docteur ès sciences physiques, le 5 juillet 1926. In-8 (25 × 16) de 91 p. Paris, J. Hermann, 1926 (Don de l'auteur). **17157**

LEFEBVRE (GEORGES). — **Voie publique.** 2e édition par G. LEFEBVRE et A. ROULLEAU. (*Bibliothèque de l'Ingénieur de Travaux publics*). In-12 (18 × 12) de VIII + 590 p., 168 fig., II pl. Paris, Dunod, 1926. **17158**

CHAPLET (A.). — **Pour le cimentier amateur et professionnel.** Procédés, recettes, formules, tours de main, conseils et « trucs » divers pour la confection des travaux de ciment et béton armés. In-12 (18 × 12) de VIII + 147 p., 112 fig. Paris, Dunod, 1926. **17159**

LEFÈVRE (ALBERT). — **Pour le contremaître industriel.** Recettes, formules, méthodes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

procédés, « trucs » et tours de mains du praticien. In-12 (18 × 12) de VIII + 170 p., 127 fig. Paris, Dunod, 1926. **17160**

MAUDUIT (A.). — **Installations électriques à haute et basse tension.** Production, transport, distribution et utilisation de l'énergie électrique. In-8 (25 × 16). Tome I : de XXVI + 729 p., 319 fig.; Tome II : de XII + p. 731-1366, fig. 320-577. Paris, Dunod, 1926. **17161-2**

BOIRON (N.-M.). — **La prostitution dans l'histoire, devant le droit, devant l'opinion.** In-8 (25 × 16) de XXIV + 290 p., Nancy, Paris, Strasbourg, Berger-Levrault, 1926. **17163**

Cavallier (Camille), 1854-1926. In-4 (27 × 19) de 67 p., I pl. (*Don de la Société des Hauts Fourneaux et Fonderies de Pont-à-Mousson, membre de la Société*). **17164**

AUCAMUS (EUGÈNE). — **Bois et métaux.** 2e édition par E. AUCAMUS et A. LEMAIRE. (*Bibliothèque de l'Ingénieur de Travaux publics*). In-12 (18 × 12) de VIII + 592 p., 365 fig., I pl. Paris, Dunod, 1926. **17165**

MATTERN (E.). — **Création, organisation et direction des usines.** 2e édition. In-8 (25 × 16) de VI + 308 p., 68 fig. Paris, Dunod, 1926. **17166**

ARGUS DE LA PRESSE. — **Nomenclature des journaux et revues en langue française paraissant dans le monde entier, 1926-1927.** In-8 (22 × 13) de 787 p. Paris, 37, rue Bergère (9e), 1926-1927. **17167**

GONSETH (Dr F.). — **Les fondements des mathématiques.** De la géométrie d'Euclide à la relativité générale et à l'intuitionisme. In-8 (25 × 16) de XIV + 243 p., 17 fig. Paris, Albert Blanchard, 1926. **17168**

BRUNET (PIERRE). — **Les physiciens hollandais et la méthode expérimentale en France au XVIIIe siècle.** In-8 (25 × 16) de 153 p. Paris, Albert Blanchard, 1926. **17169**

FORESTIER (A.). — **L'énergie rayonnante.** Tableaux synoptiques des longueurs d'onde et des principales caractéristiques du rayonnement électromagnétique avec un résumé des théories actuelles. 2e édition augmentée des travaux les plus récents. In-4 (28 × 19) de 76 p., fig. Paris, Albert Blanchard, 1926. **17170**

EYRAUD (HENRI). — **Les équations de la dynamique de l'éther,** avec une note sur la technique du repérage de l'espace et du temps dans ses rapports avec la relativité. In-8 (24 × 15) de 67 p. Paris, Albert Blanchard, 1926. **17171**

DELOGE (L. G.). — **L'organisation commerciale et industrielle.** Manuel pratique pour l'organisation commerciale et industrielle d'après les méthodes de travail les plus modernes. In-8 (21 × 15) de 369 p., 71 fig. Paris, Dunod, 1924. **17172**

ALDEBERT (E.) et AUCAMUS (E.). — **Charpente et couverture.** 2e édition par E. AUCAMUS et A. LEMAIRE. (*Bibliothèque de l'Ingénieur de Travaux publics*). In-12 (18 × 12) de VIII + 470 p., 488 fig. Paris, Dunod, 1926. **17173**

FRICK (P.). — **Considérations sur l'établissement des projets d'adduction et de distribution d'eau potable dans les communes.** 2e édition revisée et mise à jour par PAUL LÉVY-SALVADOR. In-8 (25 × 16) de VIII + 140 p., 47 fig. Paris, Dunod, 1926. **17174**

***

GRANJON (R.), ROSEMBERG (P.), DESGRANGES (A.). — **La soudure autogène du plomb.** Notions générales. Exécution des soudures. Applications industrielles. In 12 (18 × 13) de 46 p., 39 fig. Paris, Office central de l'acétylène et de la soudure autogène, 104, boulevard de Clichy, 1926. **Pièce 13117**

LE GRIX (G.). — **L'essai des métaux à la pince de dureté et les services qu'elle peut rendre aux métallurgistes.** In-8 (21 × 13) de 32 p., 17 fig. Paris, Office central de l'acétylène et de la soudure autogène. **Pièce 13118**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

POUYANNE (A. A.). — **Les travaux publics de l'Indochine et le développement économique du pays.** (Extrait du *Bulletin économique de l'Indochine*, n° 175, 1925). In-4 (27 × 18) de 29 p., 4 cartes en couleurs. Hanoï, 1926. **Pièce 13119**

HENRY (YVES). — **Le crédit populaire agricole et commercial aux Indes néerlandaises.** (Extrait du *Bulletin économique de l'Indochine*, n° 177, 1926). In-4 (27 × 18) de 57 p., 2 cartes. Hanoï, 1926. **Pièce 13120**

MICHEL (H.). — **La question de l'aménagement de l'estuaire de la Seine.** (Extrait du *Bulletin de l'Association française pour le développement des travaux publics*, n° 20, janvier 1923). In-4 (28 × 19) de 32 p., I pl. Paris, Association française pour le développement des travaux publics, 19, rue Blanche. **Pièce 13121**

KLUZ (THOMAS). — **Calcul graphique des poutres continues à section constante.** Nouvelle méthode graphique permettant de déterminer les moments fléchissants sur appuis. In-8 (24 × 16) de 53 p., 26 fig. Paris, Le constructeur de ciment armé, 148, boulevard Magenta, 1926. **Pièce 13122**

JAEGLÉ (EUG.). — **Carte des exportations des produits agricoles, forestiers, de l'élevage, industries diverses, pêches, mines de Madagascar et dépendances.** In-folio (55 × 36). Tananarive, Gouvernement général de Madagascar et dépendances, Bureau de la documentation, 1926. **Pièce 13123**

TAYLOR (HUGH S.). — **Third report of the Committee on contact catalysis.** (Reprinted from the *Journal of Physical Chemistry*, Vol. XXVIII). In-8 (26 × 17), p. 897-942. — **Fourth report of the Committee on contact catalysis.** (Reprinted from the *Journal of Physical Chemistry*, Vol. XXX, february 1926). In-8 (26 × 17), p. 145-171. (*Don de l'auteur*). **Pièces 13124-5**

GENILLON (L.). — **Les groupes coordonnés d'équations physiques.** Applications à quelques lois de l'électricité et du magnétisme. In-8 (24 × 16) de 31 p. Paris, Les Presses universitaires de France, 1926. (*Don de l'auteur*). **Pièce 13126**

STANLEY (F. J.). — **Defects hiding in steel castings.** Some of the difficult ones to detect. Causes of porosity, blow-holes, shifts, cracks and other faults. Their prevention. (Reprinted from the *Iron Age*, july 1, 1926). In-4 (31 × 21) de 4 p., 3 fig. **Pièce 13127**

LEGROS (LUCIEN A.). — **Economy of human effort in relation to industrial fatigue.** (*Société des Ingénieurs civils de France, British section. Seventeenth ordinary general meeting, june 3, 1926*). In-8 (25 × 15) de 39 p. London, S. W. 1, 72, Victoria Street. **Pièce 13128**

MINISTÈRE DU COMMERCE ET DE L'INDUSTRIE. — OFFICE NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE. — **Rapport général au Ministre du Commerce et de l'Industrie sur la situation et les travaux de l'Office national de la Propriété industrielle. Année 1925.** (Extrait du *Journal officiel de la République française* du 5 août 1926). In-4 (31 × 23) de 7 p. Paris, Imp. des Journaux officiels, 31, quai Voltaire, 1926. **Pièce 13129**

HADFIELD (SIR ROBERT A.). — **Address pronounced when declaring open the New Engineering and Metallurgical Laboratories at the twenty-first Anniversary Celebrations of the Sheffield University, july 2, 1926.** In-8 (23 × 16) de 42 p. **Pièce 13130**

L'agent général, gérant,

E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

125e ANNÉE. NOVEMBRE 1926.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

DISCOURS, PRONONCÉ LE 5 JUIN 1926, A MULHOUSE, A L'OCCASION DE LA CÉLÉBRATION DU CENTENAIRE DE LA FONDATION DE LA SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE MULHOUSE

par

M. GEORGES RISLER,
vice-président de la Société d'Encouragement [1].

MESDAMES, MESSIEURS,

Je m'excuse de prendre la parole, une seconde fois, mais c'est maintenant au nom de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

Son éminent président, M. Mesnager, membre de l'Académie des Sciences, retenu au dernier moment par d'impérieux devoirs, a été désolé de ne pouvoir se rendre à votre invitation qui lui avait été particulièrement agréable et il a chargé le très modeste vice-président que je suis d'exprimer à votre président, M. Daniel Mieg et à vous tous, Mesdames et Messieurs, ses très vifs regrets.

Je suis extrêmement heureux d'avoir été chargé d'apporter le salut le

(1) M. Georges Risler avait déjà parlé au nom du Musée social en rendant hommage à Mulhouse, berceau de toute les œuvres sociales dont les industriels, faisant à peu près tous partie de la Société, ont été les initiateurs. Il a prononcé le discours ci-dessus comme représentant de la Société d'Eucouragement pour l'Industrie nationale, M. Mesnager, son président, n'ayant pu se rendre à Mulhouse. On trouvera à la page 813 du présent *Bulletin* le compte rendu de la manifestation de Mulhouse.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plus cordial de la vieille Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale à l'aînée de ses filles particulièrement aimée qu'est la Société industrielle de Mulhouse.

Il y a bien une génération entre nos deux Sociétés, puisque la Société d'Encouragement a été fondée à l'aurore du siècle précédent et du Consulat.

Était-ce pour se rajeunir? Je ne le pense pas, car pourquoi l'aurait-elle fait? Elle n'a célébré son centenaire qu'il y a trois ans, à l'âge de 123 ans [2]

Il ne me paraît pas impossible que vos juvéniles fondateurs aient, en 1826, à l'époque où, avec des idées toutes personnelles, ils ont créé la Société industrielle, ignoré l'existence de leur aînée, dont les buts avaient avec les siens une très grande similitude.

Quoi qu'il en soit, l'une et l'autre ont prospéré; la Société d'Encouragement est devenue une très grande dame de vieille noblesse, entourée d'un respect qui ne s'adresse pas seulement à son âge, mais aussi aux importants services qu'elle a rendus.

Elle a eu sa large part dans le magnifique progrès industriel qui a marqué tout le XIX[e] siècle et la partie vécue du vingtième. Se tenant constamment au courant des inventions et des améliorations, elle a largement donné ses récompenses et ses encouragements à tout ce qui était bon et utile.

Elle s'est de tout temps préoccupée de rendre hommage aux efforts des collaborateurs modestes de la grande industrie, honorant et récompensant les contremaîtres et les ouvriers ingénieux, laborieux et fidèles.

Elle organise chaque année de nombreuses conférences où des inventeurs viennent exposer, devant un public compétent, les progrès qu'ils ont réalisés, à moins que ce soient des cycles sur un sujet spécial et particulièrement intéressant, comme la météorologie l'année dernière et, cette année, la télégraphie et la téléphonie sans fil, série terminée par un magistral résumé (en même temps prophétique) du maître en la matière, notre cher et éminent collègue, le général Ferrié.

De temps en temps, la Société d'Encouragement décerne sa grande médaille d'or à de très grands savants comme M. et Madame Curie, ou à une œuvre de valeur exceptionnelle.

C'est ainsi que, pendant que vous subissiez encore le joug ennemi, cet hommage fut rendu à la Société industrielle de Mulhouse, alors présidée par le regretté Théodore Schlumberger; et je vois encore l'homme bon et sympathique que nous étions si heureux, il y a quelques mois, de saluer ici même, M. Camille de Lacroix, alors vice-président, venir recevoir cette médaille,

(2) Cette manifestation commémorait le centenaire de la déclaration d'utilité publique de la Société d'Encouragement. (N. D. L. R.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

aux applaudissements enthousiastes d'une nombreuse assemblée où tous les cœurs vibraient patriotiquement à l'unisson.

Soyez certains que le haut témoignage d'estime que vous nous avez donné ce matin en nous accordant votre grande médaille d'or ne sera pas moins apprécié de mes collègues de la Société d'Encouragement, et, encore une fois, je vous exprime en leur nom et au mien, nos plus chaleureux et nos plus cordiaux remerciements.

Les liens qui ont toujours existé entre nous ne peuvent que se resserrer car nous trouverons constamment les uns chez les autres nombre de choses intéressantes.

En matière sociale vous êtes et vous resterez nos maîtres et nous aurons toujours besoin de vos conseils et de vos précieux exemples.

Au nom de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, je lève mon verre en souhaitant de tout mon cœur d'Alsacien, à la Société industrielle de Mulhouse : progrès, bonheur et prospérité.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'AFRIQUE ÉQUATORIALE FRANÇAISE ET SON PREMIER CHEMIN DE FER, DE BRAZZAVILLE A POINTE-NOIRE,

par

M. JEAN MARC BEL,
membre du Conseil.

Depuis 1885, c'est-à-dire depuis que de Brazza a acquis le Congo pour la France, il s'est écoulé une première période de prise de possession qui a duré pratiquement jusqu'à présent. Durant cette période, se sont poursuivies les études du pays, les explorations, les reconnaissances, la délimitation et son occupation définitive, aux divers points de vue militaire, scientifique, industriel et économique. Des comptes rendus de ces travaux ont été publiés aux bulletins des deux sociétés de géographie de Paris et dans d'autres publications géographiques, coloniales et scientifiques. Notre colonie congolaise a pris en 1911, le nom d'Afrique équatoriale française, au lieu de celui de « Congo français » qu'elle avait porté jusqu'alors; elle s'est agrandie, depuis le dernier traité de paix, de la partie méridionale de l'ancien Cameroun allemand mais sous le régime des mandats.

La mise en valeur de l'Afrique équatoriale française n'est possible que si une voie ferrée relie le Stanley-Pool à l'Océan. On sait, en effet, que si le fleuve Congo et ses affluents forment de magnifiques voies fluviales, très aisément navigables sur des milliers de kilomètres à l'intérieur du continent africain, la navigabilité du Congo cesse en aval du Stanley-Pool. Sur les 400 km qui séparent cet immense bassin de l'Océan, le fleuve, traversant le massif du Mayombé, prolongement des monts de Cristal, franchit, sur une longueur à vol d'oiseau d'environ 280 km, des cataractes, rapides, chutes, biefs à très fort courant, et cela jusqu'à Matadi, à 130 km de l'Océan, au point où commence l'estuaire.

Les Belges ont prolongé la voie fluviale du Congo par une voie ferrée, de Kinchassa à Matadi, construite de 1887 à 1895. Malheureusement, cette

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

voie, à l'écartement de 75 cm, avec des rampes de 50 mm par mètre et des courbes de 50 m de rayon, est d'une exploitation difficile et onéreuse ; elle ne peut transporter au maximum que 80.000 t dans chaque sens, par an. Elle a été rapidement embouteillée et nous ne pouvons l'utiliser que dans une certaine mesure. Les Belges eux-mêmes ont dû renoncer à faire sortir par cette voie les minerais du Katanga : ces minerais empruntent maintenant, à grands frais, les voies ferrées de Beira ou du Cap. Une ligne à voie normale, à rampes de 25 mm par mètre, doit bien remplacer la voie étroite de Kinchassa à Matadi, mais sa construction avance très lentement à cause des difficultés résultant de ce que la région traversée est tourmentée et désertique. Cette voie sera, elle aussi, vite encombrée et presque inutilisable pour nous quand les Belges auront achevé leur ligne Katanga-Kinchassa par laquelle seront alors acheminés les minerais du Katanga.

Dès que fut commencée la construction du chemin de fer belge de Kinchassa à Matadi, on parla dans les milieux coloniaux français de construire une voie ferrée semblable, en quelque sorte parallèle, dans notre Congo. On ne reprenait ainsi qu'une idée émise par Savorgnan de Brazza dès la fondation par lui de la station de N'Tamou, qui devait devenir Brazzaville. On songea tout naturellement, après quelques explorations sommaires, à utiliser une des routes existantes parcourues par les caravanes de porteurs. Cette route empruntait plus ou moins la vallée d'un fleuve côtier, le Kouilou, qui, dans sa partie haute, porte le nom de Niari, et celles d'un sous-affluent et d'un affluent du Congo, la Medzia et le Djoué (fig. 6). Aucune suite ne fut donnée tout d'abord à ces suggestions.

En ce qui concerne la mise en valeur de l'Afrique équatoriale française, on sait que, dans cette vaste colonie, dont la superficie égale 4 ou 5 fois celle de la France, la plus grande partie du territoire fut concédée à un certain nombre de compagnies, qui exploitèrent à peu près uniquement les produits riches et qui, en même temps, faisaient du commerce. Ces compagnies, formées avec des capitaux privés, pouvaient exercer dans les territoires concédés, toutefois sous le contrôle du Gouvernement, des pouvoirs presque seigneuriaux. Leur capital total n'atteignait pas une cinquantaine de millions. Une grande partie d'entre elles réalisèrent d'importants bénéfices, grâce à la double source de leurs revenus, provenant à la fois de l'importation de marchandises européennes, en grande partie françaises, et de l'exportation des produits du pays servant de monnaie d'échange, c'est-à-dire par le troc.

Les richesses minérales de la colonie, alors connues, consistaient principalement en minerais de fer, de cuivre et de plomb que les indigènes avaient

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

découverts depuis un temps immémorial, qu'ils exploitaient par des moyens et des procédés métallurgiques primitifs, et cela, en proportion de leurs besoins, très limités, de consommation et d'échange. Leur métallurgie se bornait à utiliser des bas-foyers pour le fer, et de petits fours de fusion, soufflés à bras, pour le cuivre et le plomb. Bien entendu ils n'avaient à leur disposition que le charbon de bois de leurs forêts et de leurs bosquets.

Le fer étant répandu sur l'ensemble de la colonie, il ne pouvait guère attirer l'attention des Européens du fait de la carence des voies industrielle, de transport, autres que les fluviales; mais il n'en fut pas de même du cuivre dont les gisements renferment aussi du plomb, de l'argent et du zinc dans certaines parties.

L'étude de ces derniers gisements métallifères fut effectuée, à l'origine de notre occupation, par une mission belge placée sous la direction du professeur Édouard Dupont en 1889, puis, en 1893, au Gabon, par la mission de l'Ingénieur des Mines Maurice Barrat; en 1891, dans le bassin du Niari, par la mission A. Le Chatellier, qui étudia ces gisements miniers avec le concours de l'Ingénieur civil des Mines Regnault; en 1897, par le professeur belge Cornet et l'ingénieur O'Brien.

J'eus à les examiner à mon tour, en 1906, comme chargé de mission d'un groupement industriel, et, en même temps, de missions scientifique et économique du Ministère de l'Instruction publique et de celui des Colonies. Mon étude porta surtout sur le gisement de M'Boko-Songho, le moins éloigné de l'Océan. A ce moment, mon regretté collègue, l'Ingénieur civil des Mines Levat, procéda de son côté à une très courte visite des gisements du Niari au cours d'une mission d'ordre privé.

En 1911, 1913 et 1917, j'ai pu poursuivre mes études sur une nouvelle région minière, celle du Djoué, située au voisinage et sur la région de rive droite d'un affluent de même nom du fleuve Congo, à 80 km de Brazzaville, vers le N-N-O, où des travaux anciens, dus aux indigènes, permirent d'effectuer des reconnaissances et un commencement d'exploitation sur des gîtes encore ignorés, mais se trouvant sur les alignemeuts S-S-E — O-N-O, précisés au cours de ma première mission comme formant une zone minérale susceptible d'être féconde en découvertes.

Au cours de l'année 1924, une nouvelle mission d'ingénieurs alla examiner ces gisements pour le compte de sociétés privées et son examen visa en outre les deux autres gisements de Mindouli et de M'Boko-Songho. Celui de Mindouli avait déjà donné plusieurs millions de francs de minerais de cuivre exportés et celui du Djoué possédait sur le carreau une trentaine de mille tonnes de minerais extraites.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Au sujet du développement de l'outillage économique de la colonie, rien n'avait été fait, en dehors de la navigation du Congo, bien que, dès l'origine, de Brazza se fût occupé de la question et aussi la mission Le Chatellier; mais ce ne furent là que des études auxquelles aucune suite ne fut pratiquement donnée.

Au cours de la mission de Brazza, un premier avant-projet de voie ferrée de pénétration fut établi par les officiers supérieurs du génie Jacob et Belle. Cette ligne devait arriver à Brazzaville en partant d'un port fluvial, Kakamoeka, situé sur le fleuve Kouilou (fig. 6), à une soixantaine de kilomètres de l'Atlantique. Ce premier tracé suivait, dans sa plus grande partie, en partant de Brazzaville, la vallée du Niari depuis Comba; il traversait le massif montagneux situé entre la Loukouni, affluent de gauche du Niari, et la Foulakari, affluent de droite du Congo.

Ce premier projet fut adopté et complété ensuite dans ses détails par les études des officiers supérieurs du génie Alfred Cornille et J. Goudard, toujours avec son terminus au port fluvial de Kakamoeka, dont l'accès n'était possible que pour de petits navires, à cause de la barre du Kouilou, mais il ne fut pas exécuté.

I

Telle était la situation en 1906, c'est-à-dire au moment de ma mission. Les gisements métallifères susdits n'avaient, bien entendu à l'exception de celui de Mindouli qui venait de commencer des travaux préparatoires de développement et l'établissement d'un petit tramway à voie de 0,60 m, pour desservir la mine, fait l'objet d'aucuns travaux de recherche. Les précédentes missions s'étaient nécessairement bornées à de simples études de surface et à l'examen des travaux indigènes existants, plus ou moins éboulés, permettant mal l'examen de la formation en place et surtout en profondeur.

En effet, un projet de mise en exploitation de ces gisements, ou même de leur reconnaissance approfondie, ne pouvait avoir de suite utile qu'à la condition expresse de disposer d'une voie ferrée pour le transport d'un matériel lourd indispensable et pour l'écoulement des minerais; lesdites mines se trouvant situées sur le versant nord de la chaîne montagneuse qui sépare le fleuve Congo du Kouilou-Niari et de celui de l'affluent du Congo appelé le Djoué dont le confluent est à quelques kilomètres en aval de Brazzaville, au-dessus des grandes cataractes. C'est pourquoi je fus conduit à donner à cette question toute mon attention, en même temps que, pendant deux années, je faisais effectuer, sur les mines soumises à mon examen, des travaux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de reconnaissances souterraines dans les limites où le permettaient un outillage et un matériel transportables seulement par portage.

Dans la région de Mindouli, la Compagnie minière du Congo, de récente

cours des années suivantes un tonnage assez important de minerais cuprifères, mais en limitant leur production aux seuls minerais de très haute teneur, accusant de 40 à 50 p. 100 de cuivre et plus, ce qui était fort remarquable.

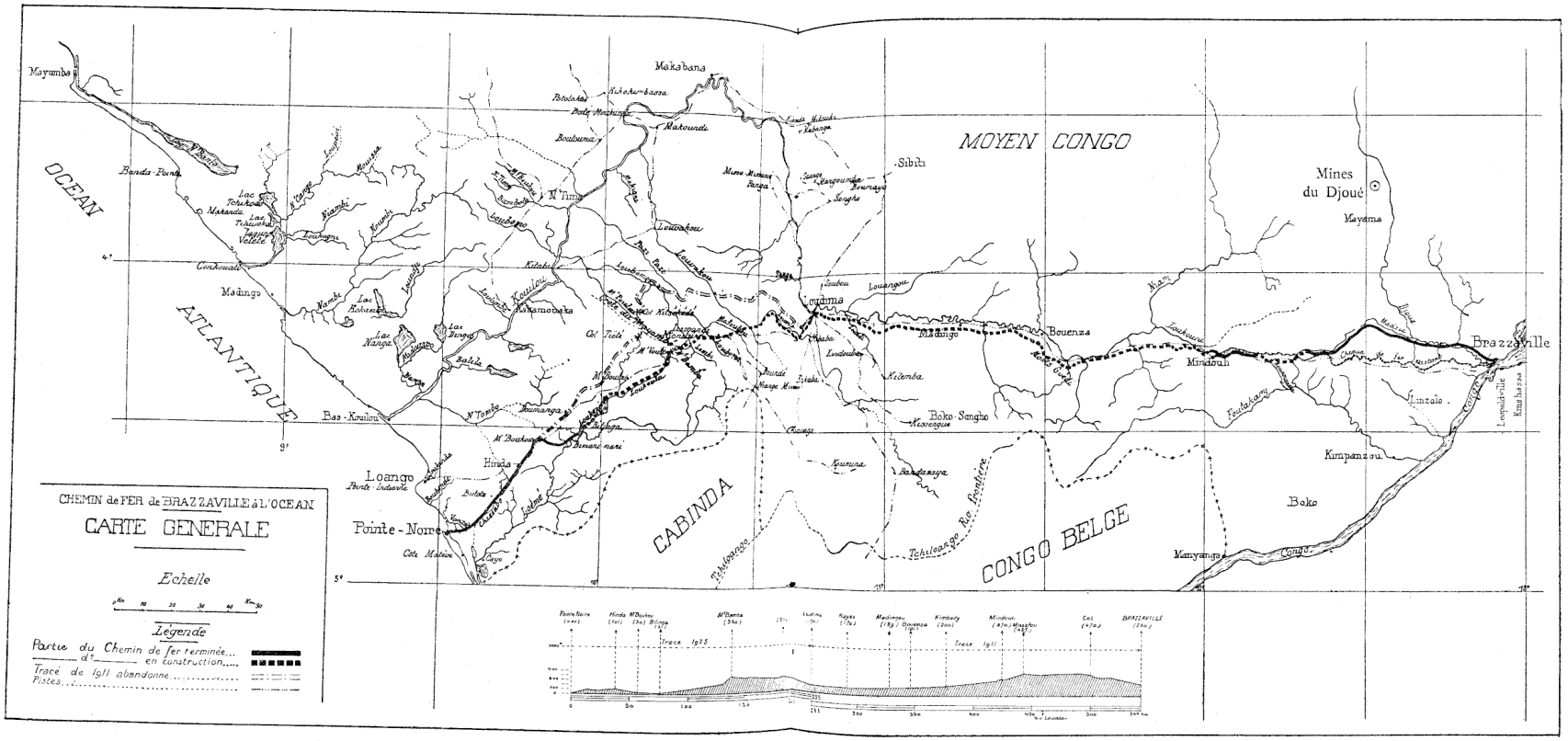


Fig. 1. — État d'avancement, en novembre 1925, du chemin de fer, actuellement en construction, de Brazzaville à Pointe-Noire.

formation, procédait alors aux mêmes opérations. Les miennes se concentrèrent surtout sur la région de M'Boko-Songho, située à 150 km à l'ouest de Mindouli. Les mines de Mindouli établissaient, comme il vient d'être dit, un petit tramway à voie étroite vers Brazzaville et purent ainsi exporter au

Un projet d'étude de voie ferrée à trafic industriel s'imposait donc. Quatre termini pouvaient être considérés comme ports : celui de Kakamoeka, signalé plus haut, sur le fleuve Kouilou, mais inaccessible aux grands navires et seulement à des chaloupes à vapeur ou à des remorqueurs à chalands;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

celui de Boma, situé sur la rive droite du Congo, en territoire belge, où arrivait déjà un chemin de fer belge à voie de 0,60 m, pénétrant vers le Nord, dans la direction de M'Boko-Songho, mais qui n'avait que 80 km de parcours et qu'il eût fallu achever sur une centaine de kilomètres pour arriver au Congo français à la partie occidentale de la formation métallifère. On aurait pu aussi envisager le port maritime de Landana, sur l'Océan, situé dans la province portugaise de Cabinda. Mais ces deux ports, Boma et Landana, soulevaient l'objection d'être situés en pays étrangers.

Quant au port de Kakamoeka, n'étant accessible qu'aux petits navires, il

Fig. 2. — Mission Bel au Congo français en 1906.
Portage de vivres au marché local par des femmes Bakhamba.

aurait pu à la rigueur, peut-être, desservir la région minière. Mais la Colonie, qui aurait eu à en payer les frais, n'aurait pas consenti à supporter pareille dépense pour un débouché seulement minier. Quant aux mines, elles auraient dû y investir un gros capital, incomparablement plus élevé que celui de l'exploitation minière elle-même. Il aurait pu servir peut-être aussi, bien entendu, au débouché d'autres marchandises de l'intérieur du Congo, mais alors, pour celles-ci, on aurait préféré le chemin de fer belge, allant du Stanley-Pool à Matadi sur le Congo où pouvaient arriver des navires de haute mer et par conséquent conduisant à des frais de transport et de transbordement moins élevés, avec un trafic de tonnage véritablement, et de beaucoup, plus important.

Ainsi, la question du chemin de fer minier se liait impérieusement avec celle d'une voie plus industrielle et d'intérêt général, partant de Brazzaville

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et pouvant atteindre un port susceptible de recevoir des navires de gros tonnage. Il fallait donc rechercher ce port sur la côte de l'Océan. Nous n'avions pas l'embarras du choix. La partie de la côte africaine située entre l'embouchure du Kouilou et la Province de Cabinda constituait la seule région de la côte maritime de notre colonie où pouvait déboucher un chemin de fer dont la longueur fût la plus courte, étant donné qu'il était préférable d'*adopter un port maritime,* c'est-à-dire avec de grands fonds, et même de caractère mondial, pour avoir les frais de transport les moins élevés.

Au cours de mon exploration au Congo, en 1906-1907, j'ai ouvert les

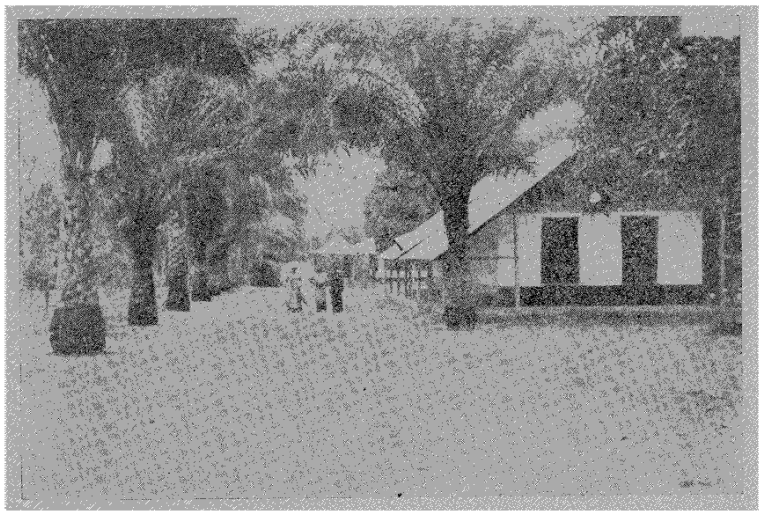


Fig. 3. — Mission Bel au Congo français en 1906.
Jardin de la Factorerie hollandaise à Brazzaville.

premiers travaux de reconnaissance souterraine dans la région de M'Boko-Songho; ils ont été poursuivis, après mon départ, par mon adjoint, M. Devès, et nos maîtres-mineurs MM. Blache, Nicolas et Rosa. Je m'arrêtai ensuite à Loango pour choisir un point de la côte pouvant servir de port, après avoir laissé le personnel minier de ma mission poursuivre sur place les travaux miniers commencés sous ma propre direction et qui durèrent deux années, suivant le programme nécessairement limité que j'avais pu établir.

J'hésitai entre Loango et Pointe-Noire. Celui de Loango présentait un promontoire intéressant, constitué par la Pointe-Indienne. Mais la barre de Loango oblige les navires de haute mer à se tenir trop au large. J'étudiai alors la baie de Pointe-Noire, située à quelques kilomètres plus au Sud. Cette

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

baie est fermée par la partie méridionale de la Pointe-Indienne et par la partie septentrionale de la Pointe-Noire. Elle se présentait ainsi comme un véritable U ou en fer à cheval, et méritait donc une étude. Les cartes marines, remontant au milieu du dernier siècle, indiquaient déjà d'assez grands fonds, mais loin du rivage.

Je procédai alors à la vérification de ces fonds qui pouvaient avoir changé depuis un demi-siècle. A cet effet, je demandai à la Compagnie des

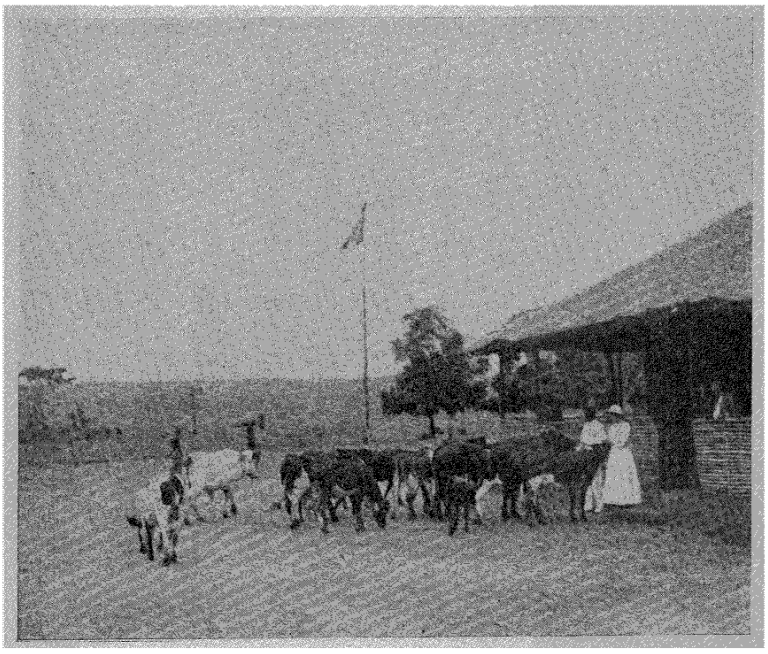


Fig. 4. — Mission Bel au Congo français en 1906. — Troupeau de bœufs à Loudima, le seul existant dans la colonie, transporté à Brazzaville où il a déperi. Un nouveau troupeau de bœufs fut créé par la suite, en 1911, par la Mission Bel, aux Mines du Djoué; il y a prospéré; il y sert aux charrois et à l'alimentation des ouvriers mineurs.

Chargeurs réunis l'autorisation d'affréter un de ses navires avec son équipage pour procéder au sondage des fonds de la baie de Pointe-Noire. La compagnie y consentit et mit gracieusement à ma disposition deux de ses capitaines au long cours, MM. Quesnel et Vincent, qui effectuèrent avec moi ces sondages : la carte (fig. 5) fut annexée à mon rapport scientifique, adressé au Ministère de l'Instruction publique qui m'avait, comme il a été dit, chargé gratuitement de mission scientifique.

Les sondages ayant paru suffisamment probants, je n'hésitai donc pas à adopter et à proposer la baie de Pointe-Noire comme la plus avantageuse

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

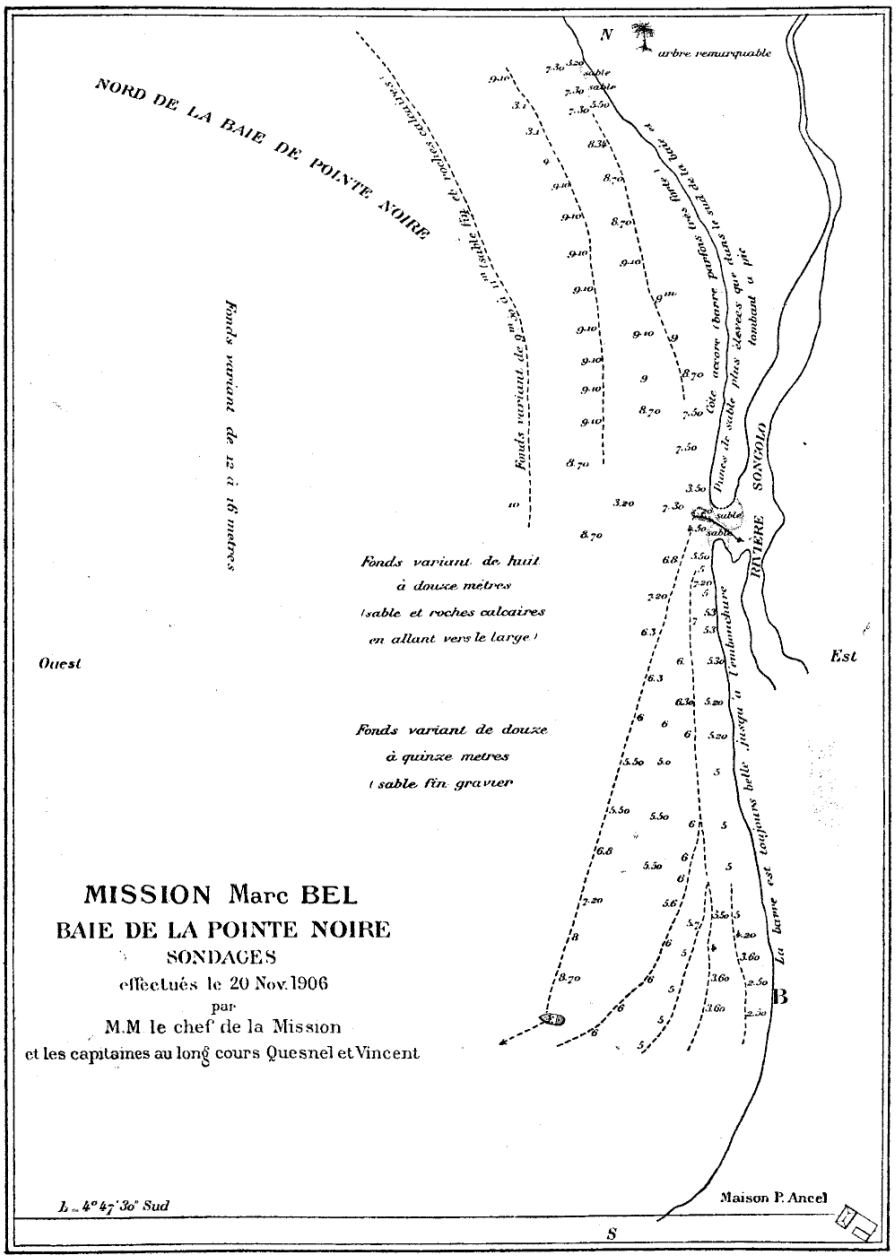


Fig. 5. — Relevé des sondages dans la baie de Pointe-Noire
(Extrait des *Nouvelles Archives des Missions scientifiques*, t. XVI, 1908).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la plus apte à servir de port maritime, et même de port mondial pour devenir ainsi le terminus du futur chemin de fer de Brazzaville à l'Océan. Ce chemin de fer pourrait aussi desservir le trafic futur du Congo français et même du Congo belge pour les transports rapides des produits provenant de tout le bassin du grand fleuve en amont des cataractes. Ce point conduisait au tracé le plus court, et j'en ai rendu compte, au retour de cette première mission, dans mes rapports au Ministère et dans mes conférences à la Société de Géographie, à d'autres sociétés savantes de France et même à Liége, à l'Association des Ingénieurs belges, qui me firent l'honneur de m'acclamer, nos voisins du Nord ne nous ayant jamais marqué, contrairement aux bruits répandus en France, la moindre jalousie [1].

Quant au tracé de ce chemin de fer, l'ancien tracé Jacob-Cormille ne me paraissait pas pouvoir s'y adapter parce qu'il allongeait démesurément le parcours et qu'il aboutissait à un port fluvial, celui de Kakamoeka sur le Kouilou, inaccessible à de grands navires. Ma mission a donc étudié un tracé plus direct, n'offrant pas plus de difficultés spéciales que le premier et se terminant à un port maritime en eau profonde. Ce tracé de reconnaissance et les sondages maritimes effectués par ma mission figurent dans mes rapports et conférences sur des cartes annexées à mes comptes rendus (fig. 6). Ils servirent de point de départ à de nombreuses études de contrôle faites aux frais de la Colonie, et au tracé finalement adopté par le Gouvernement, vingt années plus tard avec quelques variantes, actuellement mis en exécution.

II

Le tracé de ma mission (fig. 6) comprenait trois parties principales : 1° de Brazzaville à Mindouli; 2° de Mindouli à M'Boko-Songho; 3° de M'Boko-Songho à Pointe-Noire.

1° *Tronçon Brazzaville-Mindouli.* — Dans cette partie, l'ancien tracé Jacob, passant par le massif montagneux du Chat était reporté plus au Nord et le tracé, contournant, plus facilement le massif ainsi finalement adopté par le Gouvernement remontait d'abord la partie aval de la vallée du Djoué, sur la rive gauche, puis celle de son affluent de droite la Medzia, d'où il passait dans la haute vallée de la Loukouni, se dirigeant sur Mindouli. C'est celui que j'avais sommairement indiqué sur ma carte de 1906 et précisé plus tard en 1917, sur une carte inédite d'une voie ferrée devant relier les

(1) Matadi n'est accessible qu'à des navires d'au plus 6,50 m de tirant d'eau et d'une longueur ne dépassant pas 120 m.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

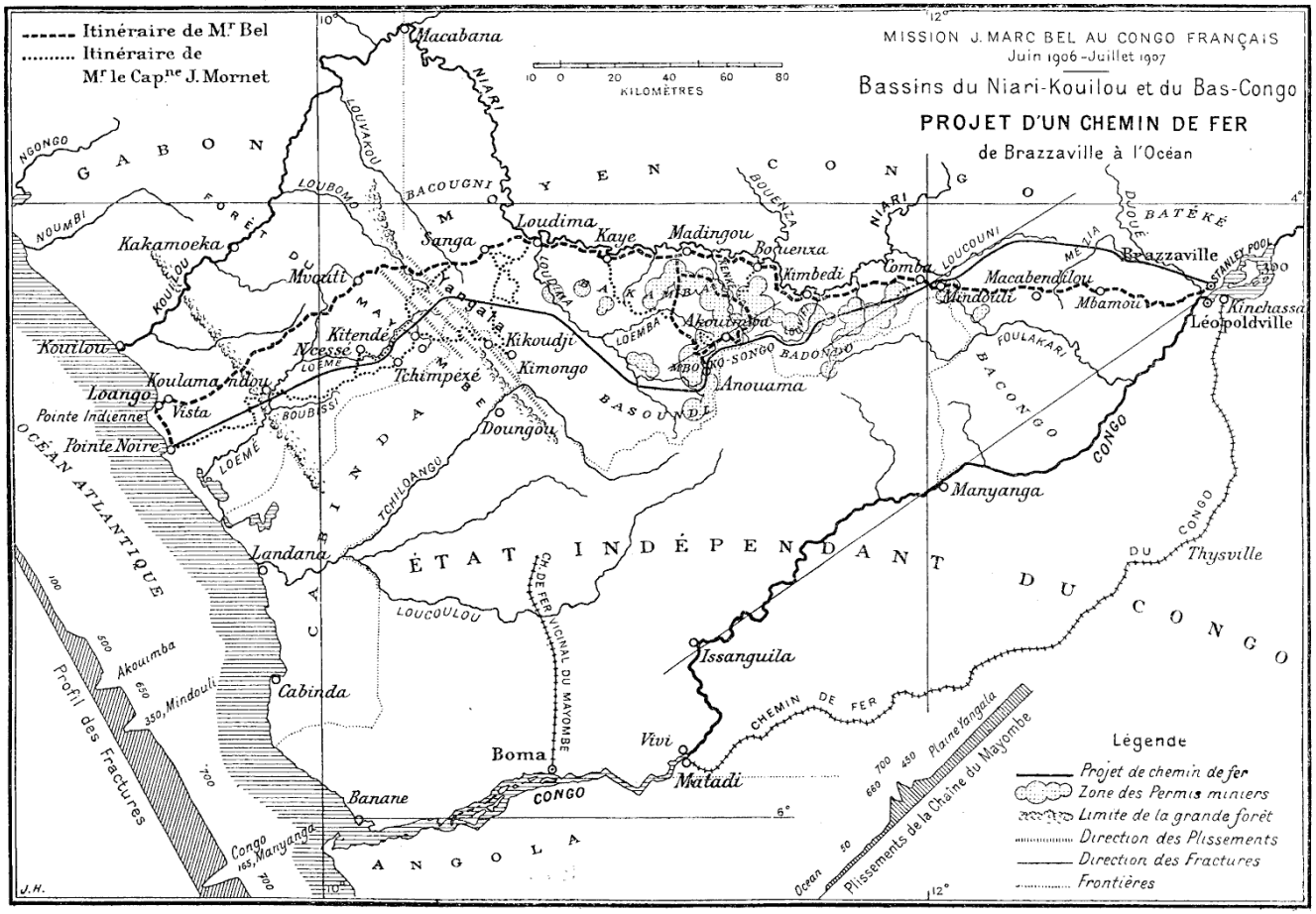


Fig. 6. — Premier projet de chemin de fer de Brazzaville à Pointe-Noire, proposé, à l'origine, par la Mission Bel.
(Extrait du *Bulletin de la Société de Géographie de Paris*, séance du 7 février 1908.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nouvelles mines du Djoué à Brazzaville, mines dont j'étais alors venu faire un examen très complet, après en avoir dirigé les travaux depuis 1911 au cours de mes deux autres missions antérieures, de 1911 à 1913. Ce tracé précis fut communiqué par moi-même au service géographique de Brazzaville dirigé par le commandant, alors capitaine, Delingette qui vient de s'illustrer avec une intrépidité remarquable dans son magnifique raid en auto-chenille du Sénégal au Cap de Bonne-Espérance.

Au cours de cette dernière mission dans la région du Djoué, effectuée en 1917, j'avais eu occasion de faire relever point par point cette partie du tracé dans la région voisine de Brazzaville jusqu'au confluent de la Medzia et du Djoué, aux rapides de Mahoucou situés en amont et d'où un embranchement sur les mines du Djoué, d'une vingtaine de kilomètres, pouvait relier ces mines aisément au grand chemin de fer en suivant le versant droit du voisinage en amont de la vallée moyenne du Djoué. C'est à ce moment que j'en ai fait effectuer le tracé complet sous ma direction, avec l'assistance du maître-mineur-géomètre Pélissier, membre de ma mission, amené de France, et d'un canonnier opérateur mis à ma disposition, à cet effet, par le service de l'artillerie de Brazzaville.

2° *Tronçon Mindouli — M'Boko-Songho.* — Dans sa plus grande partie, la reconnaissance avait été faite par moi-même, assisté de M. Elie Deves, sous-ingénieur des Mines, second de ma première mission en 1906. Cette reconnaissance nous a permis de découvrir des seuils de passage presque de niveau entre les hautes vallées des affluents de la rive gauche du Niari, c'est-à-dire entre la Loudima, la Haute Louvisi occidentale et la N'Kenké.

Un tracé effectué d'après cette reconnaissance paraissait permettre au grand chemin de fer de desservir pas à pas la région minière qui s'étend entre Mindouli et M'Boko-Songho et cela sans embranchement.

Le tracé officiel actuel n'a pas adopté ces indications qui n'ont peut-être pas été suffisamment vérifiées par les missions postérieures à la mienne (fig. 1).

Elles ont adopté purement et simplement, et sans nouvelles études entre Mindouli et Loudima, l'ancien tracé Jacob, qui se bornait à suivre très facilement en terrain plat la rive gauche de la vallée du Niari, mais qui avait été établi à une époque où l'on connaissait peu l'importance de la région minière. A cette époque, il est vrai, l'accès et la pénétration de cette région étaient gênés par l'hostilité des indigènes. Nous-mêmes, nous en éprouvâmes les effets. Depuis, cette hostilité a disparu et nous y avons contribué.

3° *Tronçon M'Boko-Songho — Pointe-Noire.* — Cette troisième partie de la reconnaissance du tracé fut effectuée à peu près simultanément, d'une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

part, pour une variante, par moi-même, de M'Boko-Songho à Loango, en suivant la route des caravanes, et d'autre part pour une variante plus directe par le commandant, alors capitaine, du génie, Mornet, que j'avais chargé du service géographique de la mission. Cette variante allait de M'Boko-Songho à Pointe-Noire en descendant la vallée de la Loudima pour passer dans celle du petit fleuve côtier, la Loémé, qui se jette dans l'océan

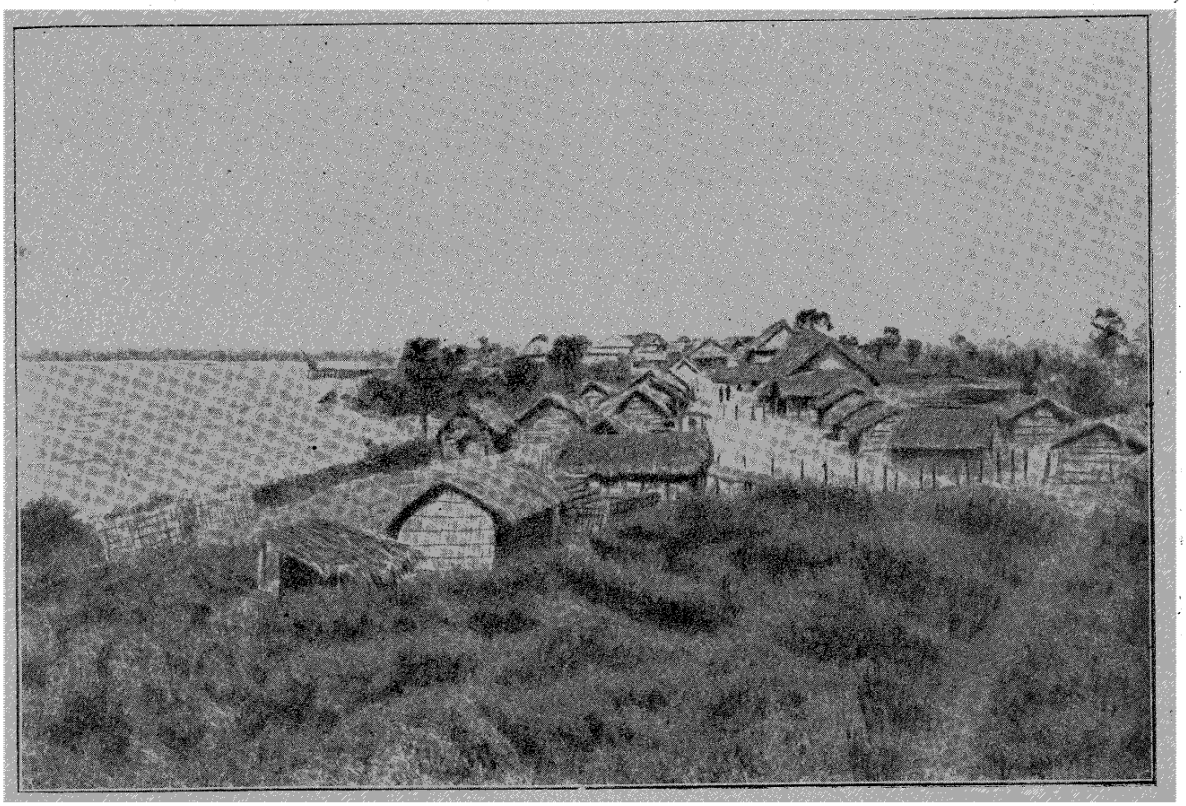


Fig. 7. — Le village des travailleurs de Pointe-Noire en 1925.

à la baie même de Pointe-Noire. Les levers topographiques du capitaine Mornet entre M'Boko-Songho et Pointe-Noire ont été publiés, avec le compte rendu sommaire du rapport de la mission au Ministre de l'Instruction publique, par les *Nouvelles Archives des Missions scientifiques*, tome XVI, 1908.

Cette troisième partie du tracé est celle qui présentait le plus de difficultés, puisqu'il fallait traverser le massif montagneux du Mayombe et la grande forêt de même nom. La forêt n'est pas difficile à couper, quoiqu'elle soit aussi intense que peut l'être une forêt tropicale, mais c'est la région

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

très accidentée du massif montagneux qu'il s'agit de parcourir et que l'on ne peut traverser sans tunnel que par des altitudes d'environ 600 à 700 m.

Ces deux tracés comportaient donc chacun la perforation d'un tunnel. J'ai choisi le tracé de la Loémé étudié par le capitaine Mornet, parce qu'il était plus court que celui reconnu par moi-même suivant la route des caravanes.

Lorsque le Gouvernement de la Colonie fit étudier par la Compagnie des Batignolles l'avant-projet et le tracé du chemin de fer de Brazzaville à Pointe-Noire, quelques années après ma mission et sous le contrôle du commandant Lavit, le capitaine Mornet fut délégué de son côté par la Compagnie des Batignolles. Cette mission ne fit porter ses études de tracé sur aucune des deux solutions envisagées par nous, c'est-à-dire, ni sur la route des caravanes, ni sur la Loémé. Le Gouvernement de la colonie préféra que cette nouvelle mission étudiât, dans cette partie, un tracé partant de Pointe-Noire et allant vers la Haute-Vallée de la Loubomo, affluent de gauche du Niari, pour arriver, non pas à M'Boko-Songho, qui était pourtant le centre de la région minière et notre objectif, mais au poste de Loudima sur le Niari, au confluent de la rivière de même nom. Là, on rejoignait le tracé Jacob sur le Niari, mais on se trouvait à une cinquantaine de kilomètres, c'est-à-dire assez loin, de M'Boko-Songho. N'ayant pas manqué de signaler ce point dans l'intérêt de l'industrie minière, il me fut répondu que les mines de la région de M'Boko-Songho n'auraient qu'à établir des embranchements pour rejoindre le grand chemin de fer, à leurs frais.

Mais le nouveau tracé, ainsi adopté pour sa troisième partie, pouvait permettre de desservir ainsi certaines concessions agricoles situées dans la basse vallée du Kouilou, lesquelles ayant comme bordure la mer, n'auraient pas eu besoin d'embranchement important pour rejoindre la grande ligne si on avait suivi la vallée de la Loémé et encore moins la route des caravanes. Enfin, ce nouveau tracé allongeait la ligne totale d'une soixantaine de kilomètres. Cet allongement, aux prix d'avant-guerre, n'eût pas ruiné la Colonie, mais les prix actuels des travaux publics et la situation financière critique que nous traversons auraient dû imposer une économie de cette importance, réalisable si l'on adoptait une des deux variantes suggérées par ma propre mission, qui nécessairement exigent le tunnel pour la traversée de la chaîne du Mayombe ainsi que d'ailleurs la solution officielle à laquelle on s'est d'ailleurs finalement attaché.

La partie déjà construite, l'année dernière, du chemin de fer de Pointe-Noire ne dépassant pas une soixantaine de kilomètres, il serait encore possible de réaliser dans la construction du grand chemin de fer cette importante économie qui aurait en outre l'avantage d'éviter aux exploitants

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des mines du bassin du Niari d'avoir à exécuter, à leurs frais, non pas un, mais plusieurs embranchements destinés à relier, entre M'Boko-Songho et Mindouli, la zone minière qui s'étend entre ces deux points sur plus de 150 km et au delà jusqu'au Djoué. Il est évident, en effet, que l'exploitation des mines de la région aurait à supporter de ce chef des frais de premier établissement considérables du fait d'avoir à exécuter plusieurs longs embranchements ou à relier entre elles les diverses mines, dépenses dont l'importance est d'un ordre de grandeur de beaucoup supérieur à celui des capitaux nécessaires à l'exploitation des dites mines.

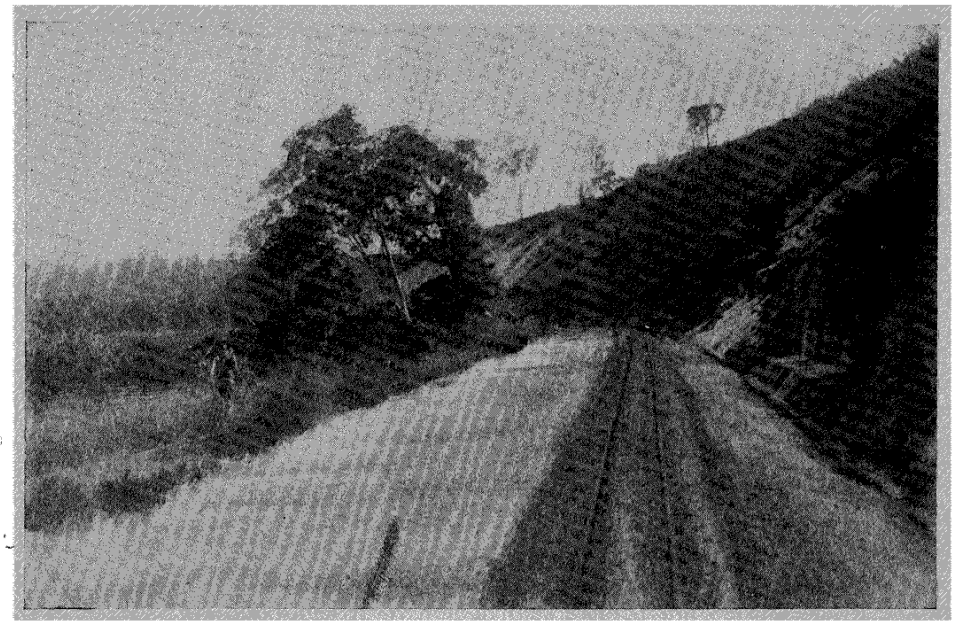


Fig. 8. — La voie au kilomètre 12 (rive gauche du Djoué) à partir de Brazzaville.

Le Gouvernement, en adoptant le tracé actuel, avait pensé en se rapprochant de la vallée du Kouilou, que le chemin de fer pourrait traverser le massif du Mayombe à une altitude d'environ 350 m seulement alors que par la vallée de la Loémé ou par la route des caravanes, il eût fallu établir un tunnel vers la côte de 600 m. Or, le tracé du Gouvernement va comporter néanmoins l'exécution d'un tunnel, de 1.800 m de longueur au moins, et à une non moindre altitude, ce qui se comprend si on regarde la carte, puisque le tracé officiel, au lieu de suivre les vallées, les traverse dans leurs parties hautes et par conséquent coupe les contreforts du massif du Mayombe au lieu de les longer.

Il nous semble donc que la question de ces variantes de construction de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la voie mériterait d'être revue avec le plus grand soin. Cela ne retarderait en rien l'exécution de la ligne, puisqu'il y a sur place un personnel assez nombreux pour en assurer non seulement l'exécution, mais toutes les études connexes de ce genre, et cela, à présent, à très peu de frais et sans envoyer de missions nouvelles.

En résumé, quelles que soient les variantes finalement adoptées, cette troisième partie du chemin de fer est celle qui présentera le plus de difficultés. Mais ces difficultés sont toutes techniquement solubles dans les trois cas; et elles seront à peu près également onéreuses. La solution officielle sur Loudima, présentant un tracé beaucoup plus long, sera ainsi beaucoup plus coûteuse; elle obligera les mines à avoir des capitaux de premier établissement plus considérables que ceux nécessaires à l'exploitation minière proprement dite. Il en résultera que le prix de revient des produits miniers sera ainsi grossi notablement de frais d'amortissement très élevés. En conséquence, l'extraction des minerais devant être limitée nécessairement à des produits payants, l'exploitation des mines sera forcément limitée aussi à ces produits de teneur rémunératrice, mais alors d'un tonnage beaucoup moindre, conduisant à une exploitation qui devra abandonner et laisser ainsi inutilisée une très grande partie des richesses des gisements, toutes celles de trop faible teneur, qui, précisément, sont celles de plus gros tonnage. Les mêmes travaux d'aménagement auraient pu permettre une exploitation d'un moindre prix de revient, d'un plus grand rendement en produits utiles et donner ainsi au trafic du chemin de fer lui-même de plus grandes recettes. Aux mines de cuivre de l'Utah, on est arrivé à exploiter avec bénéfice d'énormes tonnages de minerais tenant d'abord 2 p. 100 de cuivre et maintenant 1 p. 100. Que cet exemple soit médité.

En conclusion de cet exposé, on peut désormais compter enfin que la ligne Brazzaville-Pointe-Noire sera poursuivie avec activité et terminée en quelques années, quelles qu'en soient les variantes de détail qu'on pourra être conduit à adopter au cours de sa mise à exécution, et qu'elle ouvrira à l'Afrique équatoriale française un champ d'action nouveau dont l'importance est incalculable. Elle donnera à la France tout le profit qu'elle peut et doit espérer d'un nouveau fleuron de prospérité parmi ses grandes colonies.

Dans cet exposé, nous n'avons pas parlé d'autres projets de voies ferrées congolaises qui, par suite de leur situation géographique excentrique, sortent véritablement de la question. La première artère qui sera l'amorce d'un futur réseau congolais, cette ligne Brazzaville-Pointe-Noire, devra être suivie d'autres voies ferrées de pénétration pour permettre le développement des autres régions commandées par des ports tels que Libreville, Cap Lopez, peut-être Banda-Pointe, qui a été récemment envisagé, à la place de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pointe-Noire, dans des polémiques superflues, mais qui ne pourraient être les termini de voies rapides sur Brazzaville, laquelle doit véritablement rester la capitale économique de la colonie, du fait de sa situation géographique sur un fleuve gigantesque tel que le Congo; Brazzaville sera de plus un point de transit non seulement pour notre colonie, mais aussi pour une grande partie du trafic belge dont la colonie présente un arrière-pays commercial non moins vaste que le nôtre, mais dont le chiffre d'affaires se figure

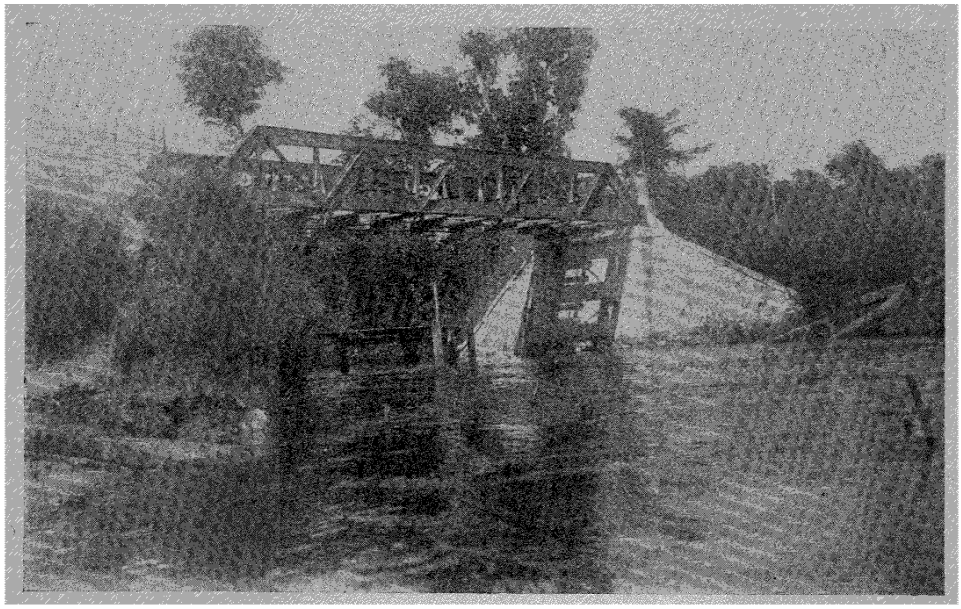


Fig. 9. — Pont sur le Djouari au kilomètre 18 à partir de Brazzaville.

depuis longtemps déjà par de nombreux milliards grâce aux chemins de fer dont il dispose au Sud et au Nord.

Ce dernier n'a pu suffire au trafic toujours croissant du Congo belge et le port fluvial de Matadi qui le dessert s'est trouvé embouteillé récemment, depuis une année, au point que, depuis lors, cette situation n'a pas changé et que le modeste trafic français souffre à son tour puisqu'il n'a pas d'autre voie d'accès. La question est si grave qu'avec raison le nouveau gouverneur général français, M. Antonetti, n'a pas hésité, en attendant l'achèvement de la voie ferrée française, à procéder à l'établissement de routes pour permettre l'utilisation des transports automobiles, et il convient de l'en louer; ce qu'on eût pu réaliser auparavant aussi bien que la décision sur l'établissement de la voie ferrée française.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

III

Après la très longue période d'études que nous venons d'indiquer, il nous reste à dire où en sont actuellement les travaux mis à exécution et commencés en 1923, sous le gouvernement général de M. Augagneur, qui a eu l'honneur de prendre l'initiative des premiers travaux de construction de la voie, à la fois au départ de ses deux termini, Brazzaville et Pointe-Noire, malgré les critiques nombreuses, maintes fois répétées, mais peu justifiées, dont ce chemin de fer avait toujours de temps en temps et depuis l'origine fait l'objet. Il y a eu d'autant plus de mérite que la Colonie ne disposait pas à ce moment de grands crédits, mais seulement du reliquat d'une petite tranche de 25 millions de francs d'un premier emprunt de 280 millions voté par le Parlement en juillet 1914, à la veille de la Grande Guerre mais dont les 255 millions restant à émettre n'ont jamais été émis. Déjà donc à cette époque, et auparavant en 1908, à la suite de ma mission, le Gouvernement de la métropole avait pris notre projet en considération, M. Milliès-Lacroix étant alors ministre des Colonies et M. Boutteville, directeur général des Travaux publics, dont j'avais reçu les meilleurs encouragements. Les Commissions parlementaires et le Comité des Travaux publics du Ministère des Colonies avaient fait des rapports favorables et procédé, par des missions nouvelles, à des études de contrôle et de tracés d'exécution.

Mais il fallait commencer!

Le nouveau gouverneur général, M. Antonetti, qui a succédé à M. Augagneur en 1924, a non moins courageusement entrepris de poursuivre les travaux. Il a obtenu l'an dernier, du Parlement, les crédits nécessaires et l'autorisation d'un nouvel emprunt de 300 millions de francs.

Voici actuellement où en est la question de l'avancement des travaux et pour lesquels la Société de Construction des Batignolles a bien voulu me fournir les précisions suivantes.

La Société de Construction des Batignolles a été chargée par le Gouvernement général de l'Afrique équatoriale française de faire les études et d'exécuter les travaux des 172 premiers kilomètres de la ligne de chemin de fer de Brazzaville à l'Océan Atlantique, en partant de Pointe-Noire, port qui a été définitivement choisi comme origine de la ligne, et aussi de la construction d'un wharf dans la baie de Pointe-Noire, pour faciliter la manutention des marchandises.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le tracé imposé à la Société de Construction des Batignolles est celui qu'elle avait relevé en 1911.

Les brigades d'études débarquées en novembre 1922 à Pointe-Noire se mirent immédiatement au travail et les études, suivant la direction indiquée, étaient terminées en mars 1924.

En même temps que l'application du tracé était poussée activement, la Société attaqua les travaux d'infrastructure, et, au mois de mars 1924, la

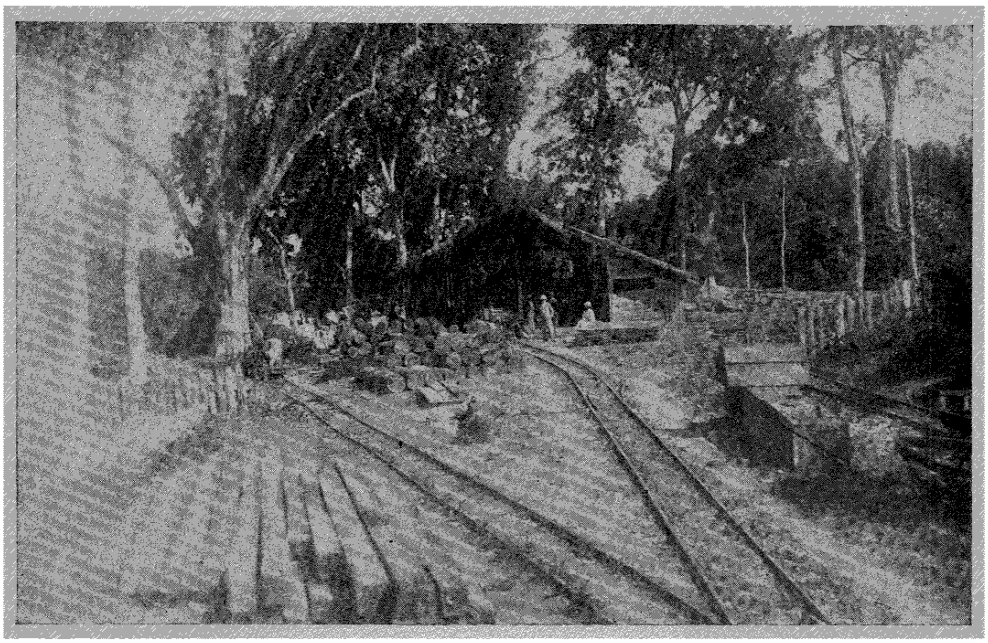


Fig. 10. — Scierie au kilomètre 19 à partir de Pointe-Noire.

plate-forme était terminée, une voie de service de 0,60 m posée jusqu'au kilomètre 40 à partir de Pointe-Noire.

Les travaux subirent à ce moment un certain ralentissement par suite de circonstances indépendantes de la volonté de la Société. C'est pourquoi la construction du wharf ne fut pas commencée, ni la pose de la voie définitive sur la plate-forme déjà prête à la recevoir.

Au mois de novembre 1925, la voie de service atteignait le kilomètre 53.

En février 1925, les études et les travaux ont été repris suivant un nouveau tracé nécessitant un tunnel de 1.800 m, mais raccourcissant le tracé d'environ 20 km et présentant, au point de vue de l'exploitation, de grands avantages à cause des faibles déclivités et des grands rayons que l'on peut donner.

Actuellement, il existe à Pointe-Noire un wharf provisoire (fig. 12)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

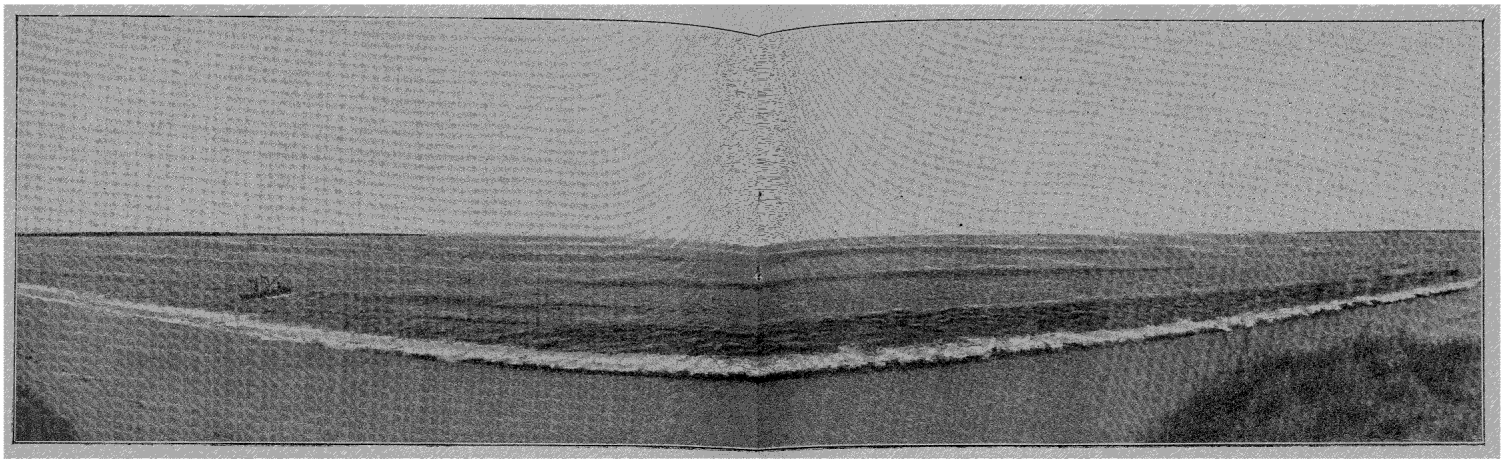


Fig. 11. — La baie de Pointe-Noire.

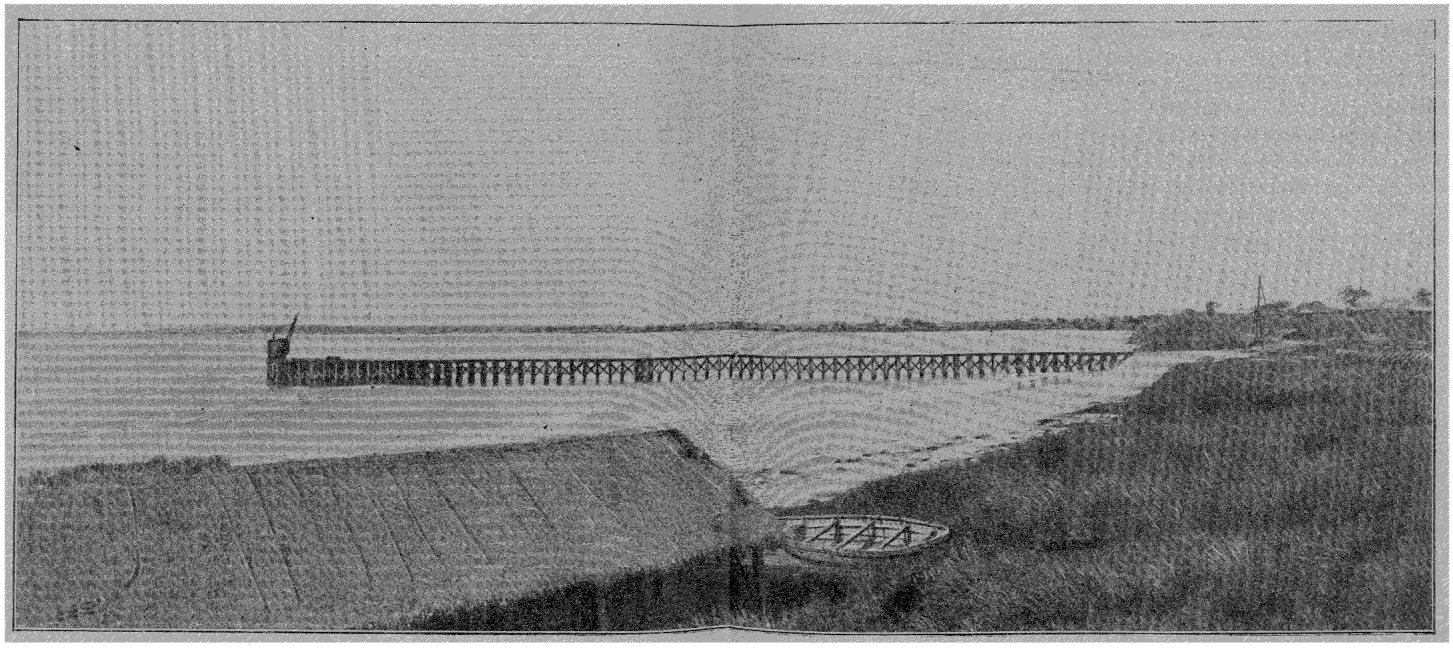


Fig. 12. — La rade et le wharf provisoire à Pointe-Noire.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avec des appareils de déchargement qui facilitent les débarquements.

Les travaux d'infrastructure sont attaqués jusqu'au kilomètre 85 et les études sont terminées jusqu'au kilomètre 145.

Le projet du wharf définitif en béton armé a été approuvé et les travaux ont dû commencer incessamment.

Le délai pour l'exécution des 172 premiers kilomètres de la ligne a été fixé à 6 années à compter de 17 janvier 1925.

En résumé, et d'après les chiffres du Gouvernement général de l'Afrique équatoriale française, à la fin de 1925, l'état d'avancement des travaux était le suivant :

Côté Brazzaville.	80 km
Côté Pointe-Noire.	60 —
Total.	140 —

Le parcours total étant estimé à environ 540 km, il reste donc 400 km à construire.

Il ne nous paraît pas exagéré de dire qu'il nous semble, si les crédits ne font pas défaut, et malgré les difficultés tout de même solubles de la partie occidentale du tracé, que cette ligne devrait pouvoir être achevée dans 4 ans.

Ce délai relativement court doit permettre à la Colonie d'envisager à bref délai, dès sa mise en valeur industrielle, le développement intense qu'elle mérite et qu'elle pourra effectuer grâce à l'outillage moderne dont elle sera enfin pourvue. Nos industriels de la métropole feront donc bien de s'en préoccuper, dès à présent, pour importer enfin en France les matières premières qu'elle attend de ses colonies et moins recourir à l'étranger.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TRAVAIL DE L'HOMME A LA MANIVELLE

par

M. MAX RINGELMANN,
membre du Conseil.

D'après plusieurs de mes observations antérieures, pendant la période utile de travail, l'ouvrier rural fournit à la manivelle une puissance de 6 à 8 kgm:s lorsqu'il est payé à la journée. En le faisant travailler, quelque temps après avec la même machine, mais en le payant à la tâche, le même homme fournit de 9 à 12 kgm:s. Ces rapports sont comme 100 est à 150. Certaines conditions changent lorsque deux hommes, ou plus, travaillent ensemble à la manivelle.

Comme pour tous les chiffres moyens donnés au sujet du travail de l'homme, on constate des variations d'environ un cinquième en plus ou en moins de la moyenne, selon l'âge de l'individu, son alimentation, c'est-à-dire sa vigueur et son entraînement.

Le nombre de tours que l'ouvrier imprime à la manivelle par unité de temps (comme pour tous les mouvements qu'il effectue avec les outils : marteaux, rabots, bêches, houes, fléaux, etc.) est en rapport avec ses mouvements respiratoires et les battements du cœur. Quand on n'observe pas cette concordance physiologique, l'essoufflement survient, la fatigue se manifeste rapidement et le moteur se ruine; il en est de même pour les animaux de travail.

J'ai vérifié cette concordance à plusieurs reprises, avec deux contacts électriques inscrivant sur le même diagramme, l'un les modifications de la capacité thoracique de l'ouvrier, l'autre le nombre de ses mouvements (tours de manivelle, coups de marteau, de lime, de scie, de pédale, etc.).

Le nombre des mouvements respiratoires varie peu d'un ouvrier à un autre; il semble que la moyenne générale soit voisine de 16 par minute. Avec ce chiffre, la manivelle fait ainsi, par minute, au moins 16 tours (cas des treuils), ou des multiples de 16, c'est-à-dire 32 et 40 tours lorsque la puissance fournie dépasse 10 à 12 kgm:s; pour des puissances plus faibles, on atteint 48, 56 et même 64 tours par minute.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La durée utile de travail s'abaisse à 40 minutes par heure lorsque l'homme doit fournir plus de 8 à 10 kgm:s; pour la plupart de nos machines agricoles on constate une durée utile de 45 minutes de travail, effectuée par portions de 15 minutes séparées par un repos de 5 minutes (par suite de la fatigue de leurs muscles, les moteurs animés ont toujours besoin de couper leurs périodes de travail par un repos plus ou moins long).

Quand l'on ne demande que 3 kgm:s, et moins (les trieurs à alvéoles nécessitent 2 à 3 kgm:s, les tarares de 3 à 5, etc.), l'homme peut travailler utilement pendant 50 minutes par heure, en deux ou trois périodes, étant obligé de se reposer un instant, non pas à cause de la puissance qu'il fournit, mais par suite de la fatigue due aux mouvements précipités et répétés souvent jusqu'à 56 et 64 fois par minute.

La durée utile du travail par jour de nos ouvriers ruraux est d'au moins 400 minutes. Mais il est aujourd'hui très rare de faire tourner toute la journée un homme à la manivelle, et, dans ce cas, il est bien moins coûteux de le remplacer par un manège ou un petit moteur inanimé.

Dans quelques-unes de mes recherches antérieures, j'ai comparé, au travail courant, la puissance et la vitesse maxima des mêmes hommes agissant sur une manivelle en travail forcé soutenu pendant 5 minutes.

Dans ces conditions, la puissance maxima fournie par seconde était généralement 3 fois plus élevée qu'en travail pratique courant effectué à la tâche (coefficient de réduction 0,33) et le nombre de tours de manivelle par minute était d'environ 1,5 fois plus élevé qu'en travail pratique courant effectué à la tâche (coefficient de réduction 0,66).

J'ai eu l'occasion de procéder récemment à une grande expérience dans les conditions suivantes :

En adoptant le projet de M. J. H. Ricard, Ingénieur-agronome, ancien ministre de l'Agriculture, M. Henry Simond, directeur du journal *l'Écho de Paris*, avait décidé d'ouvrir dans toute la France un grand concours dit de *Championnat national d'Athlétisme agricole* qu'il dota de plus de 400.000 fr de prix en espèces, afin « de provoquer autour de l'agriculteur perdu dans la campagne, cette atmosphère de chaude sympathie que lui doit la Société à laquelle il fournit la subsistance quotidienne ».

Un Comité central fut constitué et la *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale* y envoya deux délégués désignés par son Comité d'Agriculture : notre regretté collègue Henri Petit, décédé récemment, et l'auteur de cette note.

Le Championnat national d'Athlétisme agricole devait récompenser l'ouvrier rural joignant à l'habileté professionnelle, la force musculaire. Des comités locaux furent constitués et organisèrent des concours successifs de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

labourage, de conduite d'attelage, de transport de sacs et de chargement de voitures; les meilleurs concurrents locaux furent réunis par des comités départementaux qui, après sélection, désignèrent leur champion devant venir à Paris, aux frais de *l'Écho de Paris*, pour participer à diverses épreuves permettant le classement final, le premier classé recevant 25.000 fr.

Je me suis chargé gratuitement de l'organisation scientifique des épreuves du concours final, comprenant un labour à la bêche, qui eut lieu le 20 mars 1926 à Bourg-la-Reine, sur le domaine de M. Nomblot, secrétaire de l'Office agricole départemental de la Seine et de la Société nationale d'Horticulture de France, et, au gymnase municipal de l'avenue Jean-Jaurès, à Paris, le 21 mars 1926, où les concurrents subirent les épreuves de transport de sacs d'engrais, de mélange d'engrais fournis gracieusement par les Établissements Kuhlmann (dont les ouvriers sont si souvent lauréats de notre Société) et de travail à la manivelle.

Je laisse de côté les trois premières épreuves où il fallait au concurrent développer une habileté professionnelle, mais je ne puis m'empêcher de citer qu'au concours tenu le 24 janvier 1926 au Moulin de Verneuil-l'Étang par le Comité départemental de Seine-et-Marne, le lauréat enlevait et transportait sous son bras les sacs de blé pesant 100 kg, et cela pour les 30 sacs dont la manipulation était imposée dans l'épreuve. En considérant ce résultat, on ne peut s'empêcher de penser aux citadins qui s'extasient dans un stade, ou une baraque de fête publique, devant un professionnel qui arrache de terre un poids voisin de 100 kg. J'ajoute, à titre de comparaison, que le record des professionnels de sports, pour l'arraché d'un bras, sans aucun transport horizontal, est de 102 kg, et de 126,5 kg avec les deux bras. Le maximum de charge légèrement soulevée de terre est de 190 kg avec un bras et 271,5 kg agissant avec les deux bras.

Dans toutes les épreuves finales de Bourg-la-Reine et de Paris, il fut relevé, pour chacune d'elles de 200 à 600 constatations; ce travail a été effectué avec le concours de mon collaborateur, M. Gilbert Passelègue, Chef de travaux à la Station d'Essais de Machines, et vingt de mes élèves de l'Institut national agronomique.

Je limite volontairement cette note à l'épreuve du travail à la manivelle, dans laquelle n'intervient que la puissance musculaire des concurrents.

Sur les 39 champions départementaux réunis à Paris pour les épreuves finales, il n'y a à en retenir que 37, deux devant être éliminés par suite de leur âge (l'un avait 60 ans); ils représentaient les meilleurs et les plus forts ouvriers agricoles des départements dont on trouvera la liste dans le tableau de la page 749.

Après plusieurs tentatives pour fixer le type de la machine devant servir

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à mesurer la puissance des concurrents, je me suis arrêté à une batteuse à manège, mue par manivelle et tournant à vide.

Six machines neuves nous furent prêtées par la maison Garnier et Cie, de Redon (Ille-et-Vilaine). Chaque machine fut préalablement expérimentée pendant deux jours à la Station d'Essais de Machines, et cela à différentes vitesses de l'arbre recevant la manivelle jusqu'à ce que sa résistance restât constante pour chaque vitesse. Chaque machine était munie d'un compteur de tours observé par un de mes élèves de l'Institut agronomique; cela permit d'avoir rapidement la puissance que chaque concurrent développait pendant 5 minutes, qu'un calcul simple ramenait à la seconde. Pour chaque machine, cette puissance variait avec le nombre de tours de la manivelle par minute, suivant les mesures dynamométriques préalables.

Les 37 concurrents, qui ont tous donné des résultats remarquables, comprennent : 14 ayant moins de 25 ans,
11 — de 25 à 30 ans,
12 — plus de 30 ans.

La taille et le poids des concurrents furent relevés à Bourg-la-Reine; ils avaient alors des sabots ou de gros souliers ferrés pour l'épreuve du labour à la bêche, et le poids total des vêtements fut évalué à 5 kg pour tous les concurrents; leur poids net est indiqué dans le tableau suivant, dans lequel je donne les chiffres constatés aux épreuves d'une durée de 5 minutes à la manivelle, et ceux qu'on peut en déduire en travail pratique, payé à la tâche, en appliquant les coefficients de réduction (0,33 et 0,66) dont il a été parlé plus haut; j'y ajoute l'âge, la taille et le poids des concurrents, ainsi que le rapport du poids à la taille $\left(\frac{P}{T} = K\right)$ et le département représenté par le champion.

Deux concurrents (Ariège et Corrèze) ont fourni pendant 5 minutes une puissance de 56,6 et 51,9 kgm : s représentant en travail pratique à la tâche, avec le coefficient de 0,33, une puissance de 18,6 et 17,1 kgm : s.

En ne considérant que la puissance en travail pratique payé à la tâche, en kilogrammètres par seconde, on trouve :

de 18,6 à 17,1	donné par	2	concurrents
— 16,5 à 14,0	—	10	—
— 13,7 à 12,0	—	16	—
— 11,2 à 10,2	donné par	3	concurrents
— 9,8 à 8,4	—	6	—

Ainsi, le plus grand nombre des concurrents pouvait fournir 12 kgm : s que j'indique comme représentant, d'après mes observations antérieures, la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NUMÉRO DU CLASSEMENT	RÉSULTATS CONSTATÉS AUX ÉPREUVES		EN TRAVAIL PRATIQUE (à la tâche).		INDICATIONS RELATIVES AU CONCURRENT				
	Kilogrammètres développés par seconde pendant 5 minutes.	Nombre de tours de manivelle par minute.	Kilogrammètres par seconde.	Nombre de tours de manivelle par minute.	Age.	Taille T (mètres).	Poids net P (kilogrammes).	Rapport du poids à la taille $\frac{P}{T}$	Département du concurrent.
1	56,6	49,7	18,6	32,8	25	1,70	67	39,41	Ariège.
2	51,9	47,7	17,1	31,4	26	1,695	70	41,29	Corrèze.
3	50,0	52,9	16,5	34,9	24	1,82	78	42,85	Seine-et-Oise.
4	47,0	49,6	15,5	32,7	26	1,83	82	44,80	Seine-et-Marne.
5	46,3	45,0	15,2	29,7	36	1,775	61	34,36	Basses-Pyrénées.
6	45,5	44,7	15,0	29,5	39	1,715	76	44,31	Haute-Vienne.
7	45.0	44,5	14,8	29,3	23	1,68	60	35,71	Haute-Marne.
8	44,0	49,8	14,5	32,8	38	1,79	80	44,69	Aveyron.
9	43,9	47,7	14,4	31,4	41	1,735	66	38,04	Côte-d'Or.
10	43,9	48,2	14,4	31,8	23	1,70	71	41,76	Eure-et-Loir.
11	43,4	39,6	14,3	26,1	25	1,745	65	37,24	Haute-Loire.
12	42,6	46,9	14,0	30,9	23	1,80	81	45,00	Maine-et-Loire.
13	41,8	47,1	13,7	31,0	27	1,83	87	47,54	Rhône.
14	41,5	49,8	13,6	32,8	17	1,685	69	40,81	Eure.
15	40,9	48,6	13,4	32,0	27	1,80	72	40,00	Finistère.
16	40.4	48,4	13,3	31,9	23	1.81	78	43,09	Puy-de-Dôme.
17	40,0	48,2	13,2	31,8	23	1,78	87	48,87	Morbihan.
18	39,6	47,5	13,0	31,3	22	1,66	58	34,93	Tarn.
19	39,5	41,1	13,0	27,1	27	1,74	72	41,37	Sarthe.
20	38,8	45,7	12,8	30,1	22	1,75	77	44.00	Côtes-du-Nord.
21	38,6	48,2	12,7	31,8	38	1,66	62	37,34	Corse.
22	38,5	46,8	12,7	30,8	40	1,67	63	37,72	Seine-Inférieure.
23	38,4	47,3	12,6	31,2	25	1,71	62	36,25	Haute-Garonne.
24	38,1	40,4	12,5	26,6	27	1,56	50	32,05	Ille-et-Vilaine.
25	38,1	47,9	12,5	31,6	24	1,72	72	41,86	Lozère.
26	37,4	45,0	12,3	29,7	31	1,695	64	37,75	Pas-de-Calais.
27	37,0	47,3	12,2	31,2	31	1,67	63	37,72	Aube.
28	36,5	45,9	12,0	30,2	22	1,63	60	36,80	Indre-et-Loire.
29	34,0	43,3	11,2	28,5	24	1,68	69	41,07	Vosges.
30	33,0	45,0	10,8	29,7	33	1,775	73	41,12	Seine.
31	31,0	43,0	10,2	28,3	24	1,675	57	34,02	Gironde.
32	29,9	41,1	9,8	27,1	57	1,585	58	36,58	Cher.
33	29,9	41,1	9,8	27,1	24	1,61	58	36,02	Manche.
34	29,5	42,3	9,8	27,9	30	1,70	81	47,64	Dordogne.
35	27,2	41,2	8,9	27,1	26	1,745	81	46,41	Oise.
36	27,1	41,2	8,9	27,1	38	1,72	59	34,30	Loire.
37	25,5	38,7	8,4	2,5	38	1,785	62	34,73	Tarn-et Garonne.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

puissance maximum fournie par l'ouvrier rural travaillant à la tâche à la manivelle. Comme les variations peuvent être d'un cinquième en plus ou en moins, d'un ouvrier à un autre suivant son âge, sa vigueur et son entraînement, les 12 kgm : s précédents deviennent 14,4 et 9,6, nombres correspondants encore à un grand nombre de concurrents.

La moyenne des dix premiers classés donne une puissance de 15,8 kgm : s en travail pratique, et la moyenne des dix derniers 10,1 kgm : s.

Le nombre de tours de manivelle par minute a relativement moins varié pendant l'épreuve. Les moyennes par catégories correspondantes aux précédentes sont de :

48,7	tours par minute	par les	2	premiers concurrents
46,8	—	—	10	concurrents
46,5	—	—	16	—
43,7	—	—	3	—
40,9	—	—	6	—

La moyenne générale des 37 concurrents (45,3 tours par minute) donne en travail pratique exécuté à la tâche 29,89 tours par minute, soit, pratiquement, 30 tours.

Le rayon des manivelles étant de 0,325 m, la vitesse à la circonférence, en travail pratique, est de 0,77 m : s. Pendant les 5 minutes de l'épreuve le nombre de tours de la manivelle par minute diminua, en moyenne générale, de 46,9 pendant la première minute, à 45,9 pendant la seconde, puis 44,7, 45,0 et 44,0 pendant la cinquième minute.

On constate une légère influence de la taille et du poids des 4 et des 10 premiers classés relativement aux 4 et aux 10 derniers classés dans l'ordre de la puissance fournie; les plus grands et les plus lourds sont certainement plus forts que les autres ouvriers, mais ce n'est pas une règle générale.

J'avais l'espoir de trouver une relation entre la puissance fournie et la taille et le poids, ou avec le rapport du poids à la taille de l'homme; cela ne s'est pas réalisé et l'expérience directe seule peut fixer sur le travail mécanique qu'un ouvrier est capable de développer.

En résumé, on peut tabler pratiquement sur les puissances suivantes que nos ouvriers ruraux peuvent fournir à la manivelle : 6 à 8 kgm : s lorsqu'ils sont payés à la journée, et 9 à 12 kgm : s lorsqu'ils sont payés à la tâche.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LA COLLABORATION DES PATRONS ET DES OUVRIERS AUX ÉTATS-UNIS

et ses conséquences économiques

par

M. CH. DE FRÉMINVILLE,
secrétaire général de la Société d'Encouragement,

accompagné des rapports in extenso des syndicalistes britanniques composant la mission organisée par le « DAILY MAIL » (mars-avril 1926)

Le premier ministre de Grande-Bretagne, parlant à Sunderland, le 27 janvier 1926, devant 10.000 personnes, disait : « Je suis persuadé que le plus grand service qu'un leader de syndicat, quel qu'il soit, puisse rendre à la cause qu'il représente, serait de faire procéder à une étude approfondie des méthodes grâce auxquelles l'ouvrier américain peut jouir d'une vie plus agréable que celle de l'ouvrier d'aucun autre pays, produire plus, et, en même temps, toucher un salaire beaucoup plus élevé ».

C'est à la suite de cette déclaration que fut organisé, par le *Daily Mail*, le tour de 8.000 km à travers les régions les plus industrielles des États-Unis [1]

(1) Le *Daily Mail* fit paraître son invitation le 12 février 1926, spécifiant que les membres de la Mission se feraient leur opinion en toute liberté sur ce qu'ils verraient ou entendraient aux États-Unis. Les hôtes du *Daily Mail* devaient être des syndicalistes ouvriers de bonne santé et de plus de trente ans, travaillant effectivement dans les usines.

Le *Daily Mail* faisait les frais de la Mission dans les conditions suivantes : 1° il pourvoyait à toutes les dépenses de voyage et d'hôtel; 2° il remettait à la femme, chaque semaine, les salaires complets, à la journée ou aux pièces, avec versement des assurances hebdomadaires obligatoires; 3° il assurait une allocation de 20 livres pour équipement; 4° il assurait également une allocation personnelle de 3 livres par semaine; 5° il souscrivait une assurance, vie et accident, de 1.000 livres pour la durée de la Mission.

M. William Mosses O. B. E., J. P., technicien distingué, bien connu des milieux syndicalistes américains, fut invité à faire partie du voyage en qualité de conseiller industriel.

La Mission se composait des membres suivants :

Constructions métalliques : M. E. H. Gill, membre de l'United Society of Boiler Makers and Iron and Steel Shipbuilders (Union des Chaudronniers et Constructeurs de Navires en fer) employé par la maison Head Wright Son and C° Ltd, Stockton on Tees;

Ouvriers sur machines : M. S. Ratcliff, J. P., chairman de comité d'atelier, membre de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui a permis aux syndicalistes britanniques de se rendre compte, dans des conditions telles que le moindre doute ne pouvait subsister dans leur esprit, qu'en effet, le sort de l'ouvrier américain est enviable, et que la prospérité actuelle de l'industrie des État-Unis résulte, dans une grande mesure, de relations entre patrons et ouvriers absolument différentes de celles qui existent dans les usines de la Grande-Bretagne. Ces relations reposent du reste sur une conception relativement nouvelle des intérêts du patron et des intérêts de l'ouvrier. Comment cette conception a-t-elle pris naissance?

La formation d'une nouvelle mentalité. — « Étudiez avec une méthode et une précision scientifiques les opérations de l'industrie », disait en substance Taylor dans ses *Principes d'organisation*, « vous reconnaîtrez que leur rendement est extrêmement faible et pourrait être augmenté dans une énorme proportion sans difficulté ».

« Il suffirait pour cela que le patron s'acquitte réellement des devoirs de préparation et de coordination qui lui incombent, et que l'ouvrier n'y fasse pas d'opposition. Quand l'un et l'autre se préoccupent avant tout d'augmenter les bénéfices et non pas de marchander à son associé la part qui lui revient, tous les deux y trouvent un grand avantage [2]. »

« Ce n'est du reste pas dans l'augmentation de salaire que réside le plus

l'Amalgamated Engineering Union, employé par la Metropolitan Vickers Electrical C° Ltd, Trafford Park, Manchester;

Modeleurs : M. T. Murray, membre de l'United Patternmakers Association, employé par G. and J. Weir Ltd, Glasgow;

Ajusteurs : M. W. Wareing, membre de l'Amalgamated Engineering Union, employé par l'English Electric C° Ltd, Preston;

Fondeurs en fer : M. J. T. Kay, membre de la National Union of Foundry Workers, employé par la Parkinson Stove C° Ltd, Birmingham;

Tourneurs : M. C. Wilkinson, membre de l'Amalgamated Engineering Union, employé par Priestman Bros, Ltd, Hull;

Forgerons : M. A. Browning, membre de l'Associated Blacksmith Forge and Smithy Workers' Society, employé par la North British Locomotive C° Ltd., Glasgow;

Tourneurs et ajusteurs d'outillage : M. A. Wildman, membre de l'Amalgamated Engineering Union, employé par Harland and Wolf Ltd, Southampton.

Un petit volume édité par le *Daily Mail*, et vendu à Londres 2 pence, *Trade Union Mission to the United States*, *Full story of the tour and members Reports*, donne dans le plus grand détail tout ce qui concerne la mission. C'est de cet ouvrage, dont M. L. A. Legros, membre correspondant de la Société d'Encouragement, à Londres, a bien voulu nous faire parvenir un exemplaire, qu'a été tiré tout ce qui, dans cette note, concerne la Mission. Les constatations des membres sont confirmées en tous points par les documents reçus d'autre part des États-Unis et cités dans mon article de la *Revue de Métallurgie* d'avril et mai 1926 : *Évolution de l'organisasion scientifique du travail.*

(2) Il est inutile d'insister sur ce que toutes les fois qu'on a voulu augmenter la production en se contentant d'augmenter les salaires sans procéder à une préparation convenable, on a couru à des échecs plus ou moins retentissants.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

grand intérêt de cette attitude, mais bien dans le fait que l'ouvrier est amené à considérer le patron comme son meilleur ami et non comme son ennemi [3]. »

Et Taylor disait formellement dans sa déposition devant la Commission parlementaire, à Washington, en janvier 1912 : « Cette nouvelle attitude, cette nouvelle mentalité, est l'essence même du *scientific management.* »

Lutteur acharné, Taylor voulait convaincre tous les milieux. Il s'attira bien des railleries de la part du public; il fut accueilli froidement par les patrons; mais du côté des ouvriers, il eut à soutenir la plus vive opposition, une opposition à la hauteur d'un homme tel que lui. C'était la lutte de la restriction de la production contre le développement de la production. D'un côté, la conviction, reconnue très sincère par Taylor lui-même, que le chômage, et par conséquent la misère, que l'ouvrier avait dû subir périodiquement, ne pouvait être évité qu'en limitant la production; de l'autre côté, l'affirmation contraire, soutenue hardiment en s'appuyant sur des principes économiques d'apparence très audacieuse, qu'on n'avait pas encore entendu formuler. Taylor démontrait que le plus bas prix de revient est parfaitement compatible avec le salaire le plus élevé, puis, que le haut salaire de l'ouvrier, obtenu dans ces conditions, augmentant la puissance d'achat de ce dernier, créait pour l'industrie un marché énorme, en face duquel la surproduction n'était pas à craindre.

L'énoncé de ces deux principes faisait ressortir que les intérêts des ouvriers étaient intimement liés à ceux du patron.

Après avoir consacré sa vie à exposer ses idées, à leur donner la plus grande publicité possible, sans avoir réussi à les faire pénétrer autant qu'il l'aurait voulu, Taylor paraissait encore compter pour les faire comprendre, sur la leçon de choses, l'enseignement par exemple, l'enseignement mutuel. Et on ne peut s'empêcher de penser que c'est surtout par cette voie qu'elles se sont répandues, car bien des personnes aux État-Unis ne paraissent pas se douter que les méthodes qu'elles emploient sont celles dont Taylor a été le premier à signaler l'importance en insistant sur les conséquences économiques qui en découleraient.

En tous cas, un état de choses complètement nouveau a succédé à celui que Taylor rencontrait en prenant contact avec l'industrie. Les patrons ont compris qu'une production infiniment supérieure à celle d'autrefois était

(3) Déposition de Taylor devant la Commission spéciale parlementaire (Washington, janvier 1912) reproduite *in extenso* dans le Bulletin de la Taylor Society, juin-août 1926.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

possible; qu'il fallait pour l'obtenir préparer le travail dans tous ses détails; éviter à l'ouvrier tout effort et toute fatigue inutile, et payer ce dernier largement, en proportion du résultat obtenu, pour qu'il s'intéresse à l'application de toutes les mesures de nature à augmenter la production; traiter l'ouvrier en collaborateur, en associé, ne négligeant rien de ce qui peut lui donner la conviction que c'est bien sur ce pied que les relations sont établies, et enfin, le développer en améliorant ses conditions d'existence, sa « respectabilité ».

Abordé de cette façon, l'ouvrier s'est assez facilement prêté à l'emploi des nouvelles méthodes. Les syndicats eux-mêmes, renonçant à la lutte, se sont laissé entraîner dans le mouvement général.

Mais, le nouvel accord repose surtout sur cette constatation, que Taylor faisait volontiers, que l'ensemble des ouvriers constitue l'énorme majorité des consommateurs, le marché même de l'industrie, et que ce marché est d'autant meilleur que la puissance d'achat de l'ouvrier est plus grande, c'est-à-dire que les salaires sont plus élevés, et que les produits de l'industrie peuvent être offerts à des prix plus bas. Le patron qui n'épargne ni outillage, ni salaires, ni avantages de toutes sortes accordés aux ouvriers, sait qu'il obtiendra une production élevée et économique et qu'il peut être certain de faire des affaires brillantes [4].

(4) Dès 1911, M. H. Le Chatelier avait une vision très nette de l'évolution que les principes de Taylor feraient subir à l'industrie, car il terminait sa préface des *Principes d'organisation scientifique* de F. W. Taylor par ce qui suit :

... « Les fabricants d'acier et les ingénieurs sont en lutte incessante avec leurs clients, les compagnies de chemins de fer; ils ne s'entendent pas facilement sur les prix de vente, sur les cahiers des charges, ni sur les questions commerciales où leurs intérêts sont opposés. Cela ne les empêche pas de reconnaître qu'ils ont un égal profit à voir améliorer les qualités de l'acier et ils se réunissent dans les congrès techniques pour discuter en commun ces questions. Ils fraternisent volontiers sur un terrain où leurs intérêts économiques sont identiques. Ouvriers et patrons pourraient en faire autant.

« Dans un avenir plus ou moins lointain, toutes ces vérités élémentaires arriveront certainement à être reconnues. Ce jour-là, les ouvriers ne se mettront plus en grève à l'occasion de l'introduction de machines nouvelles dans leurs ateliers; ils le feront plutôt lorsque leurs patrons, trop lents à suivre le progrès industriel, ne leur permettront pas d'augmenter assez rapidement leur production et de mieux gagner ainsi leur vie, sans oublier pour cela d'exiger un partage équitable des bénéfices du travail fait en commun.

« L'organisation scientifique du travail dans les usines proposée par E. Taylor est une réalisation des idées essentielles rappelées ici : il demande aux chefs d'industrie d'employer leur science à multiplier la capacité de production de leurs ouvriers et à ceux-ci, il offre comme rémunération de leur rendement supérieur une majoration importante des salaires, sans parler de la valeur plus grande donnée à l'argent par l'abaissement du prix de vente des objets fabriqués avec un moindre prix de revient.

« Mais pour atteindre ce résultat, il faut auparavant généraliser la croyance au déterminisme économique, faire accepter la loi de l'enrichissement par l'accroissement de la production. C'est maintenant la bataille à gagner. Les sciences physiques ont décuplé dans le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Taylor est certainement l'un des hommes qui ont été le plus mal compris de leur vivant. On lui a constamment attribué les pratiques de l'industrie américaine contre lesquelles il luttait avec le plus d'énergie. On a, entre autres choses, accolé à ses méthodes cette réponse terrible faite par un Américain à un Européen qui, visitant des usines américaines où il ne voyait que surmenage, demandait ce que devenaient les vieux ouvriers américains : « Allumons un cigare, et nous irons en nous promenant, jusqu'au cimetière. » Aujourd'hui, comme il y a trente ans, les ouvriers américains finissent certainement par y aller, comme les autres, mais ce n'est pas sans avoir pu jouir d'un peu de repos, repos qu'ils ont attendu avec confiance pendant leur vie de travail et qu'ils doivent à l'éclosion de cette nouvelle mentalité dont Taylor a été le pionnier.

Ce sont encore des Européens qui ont été recueillir les témoignages les plus probants de la situation nouvelle de l'ouvrier américain. Ils venaient de la Grande-Bretagne, en proie à une crise industrielle d'une gravité exceptionnelle, dont les anciennes formules de la lutte de classes ; du contrat collectif ; des démarcations jalouses entre ouvriers ; de la restriction de la production ne peuvent donner la solution. Ouvriers syndiqués eux-mêmes, ils ont constaté que l'ouvrier américain jouissait d'une vie plus agréable que celle de l'ouvrier d'aucun autre pays, aussi bien en ce qui concerne les conditions de travail à l'atelier que les conditions de l'existence en dehors de l'atelier.

Le témoignage de ces ouvriers présente toutes les garanties désirables et ne peut être mis en doute. Il est exposé dans les rapports individuels que nous donnons ci-après tout au long. On y trouvera, à côté des constatations de l'ouvrier, l'appréciation résultant de son point de vue particulier et du désir de pouvoir partager le plus vite possible le sort de l'ouvrier américain : gagner un gros salaire, avoir la vie à bon marché, toutes sortes d'avantages améliorant son existence familiale, et enfin la possibilité de faire des économies, tout en étant l'objet de beaucoup d'égards.

Aussi, l'ouvrier anglais pose-t-il cette question : sont-ce les hauts salaires qui ont produit la prospérité, ou la prospérité qui a rendu possibles les hauts salaires ?

passé la richesse du monde : les sciences économiques renouvelleront demain le même prodige. »

Miribel-les-Échelles, 8 septembre 1911.

Beaucoup de ceux-mêmes qui, dès le début, ont reconnu l'exactitude et l'importance des principes de Taylor, ont certainement pensé qu'ils ne verraient jamais la réalisation d'une pareille vision, et cependant, il n'a pas fallu un grand nombre d'années pour que les vérités élémentaires auxquelles M. H. Le Chatelier faisait allusion, fussent admises et mises en pratique, aux États-Unis du moins.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tous les témoignages s'accordent pour affirmer que les hauts salaires ont précédé la grande prospérité, dans l'industrie mécanique tout au moins, mais il est permis de trouver qu'on n'insiste pas assez sur le rôle de la préparation du travail, assurant l'efficacité de l'intervention de l'ouvrier, sans laquelle il n'est pas de haut salaire possible. Cette préparation constitue le véritable point de départ du mouvement actuel.

Les patrons exposent du reste le but qu'ils poursuivent d'une façon bien simple, et telle qu'on peut les croire facilement. Ils disent qu'ils veulent uniquement « gagner le plus d'argent possible », et ils ajoutent que tout ce qu'ils font pour l'ouvrier n'a pas d'autre but que de leur faire gagner encore plus d'argent, et plus sûrement. Ils ont la plus grande confiance dans cette formule et ne paraissent pas redouter de crise grave, bien que, pour faciliter les affaires et développer encore le marché, ils fassent appel dans une grande mesure aux ventes à crédit avec paiements échelonnés. Ils estiment d'ailleurs qu'ils feraient plus facilement face à la crise, si elle se produisait, avec un personnel possédant des économies importantes.

Pour montrer l'intérêt qui s'attache à la lecture des rapports des ouvriers, dont nous donnons plus loin le texte complet, nous pensons qu'il ne sera pas inutile d'énumérer succinctement les constatations qu'ils contiennent. Ces constatations portent sur les points suivants :

Conditions de travail. — Le travail est exécuté, en vue d'une production très élevée, par les procédés les mieux appropriés, avec l'outillage le plus perfectionné, ou les meilleures installations connues pour assurer la meilleure utilisation de la main-d'œuvre, en évitant tout effort inutile. Cet outillage coûteux est sans cesse en évolution — jamais définitif — on l'étudie constamment pour le perfectionner et dès qu'on a trouvé une meilleure machine, on met celle dont on se servait à la ferraille.

L'ouvrier est placé dans les conditions les plus favorables au point de vue de l'hygiène; on veille avec le plus grand soin à le mettre à l'abri des accidents; les services médicaux, postes de secours, etc., sont admirablement organisés; des cantines, cafeterias, etc., permettent de se procurer dans l'usine, d'excellents repas aux prix les plus modiques.

Le travail est toujours rétribué en proportion du résultat atteint, à un taux très élevé, bien que les conditions mêmes dans lesquelles l'ouvrier travaille soient très onéreuses pour le patron; aucune limite n'est assignée au gain que l'ouvrier peut faire, on lui donne l'impression que son travail étant payé très cher il n'en faut rien laisser perdre; on cherche à lui faire gagner, non pas un « salaire de subsistance » mais un « salaire d'économies ».

L'ouvrier est traité en collaborateur, et on est surpris de constater qu'il

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

prend autant d'intérêt que le patron au succès de l'affaire qui l'emploie, à ce que l'activité qu'il déploie soit aussi bien utilisée que possible en vue de la plus grande production qu'on puisse atteindre.

On attache la plus grande importance à la stabilité du personnel; l'ancienneté donne droit à un congé annuel payé.

Toute facilité est donnée à l'ouvrier pour placer ses économies dans l'affaire qui l'occupe, ou pour les employer à construire sa maison; pour qu'il contracte une assurance; pour qu'il se constitue une pension de retraite.

L'ouvrier est absolument libre d'user de ces facilités ou d'employer son argent autrement. Il n'est ni plus ni moins considéré ou favorisé pour l'avancement s'il en use que s'il n'en use pas.

Ces dispositions facilitant le travail de l'ouvrier et améliorant ses conditions d'existence sont plus facilement réalisées par les grandes compagnies que par les petites. Du reste, les grandes compagnies font 87,5 p. 100 des affaires des États-Unis. La formule de ces grandes affaires consiste dans un choix judicieux du champ d'activité et des ententes pour la standardisation et la spécialisation, permettant le travail en grande série, bien que, comme nous l'avons signalé plus haut, l'outillage soit sans cesse remanié et remplacé par un plus perfectionné en vue d'une plus grande production [5].

Les chefs, même les plus haut placés, connaissent par le détail toutes les opérations des fabrications de leurs usines et sont toujours prêts à les discuter avec les hommes chargés de leur exécution; ils sont toujours accessibles à l'ouvrier; ils se sont généralement élevés en sortant du rang et les jeunes gens qui ont reçu une instruction supérieure, passent par la filière commune.

Recrutement et formation. — L'ouvrier qui se présente à l'usine n'a généralement aucune formation professionnelle. Il est soumis à une visite médicale rigoureuse et employé dans les conditions les plus favorables, eu égard à sa constitution physique.

(5) Il est certain que le travail en énormes séries « mass production » permet d'obtenir le prix de revient le plus bas et que les grandes affaires qui le pratiquent peuvent plus facilement que les autres procurer à l'ouvrier une foule d'avantages auxquels celui-ci est très sensible. La constitution des « grandes affaires » ne rencontrant pas d'obstacle, celles-ci se développent dans une très grande mesure aux États-Unis. Il ne faut cependant pas en conclure que les grandes affaires ne fassent que de la production en masse comme Ford, — un grand nombre des usines visitées par les syndicalistes anglais ne sont pas dans ce cas, — ni même que l'organisation scientifique du travail ne s'applique qu'aux grandes affaires. Taylor s'attachait à démontrer qu'elle est encore bien plus utile pour les petites affaires, ne faisant pas de travail en série, et on doit se souvenir que l'exemple qu'il citait le plus volontiers était celui de l'usine de Tabor, n'employant que 90 ouvriers et exécutant les travaux les plus variés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les usines font tous leurs efforts pour permettre à l'ouvrier d'acquérir une plus grande habileté professionnelle, de passer dans la classe au-dessus de celle pour laquelle il s'est qualifié; des cours d'apprentissage ou de formation sont organisés par les usines et ont lieu pendant les heures de travail payées, mais l'ouvrier ne semble pas en profiter autant qu'il le devrait. Ford effrayé des conséquences que pouvait avoir la monotonie des travaux à grande répétition, ne comportant pour ainsi dire qu'un mouvement, a voulu instituer des mutations tous les trois mois. C'est le personnel qui s'y est opposé, enchanté de se livrer à un travail devenu instinctif, qu'il faisait « comme on respire », sans y penser. La direction a dû se contenter d'inviter les ouvriers qui désiraient changer de travail à le faire savoir pour qu'on leur en fournisse l'occasion dès quelle se présenterait. On constate du reste que, malgré sa monotonie, ce travail, accompagné d'un grand bien-être, ne produit aucunement un effet déprimant.

Il est également assez difficile de trouver des ouvriers qui consentent à se laisser former, bien qu'on leur offre la perspective d'un salaire beaucoup plus élevé, pour exécuter, non plus un seul geste machinal, mais une seule opération plus ou moins délicate demandant une réelle habileté, sans toutefois comporter la connaissance complète d'un métier, ce à quoi la plupart des hommes moyennement adroits arrivent assez vite.

L'ouvrier habile est l'objet d'attentions toutes particulières, et toutes les mesures sont prises pour qu'il ne fasse que les travaux où son habileté est bien utilisée, mais son recrutement est très difficile. D'une part, le système scolaire exigeant, dans certains états, que le jeune homme aille à l'école jusqu'à dix-huit ans, n'est pas favorable à l'apprentissage; d'autre part, la jeunesse est tentée par l'appât d'un gain facile qui lui suffit amplement.

La rareté des ouvriers habiles se fait d'autant plus sentir que ceux-ci sont indispensables pour les recherches et la mise au point continuelles d'inventions relatives aux produits ou aux procédés de fabrication, moyens de manutention, outillage, etc... On constate qu'une forte proportion des ouvriers de cette catégorie que l'on rencontre dans les ateliers américains viennent de l'étranger, généralement d'Ecosse ou d'Angleterre [6], et qu'ils se fixent d'autant plus volontiers aux États-Unis qu'ils gagnent assez pour pouvoir aller de temps en temps revoir leur pays natal. C'est une solution tout à fait insuffisante, car la Grande-Bretagne qui n'en forme pas, par suite de la mauvaise entente entre les patrons et les ouvriers, et des tiraillements entre ouvriers de différentes catégories, est elle-même exposée à en man-

(6) Après la guerre de 1870-71, on rencontrait un très grand nombre d'excellents ouvriers alsaciens dans les ateliers d'outillage des États-Unis.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quer. Du reste, si la Grande-Bretagne se ravise, elle saura bien garder pour elle ceux qu'elle formera [7].

L'esprit de collaboration et les syndicats ouvriers. — La plupart des usines américaines pratiquent le régime de la « porte ouverte » (the open shop), admettant indifféremment les syndiqués et les non syndiqués. C'est une attitude que les syndicats ont combattue avec la plus grande énergie avant d'être obligés de l'admettre.

Les syndicats américains, dans la mécanique surtout, ont relativement peu d'adhérents. Ils ne cherchent pas à obtenir des conditions uniformes en ce qui concerne la durée du travail, ni même le règlement du salaire. Ils ne donnent pas à l'ouvrier, comme cela a lieu dans d'autres pays, les avantages d'une société de secours mutuels, etc. Malgré tout, les syndicats ont une assez grande influence et leur attitude mérite d'être notée.

Depuis peu, les syndicats ont complètement renoncé à la politique de la restriction de la production, qu'ils ont opposée avec tant d'acharnement aux méthodes et aux idées de Taylor, et le secrétaire de l'American Federation of Labour, M. William Green, le successeur de Samuel Gompers, ne perd pas une occasion de proclamer la ferme résolution des syndicats de collaborer avec les patrons pour obtenir la production la plus élevée, éviter le gaspillage, etc., etc... M. William Green a renouvelé ces déclarations devant

(7) Cette question de l'apprentissage attire en ce moment d'une façon toute particulière l'attention des industriels des États-Unis et on constate un changement dans l'attitude des écoles où l'enfant entendait constamment rabaisser le travail de l'ouvrier. *Mechanical Engineering*, l'important organe de l'American Society of Mechanical Engineers, a fait paraître en tête de son numéro de septembre dernier un article très documenté sur cette question : « *Organisation de l'apprentissage par district* (The District apprenticeship system); exemple de collaboration heureuse pour la formation des apprentis dans un groupe de grandes et petites usines, chaque usine s'acquittant de la tâche qui lui incombe, par Harold Falk, Milwaukee, Wisconsin. »

De grandes usines, après avoir pendant longtemps formé des apprentis dont la plupart les quittaient pour les petites usines de la région, ont fini par s'en lasser et ont renoncé complètement à faire l'apprentissage. Il en est résulté une situation qui a attiré l'attention de ceux qui en souffraient, sur les dispositions prises par les industriels de l'État de Wisconsin, état qui s'est signalé depuis longtemps par la façon dont les intérêts généraux y sont envisagés (voir : *The Wisconsin idea* par Charles Mc Carthy; Mac Millan 1912), pour assurer la formation des apprentis dans les grandes et les petites usines. L'auteur de l'article voudrait voir les associations s'occupant d'apprentissage se grouper en un comité national, pour aider l'apprentissage à s'organiser dans tout le pays suivant la formule de Wisconsin.

Un autre effort très important est fait aussi pour la formation des ouvriers nécessaires à l'exploitation et l'entretien des automobiles des États-Unis, comportant une dépense annuelle de 3.000.000.000 dollars (soit environ 175.000.000.000 francs) tandis que la production des voitures n'entraîne qu'une dépense de 3.000.000.000 dollars (soit environ 105.000.000.000 francs) — (Bulletin du Federal Board of Education, May 1926).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les membres de la mission lors de la réception qu'il leur a faite, dans l'allocution que nous reproduisons plus loin.

L'un des points qui ont le plus frappé les syndicalistes anglais dans l'attitude des syndicalistes américains est l'absence de démarcations mesquines entre les différentes spécialités d'ouvriers, auxquelles les ouvriers britanniques sont si attachés. Peu importe qu'un ouvrier n'appartienne pas à la spécialité dans laquelle il est employé, qu'il soit blanc ou noir (ce dernier n'est jamais syndiqué) que ce soit un homme ou une femme (la main-d'œuvre féminine a été employée pour mettre des hommes à la raison). Peu importe qu'un ouvrier gagne deux ou trois fois plus que son voisin d'atelier faisant le même travail, mais n'atteignant pas la même production; s'il peut y arriver, tant mieux pour lui. Le point essentiel est que le prix ou le temps fixé pour un travail déterminé ne subisse jamais de réduction tant qu'il est fait usage du même procédé, et c'est une règle qui est scrupuleusement observée, même si on a commis une erreur manifeste en établissant les prix de travail.

Les patrons ne témoignent du reste aucune hostilité envers les syndicats, tant que ceux-ci ne cherchent pas à imposer aux ouvriers le contrat collectif, et ils reçoivent volontiers leurs délégués.

Tels sont les points principaux sur lesquels ont porté les constatations des ouvriers syndicalistes de Grande-Bretagne.

EN CONTACT AVEC L'AMERICAN FEDERATION OF LABOUR

La Mission arrivait à New York le 9 mars 1926. Bien des missions plus ou moins officielles de politiciens, de patrons, de représentants de syndicats, s'étaient déjà rendues aux États-Unis, mais c'était la première mission d'ouvriers qui entreprenait ce voyage.

Dès son arrivée, la mission se trouvait en contact avec l'American Federation of Labour avec l'avis et l'aide de laquelle elle arrêtait un itinéraire comprenant :

Schenectady, Buffalo, Niagara, Detroit, Flint, Chicago, Gary, Washington, Baltimore, Pittsburgh, Ambridge et Cincinnati, tournée d'environ 8.000 km, au cours de laquelle la mission a visité 42 établissements de différents genres avant de se rembarquer, le 10 avril.

La situation de l'industrie mécanique, dans les districts visités, était bonne, il n'y avait pas de chômage. Ceci ne datait pas de loin; car, quelques mois auparavant, il y avait, toute proportion gardée, autant de chômeurs aux États-Unis qu'en Grande-Bretagne. Cette amélioration soudaine devait

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

être attribuée à l'énorme développement de l'électricité et à la grande prospérité de l'industrie automobile. Beaucoup de personnes estiment que le point de saturation a été atteint pour cette dernière industrie mais les principaux intéressés ne paraissent pas en avoir peur.

Après un excellent accueil de M. Davis, ministre du Travail, et du vice-président Dawes, la mission fut reçue par M. William Green, président de l'American Federation of Labour, successeur de Samuel Gompers.

M. Green, chaudement applaudi, prit la parole :

« Nous désirons que vous puissiez voir ce que nous avons de mieux comme ce que nous avons de pire. Nous n'avons pas encore réussi à rendre l'Amérique parfaite. Bien des problèmes industriels demandent encore une solution urgente.

« Peu de temps après la guerre nos patrons ont fait une terrible chasse aux salaires élevés, en faveur de ce qu'ils appelaient « le plan américain ». Mais cette attaque n'a pas eu de succès.

« Le « Travail » américain s'en tient à des principes absolument fondamentaux. Nous cherchons à édifier notre salut industriel en insistant sur notre puissance économique. Je ne veux pas dire que nous n'attachions pas une grande importance à la prise en considération des questions politiques, mais nous mettons en avant, dans tout ce que nous entreprenons, le facteur économique.

« Nous cherchons ici à faire régner la collaboration et l'harmonie entre le patron et l'employé.

« Nous acceptons la situation existante et nous envisageons les faits tels qu'ils sont. Le système industriel actuel est un fait. Nous savons que ceux qui possèdent les usines et ceux qui travaillent dans ces usines sont les uns et les autres assujettis aux nécessités de l'industrie; que les joies de la vie pour l'ouvrier et un bénéfice raisonnable pour le patron doivent provenir également de l'exercice de l'industrie.

« Nous croyons que le succès de l'industrie doit résulter des salaires élevés et d'une grande production. Avec nos salaires élevés, nous avons réussi à obtenir la production la plus économique des produits manufacturés qui soit dans le monde entier.

« Le « Travail » attache ici la plus grande importance au rendement de l'ouvrier, à ce que ce dernier puisse développer sa productivité au maximum, sans surmenage d'aucun genre, et justifier ainsi son salaire élevé.

« En conséquence, nous collaborons avec les directions dans la lutte contre le gaspillage, parce que l'ouvrier est celui qui souffre le plus du gaspillage. Nous collaborons aussi avec les directions pour faire disparaître les doubles emplois dans l'utilisation des efforts et nous ne nous opposons

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pas à l'introduction de machines perfectionnées. Notre conviction est que, pour que la prospérité prenne le dessus, la puissance d'achat de l'ouvrier doit se tenir à la hauteur de l'augmentation de puissance de la production.

« La grande masse des travailleurs doit racheter les choses qu'elle produit. »

Pour conclure, M. Green exprima l'espoir que la Mission trouverait le temps de visiter l'atelier de locomotives de Baltimore, qui est, à son avis, l'idéal au point de vue de l'ouvrier, parce qu'on y a développé l'organisation la plus parfaite et la plus complète collaboration entre la direction et les ouvriers.

Toute facilité fut donnée aux membres de la mission pour se renseigner comme ils l'entendaient. On procédait d'abord à une visite générale de l'affaire, puis on laissait les membres se disperser pour étudier avec soin les opérations et les machines qui leur étaient le plus familières dans leur pays, et se renseigner auprès de l'ouvrier lui-même sur les conditions dans lesquelles il était employé.

On doit remarquer, cependant, que dans le cas de « mass production », cette manière de faire n'était pas possible et que les membres de la mission ont dû se contenter d'une inspection générale des différentes opérations.

Des invitations individuelles adressées aux ouvriers par leurs pareils leur permettaient aussi de passer quelques heures avec eux et de recueillir, en savourant la boisson nationale américaine — l'eau glacée — de précieux renseignements sur le statut social et industriel de l'ouvrier américain.

La rapidité avec laquelle la mission a procédé l'exposait forcément à des généralisations un peu hâtives, mais il ressort clairement de ce qu'elle a vu qu'il n'existe, pour les ouvriers américains, rien qui ressemble à un standard industriel reconnu, pas plus en ce qui concerne les heures de travail que les salaires, les conditions de travail ou les conditions d'existence. Sur tous ces points, il n'y a d'uniformité dans aucun district, dans aucune ville, ni même dans aucune entreprise importante.

RAPPORTS DES OUVRIERS COMPOSANT LA MISSION

M. ALEXANDER BROWNING, *forgeron*, *membre de l'Associated Blacksmiths Forge and Smithy Workers Society*

Dès leur arrivée aux États-Unis, les membres de la mission du *Daily Mail* reconnurent que les Américains désiraient faire au groupe un accueil bienveillant, non seulement le laisser glaner ce qu'il pourrait, mais aussi l'aider de tout son pouvoir à atteindre le but qu'il poursuivait.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En ce qui concerne les facteurs qui permettent d'obtenir des salaires plus élevés, la première chose qui me frappa fut : la merveilleuse organisation intérieure des ateliers et le désir, partout évident, de ménager l'effort humain.

Dans les usines où le travail à répétition standardisé est la règle, tout paraît se déplacer, excepté l'ouvrier.

Un meilleur esprit. — Ce qui attira ensuite mon attention fut l'accord surprenant avec lequel la direction et les employés s'intéressent également au succès de l'affaire. Que le travail soit fait avec un meilleur esprit est trop évident pour être mis en doute. Quelle révélation pour un ouvrier anglais, de voir régner dans un atelier employant 18.000 hommes, la plus amicale cordialité entre l'homme qui tient le gouvernail et l'homme qui est à l'étau ou au tour!

Salaires élevés d'après le résultat obtenu. — Le salaire proportionné au résultat obtenu paraît être la règle, partout où il peut être appliqué. La certitude qu'une fois le prix fixé, on ne peut invoquer pour le modifier qu'un changement de méthode, est certainement ce qui encourage le plus l'ouvrier à donner tout ce qu'il peut.

Le patron américain paraît ignorer le sentiment qui fait désirer que l'employé ne gagne que « juste ce qu'il lui faut pour vivre ». Il reconnaît que, étant donné un arrangement qui rapporte, plus l'employé gagne et plus le patron y trouve son avantage. La foi dans le bien-fondé de cette politique a été affirmée pour ainsi dire partout, et en particulier par M. Eleveth, directeur de la General Electric Co à Schenectady, et M. Wilson, directeur de la Westinghouse Cº à Pittsburgh.

Ici, deux questions se posent naturellement :

1° Les salaires élevés, actuellement de règle aux États-Unis, sont-ils la cause de la prospérité actuelle ou son effet?

2° La production élevée a-t-elle succédé aux salaires élevés ou *vice versa*?

Ces questions ont été posées toutes les fois qu'elles avaient des chances d'obtenir une réponse claire. Elles ont été posées à M. J. J. Davis, le ministre du Travail des État-Unis, à Washington, à M. W. Green, président de l'American Federation of Labour, et aux membres du Conseil exécutif; à des patrons, et, d'un bout à l'autre, aux ouvriers dans les ateliers.

Bien qu'en aucun cas nous n'ayons fait état d'une réponse émanant d'une source insuffisamment qualifiée, l'opinion générale était nettement que la politique des hauts salaires a précédé la production plus importante et plus économique, et par conséquent la consommation et la prospérité plus grandes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Réduirait-on les salaires en temps de crise? — Mais ne toucherait-on pas aux salaires en cas de dépression dans les affaires? Tous les patrons auxquels nous avons posé cette question ont été affirmatifs pour répudier l'idée qu'une réduction des salaires dans de pareilles circonstances pourrait soit arrêter la dépression, soit faire renaître la prospérité. Le chef d'une compagnie a été jusqu'à déclarer : « Dans le cas d'une dépression industrielle, nous n'aurions même pas l'idée d'essayer de faire des économies sur les salaires. Nous ferions une révision de nos procédés de fabrication pour voir d'abord quelles sont les économies importantes qu'on pourrait faire de ce côté. »

La compétence des patrons. — Un autre caractère des ateliers américains, dans la mécanique, est la parfaite connaissance qu'ont ceux qui font partie de la direction d'une industrie, du côté pratique de leur affaire. Les membres de la mission s'entretenaient continuellement entre eux de ce que les directeurs ou ingénieurs en chef de grandes affaires pouvaient expliquer en détail, non seulement chacune des machines qui se trouvaient dans leurs ateliers, mais encore chacune des opérations auxquelles ces machines étaient employées. Ceci s'explique parce qu'en Amérique un homme ne peut pas atteindre les postes les plus élevés tant qu' « il n'a pas passé par le laminoir », comme ils disent.

Un cas remarquable de ce qui précède a été noté à Cincinnati, où un homme relativement jeune, à la tête d'une affaire qui employait plusieurs milliers d'hommes, nous conduisant dans les ateliers, faisait tout en allant, une série de conférences intéressantes sur les nombreuses machines et opérations que nous rencontrions.

La porte ouverte (*the open shop*). — Maintenant, je dois le dire, et comme trade unioniste, je regrette d'être obligé de le dire; le trade unionisme dans la mécanique en Amérique n'existe, pratiquement, dans aucun des centres industriels que nous avons visités. La lutte s'est engagée entre la politique de « la porte ouverte » et le « trade unionisme », et pour le moment, c'est la porte ouverte qui a gagné. Que cette situation puisse ou non se maintenir dépendra, je pense, de la possibilité de maintenir le taux élevé actuel des salaires, quand l'inévitable cycle de dépression se produira.

Actuellement, les œuvres sociales, les facilités données aux ouvriers pour devenir actionnaires dans les industries qui les emploient, ainsi que pour acheter leurs maisons, ont créé une telle communauté d'intérêts entre le patron et l'employé, leur fait prendre à l'un et à l'autre un tel intérêt au succès de l'industrie dans laquelle ils travaillent ensemble, que le trade unionisme éprouve de grandes difficultés à prendre racine.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Bien que, comme je l'ai dit, l'unionisme soit pratiquement inexistant, et que « la porte ouverte » soit la règle, ce qu'il reste de l'unionisme est traité par les patrons avec une indifférence de bonne humeur.

Quelles sont les leçons, que les trade-unionistes britanniques doivent tirer de là pour que nous atteignions, dans une certaine mesure, le degré de prospérité et les conditions d'existence dont jouissent nos frères ouvriers des États-Unis? C'est une question à laquelle il est difficile de répondre.

Je suis convaincu que nos trade unions et la Fédération des Patrons, peuvent beaucoup pour la mise au rancart des vieilles méthodes et l'établissement de relations réciproques empreintes d'un nouvel esprit. Mais, pour cela, les uns et les autres doivent accepter ce qui, au premier abord, peut leur paraître constituer des sacrifices, bien que, en fin de compte, le salut des uns et des autres puisse, et, à mon avis, doive même en résulter.

Leçons pour les patrons et les employés. — En premier lieu, nos patrons doivent chasser de leur esprit, pour de bon, que le moyen de rendre la production plus économique est de réduire les salaires. Le patron américain en a déjà reconnu la fausseté. Il faut que le patron britannique quand il introduit de nouvelles méthodes ou remanie ses usines, ait soin de ne pas jeter sur la rue la main-d'œuvre qu'on peut déplacer. Les Américains ont grand soin de trouver du travail pour les hommes qu'ils déplacent dans ces circonstances. Avec le temps, les choses s'arrangent et il en résulte que l'introduction de nouvelles méthodes et d'équipement moderne aux États-Unis, sont accueillis par les ouvriers sans hostilité.

Deuxièmement, nos trade unions, doivent regarder les choses en face. Nos représentants doivent apprendre que les anciennes frontières sont vieilles et que les vieux usages doivent disparaître. La première à abandonner doit être le fantôme de la *démarcation*. Il faut apprendre que l'irritation et les discordes résultant des questions de démarcation ne font que causer des pertes des deux côtés. L'ouvrier américain qui n'y attache aucune importance s'en trouve beaucoup plus riche que nous ne sommes.

Il y a aussi d'autres choses auxquelles il n'est probablement pas au pouvoir du patron ou de l'ouvrier de trouver un remède, et cependant, il faut y arriver. Le succès de notre industrie en dépend. Nos patrons sont cruellement handicapés par des impôts excessifs — particulièrement des taxes locales — en comparaison avec leurs concurrents américains. D'autre part, en ce qui concerne la force électrique à bon marché et abondante, tout est à faire.

Une autorité éminente en matière de développement électrique aux États-Unis dit à notre groupe que l'état des distributions d'électricité pour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'industrie en Grande-Bretagne était une honte pour notre compréhension. Après ce que j'ai vu aux États-Unis, je suis tout disposé à le croire.

Je voudrais signaler qu'avec les salaires des ouvriers britanniques, d'une puissance d'achat de 25 à 40 p. 100 au-dessous de celle d'avant guerre, et le mode d'existence inférieur qui en résulte; avec le mécontentement et l'indifférence dans les ateliers qui l'accompagnent; avec les ennuis et les tracasseries qui assiègent nos patrons, notre position est très inférieure à ce que nous avons vu aux États-Unis.

Les travailleurs américains sont au moins de 50 p. 100 plus riches qu'ils ne l'étaient avant la guerre, ce qui leur donne, en plus d'une vie beaucoup plus confortable, une marge importante pour les économies et les placements, bien que leurs patrons aient toute la part qui doit leur revenir dans une industrie prospère.

Le matriçage remplace le moulage. — Comme représentant de la petite et de la grosse forge, je m'intéressai, bien entendu, à cette branche de l'industrie de la mécanique et plus particulièrement au développement du matriçage aux États-Unis. Sous ce rapport, la politique des États-Unis, paraît être l'élimination, dans toute la mesure du possible, du moulage d'acier et son remplacement par le matriçage. Dans ces dernières années, la tendance de notre côté de l'Atlantique a été je crois dans le sens contraire. Les Américains font valoir que leur méthode donne une plus grande légèreté, une plus grande force et une plus grande sécurité, et je crois qu'on peut leur accorder qu'ils ont raison.

Aux ateliers Buick, à Flint, j'ai vu faire du matriçage au choc sur une échelle dont je n'avais aucune idée. Il y a là soixante marteaux de forge en service, depuis le marteau Massilon à vapeur jusqu'au marteau léger à planche de l'ancien temps. De plus, ils ont 14 machines à refouler en service. La confection des matrices est aussi sous la direction du chef de la forge qui a en tout dans son département un personnel de 900 hommes pour une production qui s'est élevée à 4.000 t par mois.

A la National Harvester C°, à Chicago, le matriçage est plus important que le moulage, comme dans les autres usines. Pour en donner une idée, il suffit de comparer la production de la maison en moulé et en matricé. Ces chiffres sont : moulé 120 t, matricé 130 t *par jour*.

Économiser l'effort humain. — Dans les deux usines, j'ai noté que tout est mis en œuvre pour ménager l'énergie humaine. Les matériaux entrent automatiquement dans les fours à une extrémité, et en sortent à l'autre, prêts pour le marteau.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les autres branches du travail de la grosse et de la petite forge, les méthodes sont plus ou moins les mêmes que chez nous. En ce qui concerne l'habileté et la qualité de la main-d'œuvre, le patron a un avantage marqué en Angleterre.

Pour conclure, je remercie le *Dailly Mail* de l'occasion merveilleuse qu'il m'a donnée d'étudier l'organisation et la pratique de l'atelier américain.

Signé : ALEXANDER BROWNING

M. J. T. KAY, *mouleur en fonte.*
member of the National Union of Foundry Workers.

Le salaire élevé et la puissance d'achat de l'ouvrier américain. — Les patrons américains qui emploient de la main-d'œuvre sont fermement convaincus, après des années d'expérience, qu'un salaire permettant à l'ouvrier de vivre largement tout en lui laissant une marge importante pour faire des dépenses ou pour économiser, est ce qu'il y a de mieux pour pousser à la production élevée.

La puissance d'achat de l'ouvrier américain, résultant de son salaire élevé, constitue un grand avantage pour le marché national qui consomme 82 p. 100 des marchandises produites aux États-Unis. Les salaires élevés, permettant à l'ouvrier d'acheter des articles autres que des objets de première nécessité, augmentent donc la consommation et empêchent que la grande production ne dégénère en une surproduction entraînant forcément avec elle le chômage.

Un exemple frappant de la puissance d'achat de l'ouvrier américain nous est fourni par l'industrie automobile qui, l'année dernière, a produit quatre millions et demie de voitures. Pendant que j'étais aux États-Unis, j'ai constaté que l'ouvrier qui ne possédait pas sa voiture, ou ne se payait pas une voiture était l'exception.

Il est vrai que la plupart de ces voitures peuvent être achetées avec le système des paiements échelonnés, mais on m'a affirmé que la perte qui en résulte pour les fabricants, — un septième de 1 p. 100 sur les ventes totales de l'année — est si petite qu'elle n'entre pas en ligne de compte. La puissance d'achat de l'ouvrier américain pourrait être prouvée de beaucoup d'autres manières; mais le fait certain est qu'il achète des choses que l'ouvrier britannique moyen n'entrevoit même pas dans ses rêves, et que le salaire qu'il gagne lui permet de le faire.

Atmosphère de confiance. — Les sentiments entre ouvriers et patrons paraissent excellents. Une atmosphère de confiance qui fait déplorablement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

défaut dans le vieux pays se rencontrait partout. J'en ai eu la preuve, non seulement dans les ateliers, mais aussi à l'extérieur.

On attache la plus grande importance au bien-être. De splendides cantines se trouvent partout, dans lesquelles les repas peuvent être achetés et pris dans des conditions de propreté absolue. Des fontaines d'eau courante pour la boisson se trouvent dans tous les ateliers, des lavabos et des douches dans toutes les fonderies que j'ai visitées. Chaque homme a son armoire fermée à clef. De sorte qu'en arrivant, il peut mettre ses vêtements de travail et enfermer ses vêtements de ville à l'abri de la poussière et de la saleté de l'atelier, et, à la fin de la journée, après s'être lavé et avoir changé complètement de vêtements, il s'en va chez lui comme un citoyen respectable, sans se sentir humilié de se trouver à côté de n'importe qui dans une automobile, un train, ou un tramway. Sous ce dernier rapport, il n'est pas douteux qu'une forte proportion des ouvriers américains vont et viennent, de chez eux à l'atelier, dans leur automobile, et les grands « parks » (garages en plein air) qu'on voit à l'extérieur des ateliers pendant les heures de travail, sont une révélation pour les visiteurs.

Surtout, pas d'accidents (*Safety first*). — Tous les grands ateliers ont leur hôpital muni du matériel médical et chirurgical le plus perfectionné. Un docteur résident se trouve sur les lieux pour soigner toutes les blessures insignifiantes ou sérieuses, qui peuvent se produire dans les ateliers. Ceci est d'abord pour le plus grand bien des personnes blessées, mais c'est aussi pour réduire le temps perdu au strict minimum. Les accidents sérieux ne sont pas fréquents car les patrons américains ont presque fait un fétiche de « la sûreté avant tout » (safety first). La plus grande émulation existe entre les départements, à qui aura le moins d'accidents de tous les genres, et des graphiques sont affichés dans toutes les parties de l'atelier pour montrer les résultats obtenus sur ce point.

Pensions de retraites et assurances. — La plupart des patrons américains ont des systèmes d'assurances contre la maladie et la mort, les uns avec participation, les autres sans participation. Dans certains cas, 5 p. 100 du gain annuel de l'ouvrier lui sont donnés à titre de bonus à des intervalles variant de six mois à un an.

Dans presque toutes les usines que j'ai visitées, un minimum de deux à cinq années de services donne droit à une semaine de congé annuel payé et dix à vingt ans de services, à deux semaines payées. De très longs services sont récompensés par une pension de retraite basée sur le salaire maximum gagné pendant les quelques années qui ont précédé la cessation

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des services. Cette phase de la vie industrielle est très importante aux États-Unis, car le pour cent des hommes qui ont de longs services dans la plupart des usines que j'ai visitées, est très élevé. *Les employés sont encouragés partout à acheter les titres de leurs compagnies.* Cet achat est généralement facilité et rendu attrayant, et la preuve que l'idée est populaire, et qu'on en fait usage, est que dans certains des ateliers que j'ai visités, 100 p. 100 des ouvriers sont actionnaires et que dans aucun des cas dans lesquels le système fonctionne, il n'y en a moins de 15 p. 100.

Cette prise en considération du bien-être et de l'avenir des employés est regardée par les patrons américains comme nécessaire pour le succès de leurs affaires. Ces derniers assurent que cela encourage l'ouvrier à rester dans la maison et ils y attachent une grande importance, sachant que les changements et l'instabilité du personnel sont mauvais pour l'industrie. A tout prix, ils cherchent à garder les hommes qui sont habitués au type de travail qu'ils ont à faire.

D'autre part, le point de vue des trade-unions est que ces dispositions ont été introduites et sont conservées pour faire disparaître tout désir de la part des hommes de s'affilier aux unions. Si cette dernière affirmation est correcte, les patrons américains ont bien réussi car le trade-unionisme, dans l'industrie de la mécanique, aux États-Unis, est dans une mauvaise passe. Sans exprimer une opinion définitive sur ce sujet, je puis certainement dire que la plupart des ouvriers paraissent être dans une situation prospère. On peut ajouter que des systèmes comme ceux-ci ne peuvent être mis en vigueur que par de grandes affaires, et, à ce sujet, on peut rappeler que 87,5 p. 100 de l'industrie des États-Unis est entre les mains des grandes compagnies.

Systèmes de primes. — Les comités d'ateliers existent dans la plupart des usines, et bien que ceux-ci semblent n'avoir rien à faire avec l'établissement des prix de travail, ils paraissent donner entière satisfaction à tous ceux qu'ils concernent et fonctionner très bien. Au sujet des prix des travaux, j'ai été surpris de voir combien peu le salaire aux pièces « direct » était en usage. Un certain nombre de grands patrons m'ont dit franchement qu'ils n'avaient en lui aucune confiance. Des systèmes de primes de différentes sortes sont employés presque partout, basés sur le temps employé pour faire le travail. Un fait très important à noter est l'assurance donnée par tous les patrons que nous avons rencontrés, que les prix n'étaient jamais changés tant que le procédé lui-même n'était pas changé. Peu importe ce que l'ouvrier gagne, on ne change pas le taux de règlement. Cette déclaration a été confirmée par les ouvriers avec lesquels nous avons discuté sur ce point.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On se rend facilement compte que l'encouragement à donner son meilleur effort, sans crainte de voir réduire le salaire, est ce qu'il peut y avoir de mieux pour un ouvrier affecté à un travail de production. On doit aussi mentionner que dans leur préoccupation de retenir les services des hommes habiles, les patrons les protègent à un tel point que personne ne peut être renvoyé s'il ne s'est pas mal conduit en matière grave, et alors, seulement par le chef des ateliers.

Je donnerai maintenant quelques détails intéressant particulièrement les fondeurs, relatifs à quelques-unes des fonderies que j'ai vues pendant la tournée.

Organisation et spécialisation. — Plusieurs fonderies spécialisées dans la production de pièces d'automobiles ont été visitées : celles de Packard, Cadillac, Buick, Chevrolet et Ford. Des centaines de mouleurs et de noyauteurs étaient occupés dans ces ateliers à la production en masse et le rendement obtenu grâce à cette étonnante organisation est tout simplement étourdissant. On emploie aussi beaucoup de mouleurs à des travaux divers pour l'entretien de l'atelier et pour des expériences. Ces hommes travaillent invariablement à la journée, à des taux variant de 7 livres 10 shillings à 9 livres par semaine de 48 et 50 heures. Dans l'une de ces fonderies, j'ai rencontré un vieil ami, R. H. Bennett, ancien secrétaire de la section de Camborne de ma société. Il y a aussi plusieurs Britanniques employés comme contrôleurs des hommes sur machines dans les ateliers de production.

Neptune Meter Plant, New York. — C'est une fonderie de laiton qui ne fait que du travail en série. Le système est celui du travail à la journée, un certain nombre de moules constituant le travail d'une journée. Les salaires étaient en moyenne 9 livres par semaine de 48 heures. De plus, une prime est versée aux hommes sur une réserve constituée chaque année par la maison. Une moitié de cette réserve est consacrée à expérimenter des dispositions économisant le travail humain et l'autre moitié est versée aux ouvriers. La prime de l'année dernière s'est élevée à 8 p. 100.

Usine de la General Electric, à Schenectady. — Un caractère remarquable de cette usine, qui emploie plusieurs centaines de mouleurs de fonte de fer, acier et laiton, est que malgré l'importance de ce genre de travail, il n'y a pour ainsi dire pas de moulage en terre. En réalité pendant le tour, je ne me souviens pas avoir vu un mouleur occupé à ce travail. Les salaires varient de 7 livres 10 shillings à 10 livres par semaine de 48 heures, suivant la classe de travail. Le contremaître est né à Rochdale et est à la compagnie depuis un grand nombre d'années.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

American Locomotive Works, Schenectady. — Le caractère particulier, ici, est que presque tout le travail, cylindres compris, est fait à la machine, les hommes demi-habiles font le bourrage et les mouleurs finissent et mettent les noyaux dans les moules. Les salaires varient de 7 à 10 livres par semaine de 50 heures. Le directeur général est un Écossais.

Standard Foundry, Detroit. — Dans cette fonderie qui fait du travail à répétition, on se sert du transporteur circulaire pour enlever les châssis quand les mouleurs ont fini. Les salaires varient de 8 à 9 livres par semaine de 48 heures.

L'Aciérie Gary. — Ici, dans une fonderie pour l'entretien, comprise dans cette grande aciérie, 200 mouleurs sont employés au travail à la journée, 50 travaillent à la fabrication des cylindres de laminoirs pour rails. Salaires moyens : 8 livres par semaine de 60 heures.

L'Usine Crane de Chicago. — Cette grande usine fait des vannes, des tuyaux et des accessoires de conduites de vapeur en production en masse. La coulée a lieu toute la journée. Les salaires varient de 7 à 9 livres par semaine de 49 heures. Les femmes font ici les noyaux à la machine. Elles gagnent de 5 à 7 livres par semaine. De plus, tous les employés reçoivent une prime de 5 p. 100 sur leurs gains annuels.

Atelier du Baltimore and Ohio Railroad, Baltimore. — Cet atelier a été visité à la requête de l'American Federation of Labour. Cinquante mouleurs y travaillent à la journée, les salaires étant 7 livres 5 shillings par semaine de 48 heures.

Mesta Machine Plant, Pittsburgh. — Ici, la fonderie est spécialisée dans les travaux de laminoirs et de forge, en fonte et en acier. Les hommes travaillent à la journée avec un système de primes qui donne pour le salaire une moyenne de 10 livres par semaine de 54 heures. Un caractère spécial de cette usine est la production des cylindres de laminoirs et de pignons par matriçage. Quelques-uns de ces cylindres de laminoirs pèsent plusieurs tonnes et cela a été pour moi une révélation car je croyais que toutes les pièces de ce genre étaient fondues. Il est évident que le développement du matriçage a été extraordinaire aux États-Unis. A l'International Harvester de Chicago, on en est arrivé à ce que la production journalière des pièces de forge excède celle des pièces de fonderie. Ceci est encore une évolution qui doit retenir l'attention de l'homme de fonderie, car c'est autant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de travail perdu pour le mouleur. Un grand patron m'a dit qu'il pensait que la fonderie de fonte serait bientôt une chose du passé aux États-Unis à cause du développement qu'ont pris les pièces forgées et les moulages d'acier. J'ai visité plusieurs autres fonderies à Pittsburgh, mais elles ne présentaient rien de particulier en dehors des salaires, qui étaient en moyenne d'environ 10 livres par semaine de 48 à 60 heures.

Atelier de la Cincinnati Milling C°. — Ici, toutes les pièces de fonderie, grandes ou petites, sont produites au moyen de la machine à mouler et les mouleurs habiles ne sont employés qu'à faire le noyautage et à fermer les moules. Les salaires varient de 8 à 10 livres par semaine de 48 à 50 heures. Ceci s'applique aussi aux autres grandes usines de construction de machines-outils de Cincinnati, et quand on les a vues, on ne s'étonne pas que nos ateliers soient inondés de machines américaines, pendant que notre industrie est stagnante. Notre guide à Cincinnati était M. J. Wilson, membre du Conseil exécutif de l'American Federation of Labour et président de l'American Patternmakers Organisation.

La réduction de l'effort humain : pas de machine définitive. — A notre arrivée à New York, on nous a dit que les patrons américains trouvent que chaque ouvrier doit avoir à la hauteur du coude 3 chevaux et demi.

J'ai vérifié l'exactitude de ce dire pendant la tournée. Partout où il a été possible d'introduire une installation qui facilite l'augmentation de la production, on l'a fait. J'ai rencontré un grand nombre de cas dans lesquels les ouvriers produisent deux fois plus qu'ils ne le feraient sur les mêmes travaux dans notre pays, avec un effort physique environ moitié moindre.

Là où il n'a pas été possible d'introduire la machine absolument partout (et ceci est souvent le cas pour le travail courant du mouleur), la méthode employée consiste à affecter l'homme capable de produire, uniquement à un travail de production. On ne lui permet pas de dépenser ses efforts à un travail qui peut être fait par un homme sans habileté.

On m'a dit continuellement qu'aucune machine n'était considérée comme « le dernier mot ». Dans tous les ateliers que j'ai visités, on fait continuellement des expériences. Les ouvriers de tous genres sont encouragés à faire des suggestions relatives aux perfectionnements à apporter; à ce point que les machines que j'ai vues en service seront impitoyablement mises à la ferraille si on trouve quelque chose de meilleur.

Les méthodes de production et les gros salaires. — On se rend compte que ce n'est que par l'emploi de pareilles méthodes qu'on peut maintenir une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

grande production, des salaires élevés et une grande consommation. Les ouvriers, de leur côté, paraissent convaincus que, pour conserver leurs salaires élevés, il leur faut faire durer une production élevée et ils paraissaient tout aussi disposés que leurs patrons à parler des méthodes de grande production.

Je ne voudrais pas donner l'impression, même pour un moment, que les États-Unis soient un paradis pour les mouleurs. Il leur faut travailler dur, mais ils gagnent plus pour ce qu'ils font et le travail manuel est rendu plus facile toutes les fois que cela est possible, dans l'intérêt commun du mouleur et de son patron.

Je ne voudrais pas non plus faire croire que le patron américain soit un philanthrope. Il ne se donne pas pour tel. Il vous dit franchement que ce n'est pas pour sa santé qu'il est dans les affaires.

Mais je crois qu'en Amérique le mouleur et son patron s'entendent mieux l'un l'autre que ce n'est le cas dans notre pays. Cette meilleure entente agit pour le très grand avantage personnel du patron et de l'employé, et la prospérité industrielle de toute la nation américaine en est accrue.

Pas d'apprentis mouleurs. — Tous les patrons américains m'ont affirmé qu'ils éprouvent les plus grandes difficultés, quand les affaires vont bien, à recruter des mouleurs habiles, et dans 75 p. 100 des cas, le mouleur ou les mouleurs venaient d'Europe, surtout de Grande-Bretagne.

On ne fait pas d'apprentis mouleurs aux États-Unis. Pendant toute la tournée, je n'en ai pas vu un. Quelques patrons, très francs, disent qu'ils comptent que la Grande-Bretagne leur en fournira. Cela devrait inciter nos patrons à nous faire de meilleures conditions pour le présent et l'avenir, car c'est un fait bien connu que le recrutement des apprentis dans les fonderies britanniques diminue promptement. Si le patron américain doit priver nos fonderies de nos plus habiles mouleurs, par les meilleures conditions qu'il leur fait, l'avenir de l'industrie mécanique en Grande-Bretagne sera sérieusement handicapé.

Je crois fermement que le mouleur aux États-Unis ne travaille pas plus dur et dans quelques cas pas aussi dur que les mouleurs de la Grande-Bretagne. Dans tous les cas, il produit certainement plus, mais cela est dû à l'introduction de machines et de dispositions économisant la main-d'œuvre; et aussi à ce que l'homme qui peut produire est affecté au travail qui le réclame. Par exemple le mouleur qui doit déplacer son travail pour débarrasser son chantier est une exception aux États-Unis. Des équipes de nuit de manœuvres sont employées dans toutes les grandes usines à débarrasser la place pour que le mouleur puisse facilement commencer son travail. Dans d'autres cas la place est dégagée dès que le mouleur est retourné chez lui.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mon rapport sur les conditions dans lesquelles se fait la fonderie aux États-Unis ne pourrait pas se terminer sans que je parle des nègres qui sont employés en grand nombre dans les fonderies américaines. Cette catégorie de main-d'œuvre paraîtrait devoir donner au patron américain un réel avantage sur ses concurrents. Presque tous les manœuvres de fonderie et les mouleurs sur machines que j'ai vus étaient des nègres.

La main-d'œuvre noire. — Cette question comporte deux points de vue. Le patron dit que s'il emploie la main-d'œuvre noire, cela tient uniquement à la difficulté qu'il éprouve à trouver des Américains qui veuillent travailler à la fonderie. Les trade-unions se placent à un autre point de vue et disent qu'il y a là pour le patron une occasion splendide d'obtenir « la porte ouverte ». Quoi qu'il en soit, les manœuvres de fonderies et les mouleurs sur machines, aux États-Unis, sont beaucoup mieux partagés que leurs frères britanniques le jour de la paie. Un grand avantage de la main-d'œuvre de couleur, pour le patron, est que les nègres peuvent soutenir la terrible température qui doit régner dans les fonderies américaines pendant les grandes chaleurs.

Le prix de la vie. — Une enquête soigneuse sur le prix de la vie en comparaison des salaires m'amène à conclure qu'à l'exception du vêtement et du loyer, ce dernier étant très élevé, le prix de la vie est à peu de chose près ce qu'il est en Grande-Bretagne. Quelques objets, en particulier le tabac qui est une nécessité pour la plupart des ouvriers, sont bien meilleur marché aux États-Unis qu'en Grande-Bretagne.

Pour conclure, je répète que, comparé à son pareil en Grande-Bretagne, le mouleur américain jouit d'une vie bien meilleure aussi bien chez lui qu'à l'atelier. De plus, quand il a établi le budget de toutes ses dépenses, il lui reste une jolie marge pour les économies qui lui permet d'aller revoir sa maison du vieux pays, ce qui paraît être l'ambition de tous les Britanniques qui sont aux États-Unis.

Signé : J. T. KAY.

M. THOMAS MURRAY, *modeleur*, *membre de l'United Patternmakers Association.*

Les salaires élevés et l'organisation scientifique. — Les patrons américains, dans la mécanique, paient-ils des salaires plus élevés que ceux qui sont payés, également dans la mécanique, par les patrons britanniques?

Partout, d'un bout à l'autre de notre tournée, j'ai trouvé que non seulement ils paient mieux, mais qu'ils paient avec plaisir et que de tous les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

côtés, ils expriment le désir de payer encore plus, pourvu, bien entendu, qu'ils reçoivent en retour une production plus élevée.

Les hommes qui sont dans les ateliers sont inspirés exactement par le même esprit et montrent partout le désir de voir se continuer en bonne harmonie les relations actuelles entre les employés et les patrons. Les ouvriers comprennent instinctivement qu'on ne peut pas obtenir plus de l'industrie que ce qui y est mis par eux et leurs patrons.

Sachant cela, chaque homme comprend que son propre salaire doit être bien gagné.

Mais le patron américain a aussi compris que sa responsabilité l'oblige à donner à ses ouvriers la force motrice en abondance, et à les aider en introduisant dans ses ateliers toutes sortes de dispositions économisant la main-d'œuvre, ainsi que par l'organisation scientifique des méthodes de production.

Équipement supérieur de l'atelier. — Sous ce rapport, écrivant en tant que modeleur, j'ai trouvé que mes collègues de la partie aux États-Unis ne travaillaient pas plus dur qu'ils ne le font en Grande-Bretagne, et cependant, produisaient beaucoup plus rapidement, simplement parce que l'outillage des ateliers dans lesquels ils étaient employés était très supérieur. Nulle part je n'ai vu d'hommes privés de l'usage des machines indispensables, comme c'est souvent le cas en Grande-Bretagne où, dans l'atelier de modelage, la scie à ruban ou la machine à raboter pourraient être facilement prises pour la pompe du village à cause de la foule qui attend son tour auprès de ces machines.

Partout aux États-Unis, l'outillage de l'atelier de modelage est de deux à six fois plus important en quantité qu'en Grande-Bretagne. Cet équipement comprend ces aides si utiles pour la production que sont les perceuses pneumatiques, les tournevis pneumatiques et les mortaiseuses mécaniques.

Je rendrai peut-être service, à la fois à mes collègues de la partie et à nos patrons, en détaillant l'équipement d'un atelier de modelage américain qui, quand il est complètement utilisé, comporte 150 modeleurs, y compris 24 modeleurs de modèles métalliques : 1 machine universelle à travailler le bois Wadkin; 1 machine universelle à travailler le bois Oliver; 2 machines à raboter; 2 machines à raboter les surfaces; 12 scies à ruban; 10 scies circulaires Oliver; 1 scie circulaire à amenage automatique; 1 scie circulaire à bascule: 16 tours avec chariots; 8 tours à plateaux de vingt pieds à trois pieds de diamètre; 2 grandes machines à disques pour le papier de verre, avec axes verticaux; 6 machines à papier de verre de plus petites dimensions; 6 toupies à mortaiser; 4 machines à affûter pour outils types; 72 pots à colle, à vapeur ou électriques, toujours prêts.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il y avait aussi 1 scie à ruban et 1 scie à tronçonner à la disposition des ouvriers en métaux. Les ouvriers modeleurs en métal produisaient au moyen d'un métal sans contraction coulé dans un sable très fin, 400 à 500 modèles par semaine. Ce standard de production et d'équipement se trouve partout aux États-Unis.

Sort de l'ouvrier meilleur aux États-Unis qu'en Grande-Bretagne. — Dans ces ateliers, j'ai rencontré un grand nombre d'anciens compatriotes qui étaient aux États-Unis depuis tantôt deux ans, tantôt vingt ans. A ces hommes qui avaient les éléments voulus pour pouvoir comparer, j'ai posé la question : « Trouvez-vous que les conditions soient meilleures ici qu'en Grande-Bretagne? » Il était pénible d'entendre tous et chacun répondre sans hésitation : « Oui! » Un homme peut toujours mettre quelque chose de côté dans ce pays, construire sa maison, avoir une voiture, faire la dépense d'une éducation supérieure pour ses enfants, tout en ayant l'espoir raisonnable de se retirer quand il sera vieux avec une pension pour ses longs services. Si la mort surprend l'un quelconque de nous, nous avons la satisfaction de savoir d'avance que notre femme sera pourvue d'une assurance de 1.000 livres et au-dessus. »

Les œuvres sociales sont bien conçues et ont l'approbation enthousiaste des hommes. Un homme de la Clyde, plus communicatif que ceux de ses semblables que j'ai rencontrés, m'a dit que quand il est arrivé aux États-Unis en 1911, il a trouvé de l'emploi à la General Electric à 1 shilling 9 pence l'heure; il gagne maintenant 4 shillings 2 pence l'heure. A la fin de 1915, il était propriétaire de sa maison, qu'il a vendue en décembre dernier 1.200 livres. Il a aussi une voiture et a payé l'éducation de ses enfants. D'un bout à l'autre des années pendant lesquelles il a été en Amérique, il a toujours travaillé à l'établi. Il ne constitue en rien une exception. Il s'est arrêté dans l'exposé de sa prospérité matérielle pour me demander combien de mécaniciens anglais avaient leur automobile, et il sourit d'une manière sarcastique en entendant ma réponse.

Finalement il me fit la confidence suivante, grosse de conséquences : « Les modeleurs et les mécaniciens britanniques ont toujours été payés trop peu, exactement de 1 livre par semaine. »

J'ai trouvé que cet homme répondait aux questions qui se posent à la suite des constatations précédentes. Très peu de mécaniciens écossais ou anglais auraient quitté la Grande-Bretagne s'il leur avait été possible de gagner cette livre de plus par semaine.

Ç'a été une véritable surprise pour moi, de constater que très peu de patrons américains favorisent le salaire d'après le résultat dans l'atelier de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

modelage, bien qu'ils donnent un salaire équivalent aux meilleurs gains des autres départements de leurs ateliers. Ceci, après tout, est satisfaisant pour tous ceux que cela regarde. Les salaires planent généralement entre 3 shillings 6 pence et 5 shillings l'heure.

Unanimité pour la production élevée. — Une unanimité d'opinions remarquable en ce qui concerne l'influence des hauts salaires sur la production élevée existe entre les ouvriers, l'American Federation of Labour, les patrons et Mr J. J. Davis, le ministre du Travail des États-Unis. Ils sont aussi d'accord pour dire que les salaires ont monté de 125 p. 100 au-dessus du taux de 1914 tandis que le prix de la vie n'a augmenté que de 75 p. 100. Le salaire qui donne cette marge est ce qui a été défini par le Ministre du Travail des États-Unis comme un salaire d' « économies ». Tout cela donne confiance à la fois au patron et à l'employé dans la poussée vers une production toujours plus importante.

La production « en masse » et la manœuvre. — Le développement de la production en masse et l'absence de lignes de démarcation fait des États-Unis le paradis de l'ouvrier inhabile, ou à demi habile, à cause de la modicité de la moyenne d'habileté exigée de lui et de la diminution continuelle de l'effort physique nécessaire pour gagner un bon salaire « d'économies ». Il n'existe pas de salaire standard, ni de standard de conditions d'existence aux États-Unis, bien que salaires et conditions d'existence soient bons, avec tendance à l'augmentation.

La monotonie. — J'ai abordé cette question de la production en masse avec tous les préjugés des artisans et j'ai été amené à la conclusion que le travail suivant les méthodes de la production en masse ne détruit ni l'âme ni le corps. Au contraire, il a tellement diminué ce qu'on demande au travailleur, que, pour la première fois dans l'histoire, il peut faire son travail après un très court entraînement, presque sans effort et presque aussi inconsciemment qu'il respire. Le travail n'est en rien aussi monotone qu'il le paraît. Le travailleur ne perd pas son individualité; il reste mentalement alerte, actif physiquement, et il est certain qu'il n'a pas l'expression bovine qu'on dit quelquefois être la caractéristique de ceux qui font du travail en répétition. Dans l'atelier de Ford, où l'on a craint cet effet déprimant, la Direction a proposé de mettre les hommes à des opérations différentes tous les 3 mois. Cette proposition a été combattue par les hommes mêmes auxquels elle devait rendre service. Ceci prouve suffisamment, je crois, que les hommes ne trouvent pas le moindre inconvénient à ce système.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le degré de confort dont jouissent les ouvriers américains montre qu'ils peuvent penser, qu'ils peuvent envisager intelligemment l'avenir et que, en mettant quelque chose de côté pour leurs vieux jours et en élevant le niveau de leurs intérieurs pour leurs femmes et leurs enfants, ils s'intéressent tout autant à ce qui fait que la vie vaut la peine d'être vécue que la plupart des artisans où que ce soit.

Difficulté de recrutement de l'ouvrier habile. — Cependant, je ne voudrais pas faire fi de la formation supérieure au point de vue technique et pratique de l'homme habile, car l'homme éprouve, sans contredit, une satisfaction mentale et morale dans l'exercice de ses facultés créatrices. Sous ce rapport, l'industrie américaine est certainement mal placée à cause de la rémunération élevée qu'elle donne pour un travail très simple. Il n'y a aucun encouragement direct à entreprendre le travail plus compliqué de l'artisan très habile. Ceci a été signalé aux leaders de l'industrie américaine, et ils l'admettent très franchement.

D'ailleurs, reconnaissant que l'ouvrier habile est nécessaire et ayant pris les dispositions voulues pour donner libéralement l'instruction technique aux jeunes gens de leurs ateliers, les patrons se trouvent en face du fait qu'une faible minorité seulement profite de cette éducation, bien qu'elle leur soit donnée pendant les heures rétribuées par le patron.

Les patrons américains estiment qu'au pis aller on peut compter sur l'appât des salaires élevés pour attirer les mécaniciens, sans doute mieux formés, de la Grande-Bretagne, quand on en a besoin pour le développement des industries mécaniques aux États-Unis.

La façon dont les Américains reconnaissent les services des producteurs d'une grande habileté est extrêmement généreuse. J'ai rencontré des Écossais et des Anglais qui recevaient des patrons américains, des salaires cinq fois plus élevés que ceux qu'ils auraient touchés en Grande-Bretagne, pour le travail qu'ils faisaient.

Les grandes affaires et l'ouvrier. — Partout où j'ai été, j'ai constaté que les meilleures conditions de travail et les plus hauts salaires se trouvaient dans les grandes affaires. Ceci m'a confirmé dans l'opinion, que j'ai depuis longtemps, qu'il y a en Grande-Bretagne bien trop de petites affaires qui contribuent peu à la prospérité britannique et abaissent le niveau, non seulement de toute l'industrie, mais aussi des conditions qu'elle fait à ceux qu'elle emploie. La Fédération des Patrons (Employers Federation) aurait de quoi s'occuper pendant une année ou deux au regroupement de ces petites maisons pour le relèvement général de l'industrie et le développement qui en résulterait de la prospérité du pays.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La collaboration est essentielle. — Il faut qu'une collaboration s'établisse entre les Trade-Unions de la Mécanique et la Fédération des Patrons de la Mécanique pour la réorganisation de nos ateliers de mécanique. Depuis la guerre, nous n'avons fait que piétiner sur place. Nous avons tous demandé des omelettes, mais en même temps nous nous sommes opposés invariablement à ce que l'on casse des œufs, et il en est résulté que nous avons dû supporter les échecs avec la patience et la résignation dont nous étions capables. Nos insuccès ont peut-être été une excellente préparation à un travail en collaboration entre patrons et employés, dans la grande tâche qui consiste à relever la prospérité nationale.

Les Trade-Unions en Amérique. — En ce qui concerne la position des Trade-Unions en Amérique, je pense qu'il faut admettre franchement qu'elles n'ont pas d'influence dans la mécanique. Les patrons pratiquent partout « la porte ouverte ». Beaucoup des plus importants chefs des syndicats m'ont dit que les patrons avaient accordé des conditions et des salaires supérieurs aux demandes des Trade-Unions pour conserver le principe de la porte ouverte.

Je ne prétends pas, du reste, que les patrons américains veuillent écraser complètement les syndicats. Ils paraissent consentir à donner une place aux syndicats dans l'organisation générale, mais seulement une place. Les Trade-Unions américaines resteront-elles dans cette attitude apathique, se reposant sur la bonne volonté des patrons? Cela dépendra, je pense, de la durée de l'ère de prospérité nouvelle qui a enveloppé les États-Unis et que toutes les sections s'accordent à attribuer à la plus grande puissance d'achat de l'ouvrier résultant des salaires élevés.

Signé : THOMAS MURRAY.

M. WILLIAM WAREING, *ajusteur*, *membre of the Amalgamated Engineering Union.*

Le secret des gros salaires. — Pendant ma tournée aux États-Unis, je me suis rendu compte de la différence qui existe entre l'attitude des Américains et des Britanniques en ce qui concerne la rétribution de la grande production. Les patrons américains payent des salaires élevés et font ce qu'il faut pour obtenir la production pour laquelle ils ont payé. Les patrons britanniques paraissent vouloir d'abord la grande production et avoir ensuite le droit de rétribuer cette production à la valeur qu'ils lui attribuent, après l'avoir obtenue.

Le directeur d'une grande fabrique d'automobiles aux États-Unis résuma

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

toute la question des gros salaires dans la réponse qu'il fit à l'une de mes questions. « Payez vos hommes, dit-il, et ils vous feront payer par votre usine. » Ceci, pour moi, est le secret, non seulement des gros salaires, mais aussi du succès de la production en masse.

Les patrons américains veillent à la santé et au bien-être de leurs ouvriers avec la plus grande attention. Ce n'est pas de la philanthropie : ils trouvent que « c'est bien mener ses affaires » que de veiller à ce que les employés soient toujours dans de bonnes conditions pour travailler. J'ai visité une usine dans laquelle sept docteurs et un dentiste font partie du personnel. L'hôpital dont ils ont la charge est muni de l'outillage le plus moderne. Les soins médicaux ou chirurgicaux sont donnés tout à fait gratuitement aux employés, et ces derniers sont encouragés à se présenter aux visites périodiques pour le cas où un traitement pourrait être nécessaire, à un moment quelconque, pour prévenir le développement d'un état plus ou moins grave. Après avoir engagé un dentiste pour soigner les dents de ses employés, la maison a aussi pris soin qu'on puisse obtenir à bon marché un bon repas au milieu de la journée dans la cafeteria ou cantine des ateliers, pratiquement, au prix coûtant.

Sur un menu très varié, l'ouvrier peut choisir un lunch appétissant composé d'une soupe, de poisson ou de viande, légumes, pudding ou fruit, et enfin café, cacao au lait et pain. Les membres de la mission du *Daily Mail* ont lunché à plusieurs reprises dans ces cafeterias d'ateliers, avec les ouvriers, et ils y ont fait de bons repas. Je sais que beaucoup de maisons en Grande-Bretagne ont des cantines et procurent des repas à bon marché à leurs ouvriers. Je mentionne ce qui se fait aux États-Unis parce que ces cafeterias d'ateliers font partie du plan général des œuvres sociales.

Tout en prenant soin de la santé de leurs employés, et en veillant à ce qu'ils soient bien nourris, les patrons américains ne considèrent pas que ces attentions justifient qu'ils en tirent l'énergie jusqu'à la dernière goutte, pendant qu'ils sont à l'atelier. Pour permettre à l'ouvrier de faire usage de son énergie pour le travail auquel il est occupé, on lui donne un siège et on veille à la ventilation et au chauffage des ateliers. Dans un atelier, j'ai vu des pavés de bois posés sur un sol en ciment. Pourquoi? Parce qu'on avait trouvé que le dur ciment fatiguait inutilement les hommes qui marchaient ou restaient debout pendant le travail.

Ces détails peuvent paraître bien secondaires au premier abord. Je trouve que l'un des directeurs d'ateliers me résuma très bien la question quand il me dit : « Nous ne pouvons pas nous permettre de faire mauvais usage d'une énergie qui nous coûte 2 cents (0,65 fr) une minute. » Les hommes de ce département gagnaient 5 shillings l'heure.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En Angleterre, nous parlons des ouvriers qui perdent leur temps. En Amérique, le patron se sent coupable s'il ne munit pas ses ateliers de l'équipement qui met ses ouvriers dans les meilleures conditions possibles pendant toute la durée du travail. C'est une affaire de sens commun. Si un homme se tient à l'étau 8 heures par jour dans un atelier mal ventilé, mal éclairé et froid, il ne peut manquer de se fatiguer rapidement à mesure que la journée avance. On tient compte de ces faits en Amérique. Une maison, après avoir bien observé, a trouvé que quand on remplaçait les tabourets par des chaises avec dossiers, la production augmentait. Dans une autre usine, on a trouvé qu'en élevant la machine à un niveau plus convenable pour le travail, il en résultait une augmentation de la production de 10 p. 100. C'est sur la suggestion d'un opérateur, qui fut largement récompensé, qu'on procéda à cette surélévation. Tout cela montre jusqu'où les Américains sont disposés à aller pour obtenir un bon rendement.

Ateliers bien disposés. — Les ateliers américains sont construits suivant de bonnes dispositions. D'une manière générale on s'arrange pour que le produit entre à l'une des extrémités du bâtiment et sorte à l'autre complètement fini si cela est possible. Il arrive qu'on mélange des ouvriers de différents métiers pour obtenir ce résultat.

La production en « masse » forme une classe à part. — La production en masse des ateliers d'automobiles, forme une classe à part. Les méthodes qu'elle emploie ne pourraient pas être appliquées à la généralité des usines britanniques, parce qu'elles ne rapportent pas si 70 p. 100 du travail n'est pas fait sur un type déterminé. Après avoir montré avec quel soin les patrons américains s'occupent de la santé et des conditions de travail de l'ouvrier, je vais maintenant m'occuper des autres mesures qu'il prend pour obtenir le maximum de production. Ceci est obtenu avec le concours de machines du type le plus récent et le meilleur, que l'on fait travailler à plein rendement. De petits palans et autres accessoires aident à économiser l'énergie humaine en permettant à l'ouvrier d'éviter toute fatigue inutile en élevant ou déplaçant des poids lourds.

Les ateliers d'outillage. — Presque toutes les usines que j'ai visitées possédaient des ateliers d'outillage bien équipés en hommes, et en machines de toutes sortes convenant aux travaux qu'on y faisait. J'ai compté 15 machines à profiler dans l'atelier d'outillage d'un seul département. Une autre maison ne conservait les tours que pendant cinq ans dans l'atelier d'outillage et les envoyait ensuite dans l'atelier pour la production. Aucun de ces départe-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ments ne travaillait aux pièces, à l'exception d'un ou deux hommes qui faisaient des fraises du type courant. L'atelier d'outillage travaillait surtout sur les indications du département des expériences et on n'épargnait aucune dépense pour établir les accessoires les meilleurs qu'on puisse imaginer, montages ou fraises, pour le travail en main. Une matrice que j'ai vue avait demandé des mois de travail et avait coûté 2.000 livres (320.000 fr). C'était une matrice composée de sections et chaque section devait être exacte au dix-millième de pouce (0,00254 mm) au quart de centième de millimètre.

Les contremaîtres et chefs d'ateliers. — Tous les contremaîtres et chefs d'ateliers que j'ai vus dans cette maison étaient des hommes qui avaient débuté à l'étau et j'ai été surpris de l'absence de fiches dans le bureau du contremaître. S'il y avait quelque chose de ce genre, on le gardait à la place qu'il devait occuper. On ne cherchait en rien à transformer un bon contremaître pratique en un homme de bureau en le submergeant avec des travaux d'écriture. C'est un point auquel on pourrait faire plus attention dans les ateliers britanniques, parce que l'homme qui compte pour la production est celui qui peut donner la coupe convenable à l'outil. On m'a répété bien des fois que la Grande-Bretagne avait les meilleurs ouvriers du monde. La preuve en était dans le nombre des hommes venus d'Angleterre ou d'Écosse que l'on trouvait dans des positions de confiance comme chefs d'atelier et contremaîtres dans l'industrie américaine.

Pas de réduction des prix. — Les patrons américains font tous les efforts possibles pour obtenir et conserver la confiance de leurs ouvriers. Quand un prix a été fixé pour un travail aux pièces, on n'y apporte aucun changement tant que la méthode de production n'est pas changée.

J'attache à cela une grande importance parce que la réduction des prix, telle qu'elle est pratiquée en Grande-Bretagne, tue automatiquement le travail aux pièces. Je ne voudrais pas en faire porter la responsabilité par les chefs de nos industries. Dans bien des cas, la réduction des prix a été faite à leur insu, par leurs subordonnés. La réduction des prix est empêchée aux États-Unis, dans une grande mesure, par le libre accès que les hommes ont auprès du directeur. Même dans les grands ateliers des États-Unis, les directeurs connaissent bien mieux leurs hommes que dans notre pays.

Les outils de rechange. — On prend tous les soins imaginables pour que chaque machine soit équipée avec les outils et les rechanges nécessaires et pour que le prix du travail soit équitable. Si c'est nécessaire, la direction est prête à montrer à l'ouvrier que le travail peut être fait dans le temps qui lui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

a été attribué, ou, dans le cas contraire, si on trouve qu'il y a eu erreur, le temps est changé.

La loyauté dans les relations. — Je trouve donc que les facteurs qui contribuent aux gros salaires et à la grosse production aux États-Unis sont la loyauté dans les rapports et la confiance mutuelle entre le patron et ses ouvriers, l'énergie électrique abondante et à bon marché, des installations et outillages modernes, ainsi que les soins que l'on prend pour la santé et le bien-être des ouvriers et l'importance qu'on y attache.

Signé : WILLIAM WAREING.

M. SAM RATCLIFFE, J. P., *machiniste et président de Comité d'Atelier, membre de l'Amalgamated Engineering Union.*

Les gros salaires et la grosse production. — Les patrons américains ne font aucunement un secret de la raison pour laquelle ils paient de gros salaires à leurs employés. Les gros salaires, et le fait qu'on n'assigne aucune limite aux gains de l'ouvrier sont, aux yeux des patrons américains, le meilleur encouragement à la production élevée.

Les gros salaires augmentent aussi la capacité d'achat des ouvriers, et leur permettent d'acheter de plus en plus les commodités qu'ils produisent. Je n'ai aucun doute à ce sujet. Partout où j'ai discuté sur ce sujet pendant la tournée, dans les milieux industriels, financiers et politiques américains, j'ai constaté que l'on regardait l'accroissement du pouvoir d'achat de l'ouvrier comme l'un des facteurs les plus importants de la prospérité nationale.

Les Américains qui emploient la main-d'œuvre savent que le paiement de gros salaires aboutit non seulement à une grande production, mais encore à une production économique. Ils savent aussi qu'ils peuvent maintenir, accroître et rendre plus économique encore cette grande production avec l'aide d'une énergie électrique abondante et à bon marché comme celle dont ils disposent, par la prompte utilisation des découvertes scientifiques dans leurs procédés de fabrication, par une organisation bien étudiée et par la coordination des opérations dans leurs usines, autant qu'en cultivant et en maintenant ces harmonieuses relations entre les patrons et les ouvriers qui ont déjà tant fait pour assurer le succès de l'industrie mécanique aux États-Unis.

Les relations cordiales. — A mon avis, les patrons britanniques pourraient avec avantage copier les méthodes de leurs concurrents américains en ce qui concerne la façon dont ils traitent leurs employés. Les cordiales et même

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

amicales relations qui se sont établies entre la direction et la population ouvrière dans les grandes usines américaines des États-Unis sont une révélation pour le visiteur d'outre-mer.

Avec le développement de ces relations amicales, a pris naissance un sentiment de sécurité chez les travailleurs. Ils sont plus contents, plus certains de recevoir de l'industrie une part plus grande qu'autrefois de ce qu'ils y ont mis.

Les méthodes les plus nouvelles. — Leur collaboration avec leurs patrons pour l'application de méthodes les plus nouvelles et pour l'organisation des ateliers a eu un heureux résultat pour eux-mêmes, pour leurs patrons et pour leur industrie.

Signé : SAM RATCLIFFE.

M. C. WILKINSON, *tourneur*,
membre de l'Amalgamated Engineering Union.

Les gros salaires et la prospérité. — Le secret de la prospérité actuelle des États-Unis réside dans les gros salaires. C'est un point sur lequel les patrons comme les chefs des syndicats sont généralement d'accord. Pendant la tournée, nous avons visité environ 40 usines de l'industrie mécanique, production en masse, mécanique générale, et force motrice.

Nous avons été à même de recueillir des ouvriers et des chefs tous les renseignements que nous désirions en ce qui concerne les salaires, les heures et les conditions de travail. A mon avis, l'un des caractères les plus sympathiques de la vie industrielle américaine est l'étroite collaboration qui existe entre les ouvriers et la direction.

L'équipement le plus perfectionné. — Le patron américain étudie les progrès des méthodes de fabrication et il les applique. Il peut toujours trouver une place pour la machine du dernier type. Il étudie toutes les méthodes qui conviennent le mieux pour la suite des opérations, avec l'idée de concentrer l'activité des hommes sur le travail de production et d'employer les appareils mécaniques de manutention pour soulever et déplacer.

Une machine à aléser dont je regardais le fonctionnement était pourvue d'une plate-forme qu'un homme pouvait faire monter ou descendre en touchant un levier pour se mettre dans la position dans laquelle il pouvait travailler le plus confortablement. L'air comprimé est très employé pour débarrasser de copeaux les montages et les moules, ce qui procure une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

économie de temps et ménage les mains et les doigts des ouvriers. L'opérateur sur machine a toujours un outil de rechange tout prêt pour le cas où le sien se casserait. Chaque pouce de l'atelier est convenablement utilisé et les différents types de machines sont disposés de façon que l'objet fabriqué s'achemine continuellement vers le montage. Les machines à fraiser, dans beaucoup de cas, tiennent la place des étaux limeurs et des machines à raboter. Sur un bloc de cylindres, j'ai vu cinq fraises en prise. Par cette méthode, le patron obtient une production de 100 p. 100 au lieu de 50 p. 100, comme ce serait le cas si l'ouvrier devait attendre pour ses outils ou ses fraises, ou être arrêté de toute autre manière qu'on puisse éviter. Ceci s'applique aussi au système de transporteur en usage dans la production en masse.

On ne cherche pas à faire des économies dans la fabrication et la conception des montages et des matrices. On nous a montré une matrice dont la fabrication avait coûté 2.000 livres (320.000 fr), et on nous a dit que son utilité justifiait cette dépense. L'emploi des montages est une source de grandes économies. Ils dispensent de tracer le travail en même temps qu'ils garantissent l'exactitude et donnent des pièces interchangeables.

Les usines sont généralement bien éclairées et bien ventilées.

Les œuvres sociales des différents établissements que nous avons visités m'ont donné l'impression que le patron cherche à amener les ouvriers à s'intéresser à la prospérité de la maison.

Un salaire « d'économies ». — Les salaires types sont élevés, la moyenne étant 5 à 6 livres pour un opérateur, et de 8 à 9 livres pour un homme habile.

Le prix de la vie, non compris les loyers et peut-être l'habillement paraît être d'environ 50 p. 100 au-dessus du nôtre. Je considère que le salaire payé à l'ouvrier américain est tellement au-dessus de ce qui constitue un salaire « gagne-pain » qu'on peut bien l'appeler un salaire « d'économies ». Ce salaire lui permet certainement de vivre très confortablement et en même temps il augmente sa puissance d'achat.

Les patrons américains ont appris qu'il est de bonne politique de payer de gros salaires. De mauvaises conditions de travail dans les ateliers, disent-ils, signifient maigres bénéfices pour le patron.

Si nous avions l'énergie électrique de l'Amérique, et quelques-unes de ses meilleures machines, avec la bonne entente qui existe certainement entre les ouvriers et les dirigeants des usines des États-Unis, nous pourrions nous aligner avec ce qu'il y a de mieux au monde. Nous avons les hommes. La preuve en est qu'un grand nombre d'ouvriers habiles qui ont quitté la Grande-Bretagne, ont maintenant des situations importantes aux États-Unis.

Signé : C. WILKINSON.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. A. A. WILDMAN, *tourneur d'outillage et ajusteur, membre de l'Amalgamated Engineering Union.*

Gros salaires et organisation. — Le secret des gros salaires est uniquement une question de développement de l'industrie électrique, d'organisation des usines et de l'affectation de chaque homme à la place qu'il doit occuper.

Les relations cordiales. — Dans toutes les usines que j'ai visitées, j'ai été frappé des relations cordiales qui existent entre les dirigeants et les ouvriers. Le fait que les directeurs et les chefs de fabrication sont invariablement sortis du rang montre que l'habileté et le zèle au travail sont rapidement appréciés et récompensés.

La force motrice à bon marché. — Le développement des stations de force et de lumière électrique a donné à l'atelier la force motrice à bon marché, des transports économiques et ont allégé le travail non seulement de l'opérateur dans l'atelier, mais aussi de la ménagère. Un conseil, nommé par le Gouvernement, exerce un contrôle sévère sur les conditions dans lesquelles l'énergie électrique est produite et distribuée, ainsi que sur le prix auquel elle est vendue au consommateur, les profits de ces entreprises étant strictement limités.

L'ouvrier actionnaire. — Les membres de la Mission ont appris avec beaucoup d'intérêt que des facilités étaient accordées par les grandes affaires à leurs ouvriers pour acheter des actions à des conditions sensiblement plus avantageuses que celles dont jouissent les étrangers. On profite largement de ces facilités, particulièrement dans les stations de force motrice électrique.

Ateliers bien équipés. — La grande production dans les usines d'automobiles est rendue possible par l'importance des usines, les machines les plus récentes, des ateliers bien éclairés et bien ventilés et l'adoption d'un système parfait de transporteur et de truck tournant. Le matriçage remplace rapidement les moulages de fonte et d'acier, l'étampage étant fait avec une rapidité et une précision merveilleuses.

Pas de machines « définitives ». — Il serait impossible d'énumérer les opérations variées exécutées par les machines étudiées spécialement et par les montages ingénieux dont elles sont munies. Il suffira probablement de dire que toutes les machines dont il est fait usage pour la production en masse sont à l'épreuve des maladroits, qu'elles sont conduites par des manœuvres inhabiles, qu'on leur fait donner tout ce qu'elles peuvent et qu'on les met à la ferraille dès qu'une machine plus efficace a été produite.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Condition de l'ouvrier américain et de l'ouvrier britannique. — On a profité de toutes les occasions pour établir une juste comparaison entre la condition des ouvriers en Grande-Bretagne et aux États-Unis en posant des questions à ceux qui avaient une expérience récente des deux pays; il en résulte que les salaires sont généralement trois fois plus élevés aux États-Unis qu'en Grande-Bretagne. Les souliers, les vêtements et les loyers sont les éléments les plus coûteux du budget de l'ouvrier. Les gens qui m'ont renseigné, qui m'étaient personnellement connus, ont affirmé qu'ils ne travaillaient pas plus dur aux États-Unis qu'ils ne le faisaient dans notre pays.

Mon désir le plus sincère est qu'il résulte quelque chose de bon de notre visite; que la mission ait fait quelque chose pour rendre la vie des ouvriers un peu plus belle qu'elle ne l'est à présent.

Signé : ALF. A. WILDMAN.

M. E. H. GILL, *constructeur en fer,*
membre de l'United Society of Boilmakers and Iron and Steel Shipbuilders.

Les gros salaires. Formation pour une opération difficile. — Pendant ma visite aux entreprises de mécanique aux États-Unis j'ai noté les faits suivants. On s'attend à ce que les employés gagnent tout ce qu'ils peuvent, on les y encourage et on les aide à y arriver. Les manœuvres qui le désirent reçoivent une formation qui leur permet de faire une seule opération difficile avec une augmentation correspondante de salaire. Des relations cordiales existent entre les patrons et les ouvriers.

Chantiers semblables à ceux du Nord de l'Angleterre. — La construction en fer, bien que ce soit la branche la plus importante de l'industrie métallurgique des États-Unis, a ses centres principaux dans des districts qui ne pouvaient pas être compris dans notre itinéraire et, en conséquence, il ne m'a été possible de visiter qu'un petit nombre de chantiers dans lesquels on faisait de la construction de ponts et de bâtiments. Ces ateliers étaient bien construits et c'étaient des affaires importantes, qui ne différaient pas notablement des établissements du Nord de l'Angleterre faisant la même classe de travail.

Pas d'apprentis. — Partout où cela est possible, le travail manuel est remplacé par la machine et il y a une absence frappante d'apprentis et de petites mains. En Amérique peu d'enfants sont disposés à faire un apprentissage. Ils aiment à garder leur liberté et à aller d'une maison dans l'autre, gagnant bien dans tous les travaux qui conviennent à leur fantaisie. C'est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour cette raison que dans les chantiers de construction de ponts j'ai trouvé des hommes faisant des travaux qui, ici, sont habituellement faits par de jeunes garçons. Ces hommes reçoivent de gros salaires parce que les patrons américains sont convaincus que meilleur est le salaire que l'ouvrier est mis en mesure de gagner, meilleur est le profit du patron et de l'ensemble de la communauté, puisque plus les salaires sont élevés et meilleure est sa manière de vivre. Les gros salaires payés aux États-Unis sont certainement un stimulant pour la grande production dans toutes sortes d'industries.

Qualité inférieure de la main-d'œuvre américaine. — La qualité du travail américain, dans ma partie, est à mon avis, plutôt en dessous du travail standard exigé en Grande-Bretagne. Le marquage et le travail à la machine par exemple, ne sont pas aussi précis que les nôtres. Il en résulte que les éléments de la construction sont généralement portés par les rivets et n'ont pas l'assise solide nécessaire à un travail fini. Les trous sont poinçonnés au lieu d'être percés au foret, et, comme cela est inévitable, ne sont pas toujours bien alignés. Dans certains exemples de construction de ponts, j'ai remarqué cinq hommes sur une machine à river. En Angleterre, deux hommes et deux gamins auraient suffi pour faire un travail semblable.

Il a été assez difficile de se rendre compte du principe d'après lequel les salaires sont calculés. Dans les ateliers à « porte ouverte », le marchandage individuel est la règle. En conséquence, il paraissait exister une grande variété de taux de salaires.

J'ai reconnu que le salaire moyen dans ces ateliers étaient de 3 shillings l'heure pour une semaine de 50 heures. Dans un atelier de construction de Chicago, atelier de trade union, j'ai rencontré un homme de Derby, aux États-Unis depuis 16 ans, et qui est toujours membre de l'International Boilermakers Society of America. Il m'a dit que les conditions du travail dans l'atelier étaient bonnes et que les salaires étaient les suivants : Riveteurs et tôliers 3 shillings 9 pence par heure, faiseurs de gabarits 3 shillings par heure pour une semaine de 40 heures.

J'ai trouvé que les conditions de travail étaient à peu près les mêmes que les nôtres, que le salaire minimum pour les manœuvres inhabiles était 1 shillings 10 pence par heure et qu'on ne fait rien pour empêcher l'ouvrier qui a l'habileté nécessaire de gagner tout ce qu'il peut.

Les gros salaires payés à cette classe de travail peuvent être attribués à ce que la maison veut conserver à son service des hommes sur lesquels elle puisse compter, et les paye bien pour les empêcher de s'en aller dans les ateliers de production en masse comme ceux de l'automobile.

Signé : E. H. GILL.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RECHERCHES SUR LE PLATRE [1].

par

M. L. CHASSEVENT,
docteur ès sciences.

Le plâtre n'avait pas été ces dernières années l'objet de recherches aussi nombreuses que le ciment. Cependant, les renseignements fournis par différents auteurs étaient contradictoires sur beaucoup de points.

Nous avons cherché au cours de ce travail à étudier d'une façon détaillée les différents phénomènes qui ont lieu pendant la prise du plâtre et à déduire des résultats de cette étude quelques applications et renseignements industriels.

Étude de la prise du plâtre. — On constate, lorsque l'on ajoute quelques grains de plâtre à une goutte d'eau placée sous le microscope, que les grains de plâtre se dissolvent et qu'il se forme d'autre part des cristaux. L'hydratation de plâtre est donc due à des phénomènes de dissolution et de cristallisation. L'étude de la composition de la solution peut donc permettre de suivre la marche de la réhydratation du plâtre.

M. Le Chatelier a expliqué la prise par la formation au contact du sulfate de chaux semi-hydraté, qui constitue le plâtre à mouler, de solutions sursaturées qui laissent déposer des cristaux de gypse dont la forme allongée et l'enchevêtrement favorisent la cohésion.

Nous avons étudié, au moyen de la mesure de la résistance électrique, la composition de la solution qui se forme au contact du plâtre [2]. La calorimétrie nous a permis de vérifier les interprétations des résultats de l'étude de la solution.

Le plâtre anhydre préparé en dessous de 300° fournissait au contact de l'eau une solution dont la concentration augmentait rapidement jusqu'à une valeur où elle se maintenait fixe. Après une vingtaine de minutes, la cristal-

(1) Recherches exécutées dans les laboratoires de l'École nationale supérieure des Mines de Paris et pour lesquelles l'auteur a reçu une subvention de la Société d'Encouragement.

(2) Pour plus de détails voir notre thèse de doctorat, 1926, *Recherches sur le sulfate de chaux*, et *Annales de Chimie*, 1926.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lisation commençait et la concentration de la solution diminuait pour arriver finalement à la solubilité du gypse (courbe I, fig. 1).

Le gypse déshydraté à 145° jusqu'à perte d'eau correspondant au semi-hydrate, fournissait une solution dont la concentration maxima n'était que très peu inférieure à celle obtenue avec le plâtre anhydre. Mais le maximum n'était plus un palier, du fait que ce plâtre retenait des germes de gypse qui amorçaient la cristallisation (courbe II, fig. 1).

L'étude calorimétique de l'hydratation nous a montré que le sulfate de chaux anhydre cuit en dessous de 300°, se transforme instantanément au contact de l'eau en semi-hydrate qui fournit une solution saturée de ce corps (palier de la courbe I). Cette solution instable, sursaturée par rapport au gypse, reste un certain temps sans cristalliser. Nous avons pu ainsi préparer des solutions saturées de semi-hydrate et déterminer la courbe de solubilité de 0° à 97° de ce corps. Cette courbe, représentée dans la figure 2, montre que la différence entre la solubilité du gypse et celle du semi-hydrate (sursaturation) est d'autant plus grande que la température est plus basse.

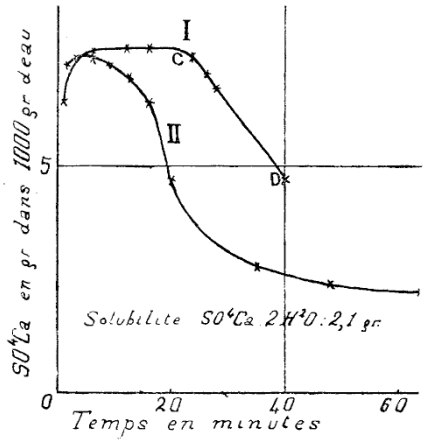


Fig. 1. — Variation de la composition de la solution pendant l'hydratation du plâtre. (Dissolution à 30°).

L'étude de la composition de la solution et celle du dégagement de chaleur nous ont conduit aux conclusions suivantes :

La prise du sulfate anhydre cuit en dessous de 300° se fait en trois temps :

1° transformation totale et immédiate au contact de l'eau du sulfate anhydre en semi-hydrate et dissolution de ce corps jusqu'à saturation ;

2° temps d'arrêt pendant lequel il n'y a pas d'échange entre le liquide et le solide ;

3° cristallisation du gypse et dissolution du semi-hydrate non dissous dans la première phase jusqu'à transformation totale en gypse.

Le début de la cristallisation correspond au début de la prise. Il se manifeste par une élévation de température de la masse et par une diminution de la concentration de la solution.

La prise du semi-hydrate se fait dans des conditions différentes suivant qu'il est exempt ou non de gypse. Le gypse déshydraté rapidement à 145° en creuset couvert jusqu'à une perte d'eau correspondant à la formation du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

semi-hydrate contient encore des germes de gypse qui amorcent la cristallisation dès l'addition d'eau. Il y a alors simultanément dissolution du semi-hydrate et cristallisation du gypse. Au contraire, le semi-hydrate obtenu par rehydratation à l'air de gypse déshydraté lentement et au delà du semi-

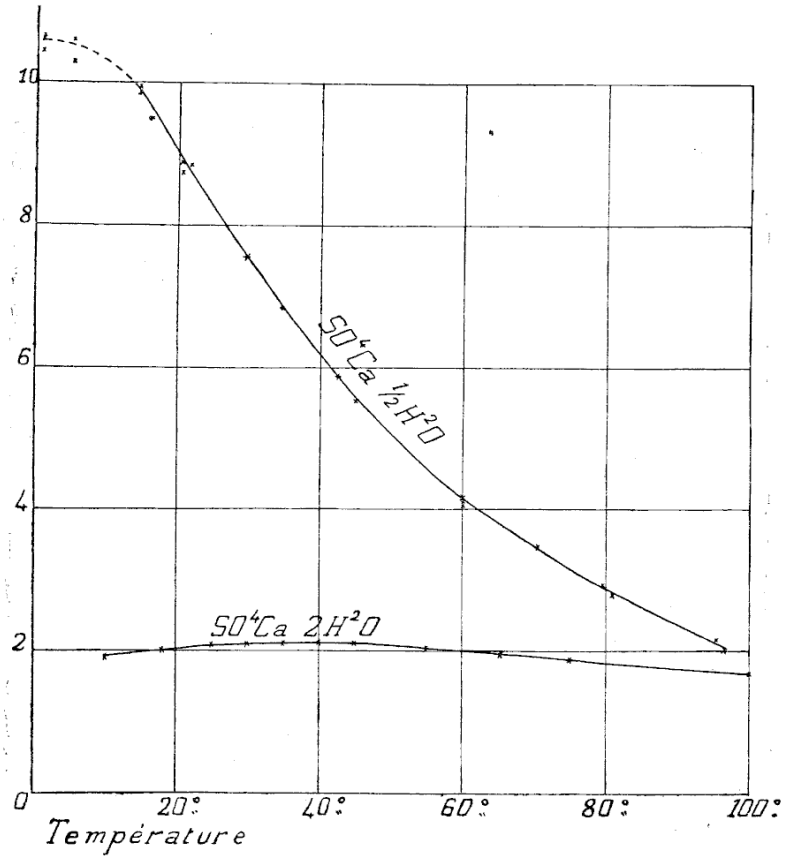


Fig. 2. — Courbe de solubilité de $SO^4Ca.\frac{1}{2}H^2O$.

hydrate, fournit une solution saturée de semi-hydrate qui reste un certain temps sans cristalliser.

Influence de la température de cuisson sur la vitesse d'hydratation du plâtre. — MM. Jolibois et Lefebvre [3] ont observé que le gypse ne se déshydrate que très lentement au delà du semi-hydrate dans une atmosphère d'eau sous la pression atmosphérique, de 108° à 160°, tandis que dans l'air sec à toute

(3) *C. R. Académie des Sciences*, 1923, t. 170, p. 1327.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

température ou dans la vapeur d'eau au-dessus de 200°, il se forme du sulfate anhydre.

Nous avons constaté que le plâtre anhydre s'hydrate toujours de la même façon tant que sa température de cuisson ne dépasse pas 300°. Puis, entre 300° et 313°, il y a transformation du sulfate anhydre en une nouvelle variété qui s'hydrate d'autant plus lentement au contact de l'eau que la température de cuisson a été plus élevée. L'hydratation est totale après une heure environ pour le plâtre cuit en dessous de 300° tandis qu'elle nécessite

57 heures	pour	un	plâtre cuit	à 350°
96	—	—	—	de 400° à 600°.
300	—	—	—	à 700°
Plus de 380	—	—	—	à 1.000°.

La température de 300° peut donc être considérée comme la limite au dessus de laquelle il se forme des surcuits. Tous les plâtres cuits au-dessus de 300° fournissent des solutions sursaturées qui permettent au plâtre de faire prise en le maintenant sous l'eau. Ces plâtres, abandonnés à l'air après gâchage, perdent d'autant plus facilement l'eau par écoulement que leur température est plus élevée. Cette action, s'ajoutant à l'évaporation, il en résulte que, dans la plupart des cas, les plâtres cuits au-dessus de 600° sont secs bien avant leur réhydratation totale (fig. 3)

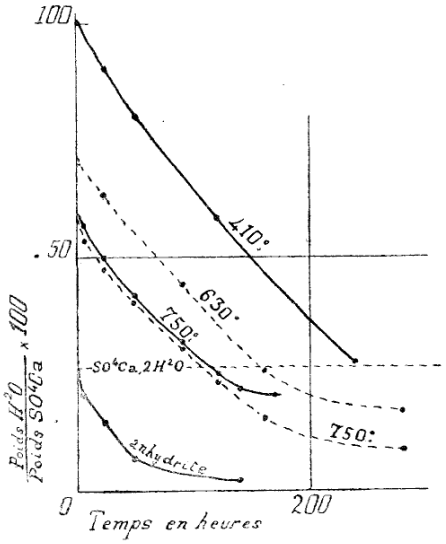


Fig. 3. — Perte d'eau après gâchage de plâtres cuits à différentes températures.
Traits pleins : plâtres préparés à partir de sulfates précipités.
Traits pointillés : plâtre du commerce recuit.

Le sulfate anhydre surcuit se trouve principalement dans le plâtre cuit au four culée où la partie inférieure de la masse se trouve directement au contact de la flamme. Les parties cuites entre 300° et 600° commencent à s'hydrater dès le gâchage. Il en résulte un début de prise rapide qui rend l'emploi du plâtre difficile; d'autre part les parties cuites au-dessus de 600° restent dans la plupart des cas comme matières inertes.

Étude de la vitesse de cristallisation des solutions sursaturées de sulfate de chaux. — La prise du plâtre est due, comme nous l'avons vu précédem-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment, à deux phénomènes : dissolution du plâtre et cristallisation du gypse. Nous avons étudié séparément ces deux phénomènes. Par action du plâtre cuit à 200° environ sur l'eau nous avons obtenu une solution saturée de ce semi-hydrate (sursaturée par rapport au gypse). Nous avons séparé cette solution du solide avant le début de la cristallisation, puis étudié la variation de la concentration en fonction du temps.

A 16°, la solution saturée de sulfate de chaux semi-hydraté restait 25 à 28 minutes sans cristalliser, quelles que fussent les précautions prises pour éviter les germes extérieurs. Il semble donc que ce temps peut être considéré comme la durée de conservation maxima du plâtre gâché à la température ambiante en l'absence de retardateurs de prise. Le début de la cristallisation de ces solutions saturées de semi-hydrate avait lieu après 65 minutes à 60° et après 85 minutes à 77° (4).

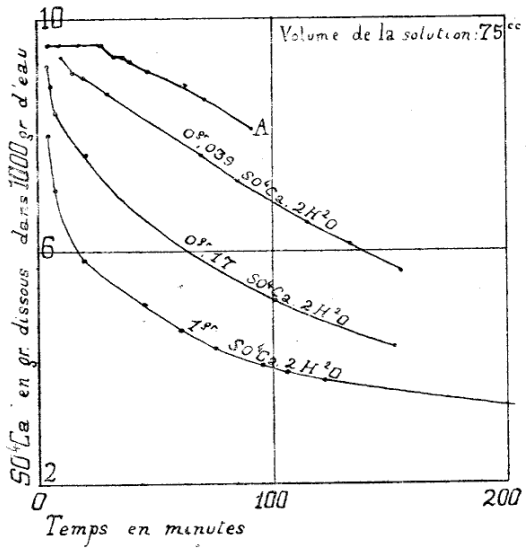


Fig. 4. — Cristallisation à 16°,5 d'une solution saturée de $SO^4Ca.\frac{1}{2}H^2O$.

Influence du gypse sur la vitesse de cristallisation. — Les parties de plâtre insuffisamment cuites contiennent du gypse. Ce corps amorce très activement la cristallisation des solutions sursaturées qui se forment au contact du plâtre. La figure 4 représente la cristallisation d'une solution saturée de semi-hydrate soit seule (courbe A) soit mise en présence de poids variables de gypse indiqués en face de chaque courbe.

L'influence de la température sur la vitesse de cristallisation de solutions saturées de semi-hydrate est représentée par la figure 5. Le gypse amorce activement la cristallisation à 16°,5, 30°, 40 et 50°. Au-dessus de 60°, les solutions sursaturées ne laissent déposer que très lentement des cristaux même en présence d'une quantité notable de gypse.

(4) Nous avons opéré dans l'étude des vitesses de cristallisation en présence d'air saturé d'eau. Si l'on maintient chaud du plâtre gâché à l'air libre, l'évaporation provoque la formation de germes de gypse et une accélération de la vitesse de dessiccation du plâtre. Le début de prise et la vitesse de durcissement passent alors en fonction de la température par un maximum variable avec la surface et les conditions d'évaporation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Influence des sels, des bases et des acides sur la vitesse d'hydratation du plâtre. — Nous avons étudié calorimétriquement l'influence de différents corps dissous sur la vitesse d'hydratation du plâtre. Nous avons pris comme produit initial le sulfate de chaux anhydre cuit à 200°. Ce corps se transformant en semi-hydrate exempt de germes au contact de l'eau nous avions ainsi un produit identique d'une expérience à l'autre tandis que le semi-

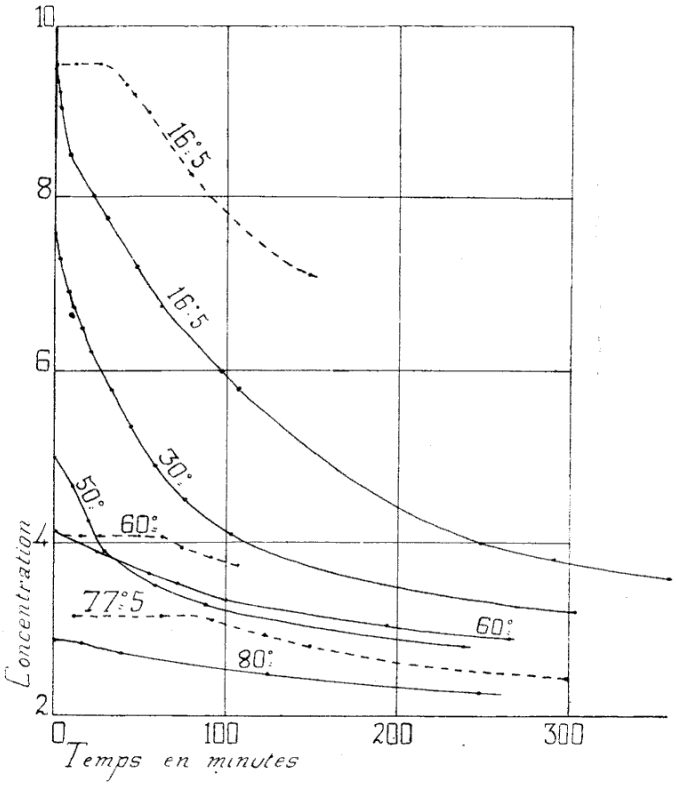


Fig. 5. — Vitesses de cristallisation de solutions saturées de $SO^4Ca.\frac{1}{2}H^2O$.
Trait plein : 75 cm³ de solution plus 0,17 g de $SO^4CA.2H^2O$.
Trait pointillé : 75 cm³ de solution seule.

hydrate peut contenir en quantité variable des germes de gypse (poids de SO^4Ca, 2,47 g : eau, 100 cm³).

La marche de la température nous permettait de suivre facilement l'hydratation. Elle nous renseignait en même temps sur l'existence de réaction entre le sel dissous et le sulfate de chaux.

Le sulfate et le chlorure de potassium agissent de la même façon sur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'hydratation du plâtre. Ces corps accélèrent la cristallisation et diminuent la durée pendant laquelle la solution sursaturée reste sans cristalliser.

Les courbes calorimétriques sont représentées dans les figures 6 et 7.

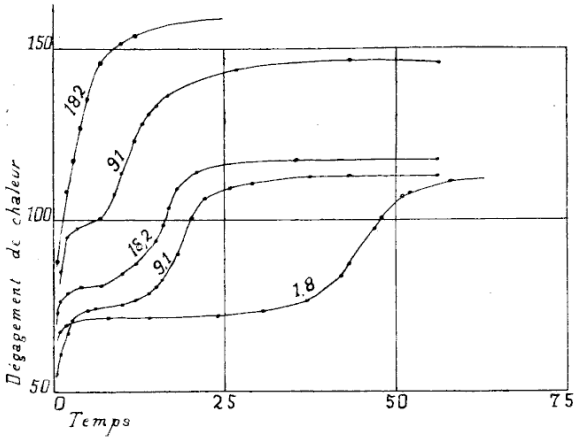


Fig. 6. — Influence du chlorure de potassium.

Elles montrent que pour les solutions de concentration inférieure à 18,2 g de KCl et 24 g de SO^4K^2 par litre, il se forme uniquement du gypse, tandis que pour les solutions à 45 et 60 g de sulfate de potassium et 91 et 182 g de chlorure de potassium, il y a une réaction entre le sel dissous et le sulfate

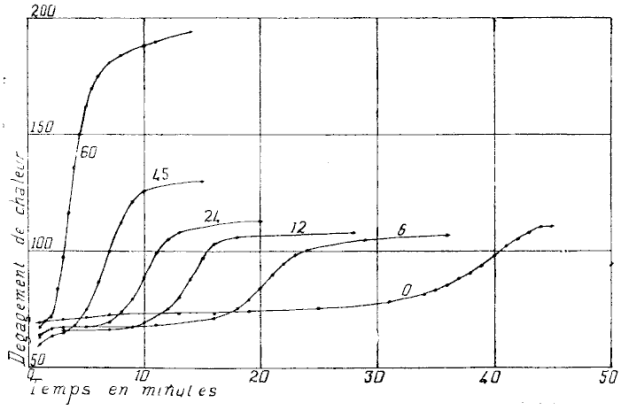


Fig. 7. — Influence du sulfate de potasse.

de chaux. L'étude de la solution et des cristaux nous a en effet montré que le chlorure de potassium et le sulfate de potassium étaient partiellement entraînés dans les cristaux, cette précipitation du sel dissous activant la cristallisation du plâtre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le sulfate d'alumine active la cristallisation du plâtre et reste entièrement en solution pour des concentrations inférieures à 160 g de $(SO^4)^3Al^2$ par litre.

L'action du sulfate d'alumine est beaucoup plus énergique avec un

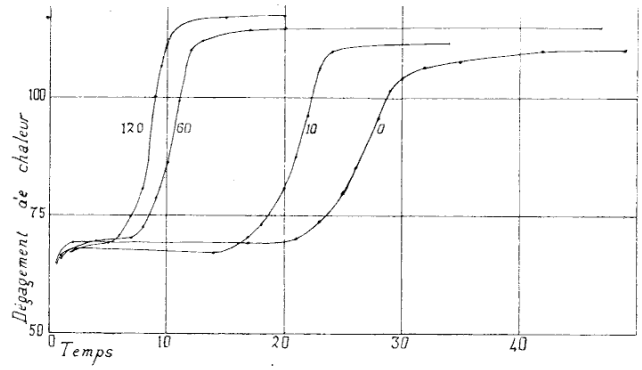


Fig. 8. — Influence de l'alun.

plâtre impur contenant de la chaux et du carbonate de chaux qu'avec un plâtre pur. La formation du précipité par action de la chaux sur le sulfate d'alumine amorce la transformation du plâtre en gypse.

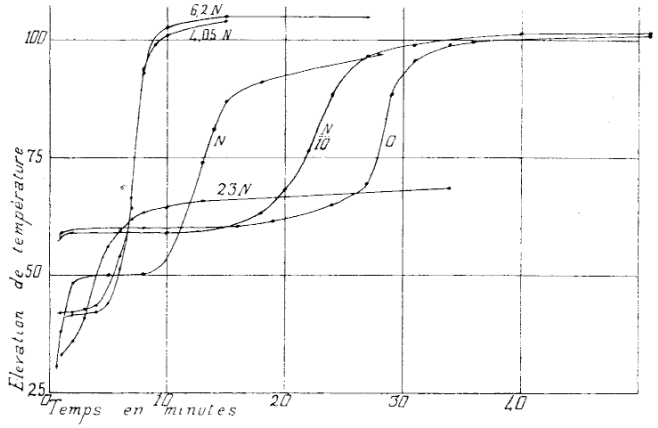


Fig. 9. — Influence de l'acide sulfurique.

L'action de l'alun et celle de l'acide sulfurique sont représentées par les figures 8 et 9.

Rohland a expliqué l'influence des sels sur la vitesse de prise du plâtre par la variation de la solubilité du gypse. Or nous avons constaté que des corps comme le sulfate et le chlorure de potassium, qui agissent en sens

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

contraire sur la solubilité du gypse et sur celle du semi-hydrate, ont une action de même sens sur la vitesse d'hydratation du plâtre. L'explication de Rohland est donc en défaut.

Les conclusions de nos expériences sur l'influence de corps dissous sur la vitesse d'hydratation du plâtre sont les suivantes :

1° Les corps qui augmentent la concentration de la solution en ions SO^4 diminuent la durée d'emploi du plâtre (début de prise) et accélèrent la cristallisation. Cette augmentation de la concentration en SO^4 peut être obtenue soit par la présence de sulfates solubles, soit par double décomposition entre la solution saline et le sulfate de chaux;

2° Les acides dilués ne donnant pas de précipités avec le sulfate de chaux accélèrent l'hydratation;

3° La cristallisation du gypse peut être amorcée et activée par une cristallisation accessoire telle que : la combinaison intermédiaire ou définitive du sel dissous avec le semi-hydrate ou le gypse (SO^4K^2 et KCl) ou par réaction entre le sel dissous et les impuretés contenues dans le plâtre (chaux et sulfate d'alumine).

Les essais des plâtres. — Analyse chimique. — On obtient à la sortie du four, suivant les conditions de cuisson du plâtre, un mélange de semi-hydrate, de gypse non cuit, de sulfate anhydre cuit en dessous de 300°, enfin de sulfate anhydre cuit au-dessus de 300°.

L'analyse chimique basée sur les différences entre les vitesses d'hydratation et de déshydratation de ces corps permet de déterminer les proportions de chacun d'eux. Malheureusement cette analyse ne fournit que des renseignements insuffisants sur les propriétés du mélange. Le gypse est déterminé par différence. Il est ainsi difficile de doser 1 à 2 p. 100 de gypse et, en telle proportion, ce corps fait varier considérablement le début et la vitesse de prise. D'autre part, le gypse agit plus ou moins énergiquement suivant sa répartition dans les grains et la grosseur de ceux-ci. Il en résulte que deux plâtres de même composition chimique peuvent avoir des propriétés différentes.

Méthode calorimétrique. — La méthode calorimétrique que nous avons employée permet de mesurer rapidement la vitesse d'hydratation d'un plâtre et par suite ses propriétés.

Nous reproduisons dans les figures 10 et 11 les résultats d'essais calorimétriques de plâtres préparés dans des conditions différentes (poids de plâtre correspondant à 2,47 g de SO^4Ca, eau 100 cm^3). La courbe 1 de la figure 10 a été obtenue avec du sulfate précipité insuffisamment cuit. Cette

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

courbe calorimétrique ne présente pas de palier. La cristallisation (prise) commençait dès l'addition d'eau et la quantité de chaleur dégagée indique que ce plâtre ne contenait que 44 p. 100 de produit actif (semi-hydrate). La courbe 2 a été obtenue avec du sulfate précipité cuit dans la vapeur d'eau. Il contenait encore du gypse qui amorçait la prise.

Par cuisson de plus en plus longue nous avons obtenu des plâtres dont les courbes calorimétriques étaient de plus en plus aplaties (prise de moins en moins rapide).

La courbe 4 a été obtenue avec du sulfate de chaux déshydraté totale-

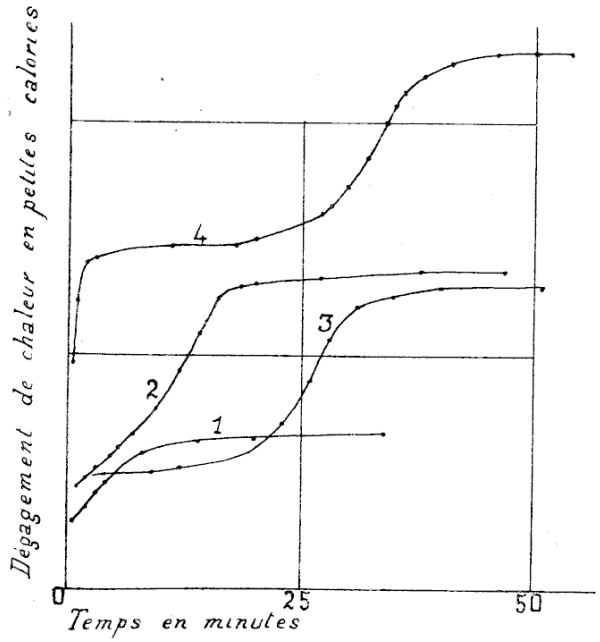


Fig. 10. — Étude calorimétrique de plâtre préparé à partir de sulfate précipité.

ment à 200° dans un courant d'air et conservé en bocal bouché jusqu'au moment du gâchage. Ce plâtre se transformait immédiatement au contact de l'eau en semi-hydrate (1er dégagement de chaleur) puis commençait à faire prise après 18 minutes. Ce même plâtre déshydraté à 200°, abandonné à l'air après cuisson, s'hydratait partiellement et il ne contenait plus, lors du gâchage, de sulfate anhydre ainsi que l'indique la courbe 3. Les courbes calorimétriques de la figure 11 se rapportent à des plâtres préparés à partir de pierre à plâtre sensiblement pure. (Courbe A : plâtre cuit à 145° dans une atmosphère de vapeur d'eau; — Courbe C : plâtre cuit à 200° dans un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

courant d'air; — Courbe B : plâtre cuit à 200°, laissé à l'air avant gâchage; — Courbe D : plâtre grossier du commerce à prise rapide).

La forme des courbes calorimétriques et les dégagements de chaleur observés permettent de déterminer rapidement le début de prise, la vitesse de transformation en gypse et la composition d'un plâtre donné.

La vitesse de prise peut être exprimée par la quantité de plâtre transformée en gypse après 5, 10, 20, ..., n minutes (la transformation de 1 g de semi-hydrate en gypse dégage 25 calories).

L'aiguille de Vicat ne fournit au contraire que des renseignements

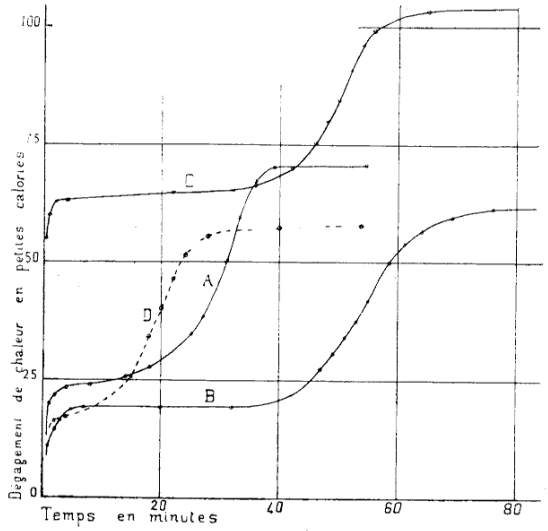


Fig. 11. — Étude calorimétrique des plâtres préparés à partir de pierre à plâtre.

incomplets sur la vitesse de prise d'un plâtre. Le début de prise fournit bien une indication sur la variation de la plasticité de la pâte bien que ce début de prise varie légèrement avec la quantité d'eau de gâchage. Mais la hauteur à laquelle cette aiguille se maintient au-dessus du fond du moule ne permet pas de représenter la prise en fonction du temps. Cette hauteur est en effet essentiellement variable avec la proportion d'eau de gâchage et des plâtres gâchés avec beaucoup d'eau (70 à 80 p. 100 de plâtre) n'indiquent pas avec l'aiguille de Vicat une fin de prise après plusieurs heures tandis que l'hydratation est achevée après une heure environ (pour des plâtres ne contenant pas de surcuit). L'observation du dégagement de chaleur permet au contraire de suivre facilement l'hydratation d'un plâtre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Essais de résistance mécanique des plâtres. — Nous avons étudié l'influence de la quantité d'eau de gâchage sur la résistance à la compression d'un plâtre à mouler :

POIDS D'EAU POUR 100 G DE PLATRE	RÉSISTANCE A LA COMPRESSION D'UN CYLINDRE DE 3 CM DE DIAMÈTRE ET 3 CM DE HAUTEUR		DENSITÉ APPARENTE
	après 24 heures.	après 7 jours à l'air.	
45	690 kg (5)	1.300 kg 1.150 —	1,46
50	550 —	1.050 —	1,375
60	400 — 430 —	840 —	1,23
70			1,115
80	250 — 260 —	580 — 620 —	1,02
90			0,94
100		400 —	0,87

(5) Soit 98 kg : cm².

L'augmentation de résistance de 1 à 7 jours provient uniquement de la dessiccation à l'air, l'hydratation de ce plâtre étant terminée après une heure environ. La résistance à la compression du plâtre complètement rehydraté diminue par immersion dans l'eau (125 kg : cm² — 56 après conservation une semaine dans l'eau saturée de gypse). Les résistances d'un plâtre sont donc essentiellement variables suivant les conditions de conservation des éprouvettes d'essai (air libre ou flacon bouché, grandeur des éprouvettes, etc). Nous avons employé pour les essais à 24 heures des éprouvettes conservées en flacons humides et pour les essais à 7 jours des éprouvettes complètement sèches.

Nous avons représenté sur la figure 12, en fonction de la quantité d'eau de gâchage, les variations correspondantes de la densité apparente et de la résistance à la compression du plâtre (résistance totale en kilogrammes pour un cylindre de 7,05 cm² de section).

L'étude de la densité apparente d'un plâtre ayant fait prise peut fournir des renseignements sur les conditions d'emploi. En effet, certains travaux ne satisfont pas aux exigences demandées. Il est donc intéressant de pouvoir déterminer les causes de l'insuffisance du durcissement. Le défaut de durcissement d'un plâtre provient soit de la présence de parties surcuites qui ne sont pas encore rehydratées lors de la dessiccation totale de la masse, soit de la mauvaise exécution du travail.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On peut se rendre compte facilement de la présence dans le plâtre de surcuits ou de matières inertes (analyse et augmentation de poids avec le temps de la poudre recouverte d'eau).

La mauvaise exécution d'un travail en plâtre est due généralement à l'addition d'un excès d'eau de gâchage (plâtre ayant déjà fait prise gâché à nouveau, plâtre éventé, etc.). Cet excès d'eau provoque après dessiccation une

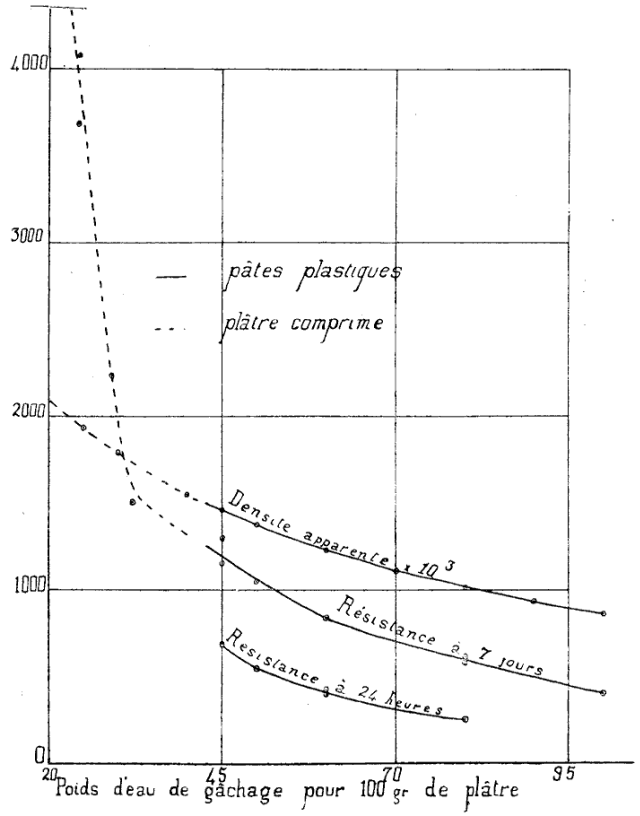


Fig. 12. — Variation de la densité apparente et de la résistance à la compression du plâtre en fonction de la quantité d'eau de gâchage.

augmentation du volume des vides et par suite une diminution de la résistance. La détermination de la densité apparente d' et de la densité spécifique d d'un plâtre renseigne sur les conditions d'emploi ($d = 2{,}32$ pour un plâtre ayant fait prise et ne contenant pas de surcuits ou de matières étrangères). Le rapport $\frac{d}{d-d'}$ fournit la proportion des vides dans le morceau de plâtre durci étudié. Une proportion supérieure à 52 p. 100 correspond à un gâchage fait à raison de plus de 70 g d'eau pour 100 g de plâtre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

APPLICATIONS. — I. — *Plâtre comprimé* [6]. — La transformation de 100 g de plâtre à mouler (semi-hydraté) en gypse exige 18,6 g d'eau. Pratiquement on ajoute 45 à 60 g d'eau pour obtenir une pâte se coulant facilement. Le produit ainsi obtenu est très poreux.

Nous avons préparé un plâtre ayant le moins de vides possible après durcissement de la façon suivante : nous avons comprimé du plâtre additionné d'eau en proportion voisine de celle correspondant à l'hydratation. Le plâtre obtenu dans ces conditions présente l'aspect du marbre. La finesse de grains et sa compacité nous ont permis de faire des moulages (médailles, cachets) beaucoup plus fins que ceux obtenus avec le plâtre ordinaire qui est très poreux après durcissement.

Les résultats ci-dessous montrent que la résistance à la compression du plâtre à mouler comprimé croît très rapidement avec sa densité apparente.

Résistance à la compression.	Densité apparente.
320 kg : cm²	1,82
440 —	1,92
620 —	2,01
970 —	2,18

L'albâtre naturel qui a une densité apparente voisine de 2,32 a une résistance inférieure à celle du plâtre comprimé (180 kg : cm²). Cette différence est due à ce fait bien connu que des gros cristaux agglomérés fournissent une résistance plus faible que des cristaux fins enchevêtrés.

Remarquons également que le plâtre comprimé de densité apparente supérieure à 2 a une résistance supérieure à celle d'un ciment Portland conservé deux mois sous l'eau (600 kg : cm²).

Conservation des pâtes de plâtre avant l'emploi [7]. — La rapidité de prise du plâtre rend son emploi difficile. Il suffit d'une petite quantité de plâtre ayant fait prise dans les récipients servant au gâchage pour que le durcissement commence dès l'addition d'eau. Il en résulte que l'on ajoute presque toujours un excès d'eau afin de disposer d'un temps suffisant pour l'emploi.

La rapidité de prise du plâtre ne permet pas d'utiliser des appareils mécaniques pour le gâchage et l'application mécanique du plâtre. Les quelques essais exécutés dans ce but ont tous échoué. Les organes en mouvement se coinçaient rapidement et les canalisations étaient obstruées.

Nous avons vu précédemment que la rapidité de prise du plâtre dépend de deux phénomènes simultanés qui se limitent réciproquement.

1° La vitesse de dissolution du semi-hydrate ;

(6) Procédé breveté.
(7) Procédé breveté.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2° La vitesse de cristallisation du gypse.

L'étude de la vitesse de cristallisation nous a montré que celle-ci devient très petite au-dessus de 60°. Elle est environ 30 fois moindre à 80° qu'à 16° pour des solutions à peu près saturées de semi-hydrate. D'autre part, les cristaux déposés à 80° n'agissent pas sensiblement sur la vitesse de cristallisation. La concentration de la solution ne s'abaisse que très lentement au-dessous de la solubilité du semi-hydrate. La solution étant presque saturée de semi-hydrate, le plâtre ne se dissoudra que très lentement. Il faudra donc beaucoup plus de temps au-dessus de 60° qu'à la température ambiante pour que tout le plâtre passe en solution; en d'autres termes, l'action de l'eau sur le plâtre doit être très lente au-dessus de 60°.

Ces conclusions nous ont conduit à étudier la prise du plâtre au-dessus de 60°. Le plâtre gâché avec de l'eau bouillante conservait sa fluidité tant que sa température restait supérieure à 65°.

Le plâtre chaud faisait prise par refroidissement. La conservation pendant plusieurs heures au-dessus de 65° du plâtre gâché dans les conditions que nous avons indiquées ne diminue pas sa résistance ainsi que l'indiquent les résultats suivants :

Résistance à la compression de plâtre à mouler gâché à raison de 100 g pour 55 g d'eau et conservé liquide pendant :

Résistance à la compression (kg : cm²)	0 heure.	1 heure.	2 heures.	6 heures.
Après 24 heures		80		80 85
— 48 —				125
— 7 jours	170	180	170 180	185

Ce même plâtre gâché à froid avec la même quantité d'eau offrait une résistance à la compression :

à 24 heures. . . . . de 73 kg : cm².
à 7 jours . . . . . de 147 —

La présence de sels activant la prise n'empêche pas l'application de ce procédé. Ces corps ne font qu'activer la prise par refroidissement. Il en est de même avec le gypse. Nous avons ainsi conservé pendant plusieurs heures avant l'emploi du plâtre additionné de 5 p. 100 de plâtre ayant fait prise et finement broyé.

Ce procédé présente les avantages suivants : il permet de conserver du plâtre gâché employé au cours d'un travail de plusieurs heures. Il évite la prise du plâtre dans les canalisations et récipients et permet ainsi le gâchage et l'application mécanique du plâtre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE DU 30 OCTOBRE 1926

Présidence de M. MESNAGER, *président.*

La séance est ouverte à 17 h.

Les procès-verbaux des séances des 15, 20 et 29 mai sont adoptés.

Sont présentés pour devenir membres de la Société :

M. ARNU (Charles), ingénieur, chef du service des fours à coke des Usines de Neuves-Maisons (Meurthe-et-Moselle), présenté par MM. Ch. Berthelot et E. Lemaire;

M. BECQ (Jean), ingénieur aux usines Farman, 1, rue Théophile-Gautier, Neuilly-sur-Seine (Seine), présenté par le général Ferrié et M. G. Sautet;

M. SATET (Robert) (※), chef du contentieux au Comité des Forges et des Mines de fer de l'Est de la France, secrétaire de la Commission d'organisation scientifique de l'Union des Industries métallurgiques et minières, membre de la Taylor Society et du Conseil d'administration de la Conférence de l'Organisation française, 71, rue Damrémont, Paris (18e); présenté par M. de Fréminville (1927);

les ÉTABLISSEMENTS UNGEMACH, Société alsacienne d'Alimentation, 19, rue de Wissembourg, Strasbourg (Bas-Rhin), présentés par M. de Fréminville.

M. MESNAGER, *président.* — J'ai le plaisir de vous annoncer la promotion dans l'ordre de la Légion d'honneur de deux membres de notre Conseil : M. Léon GUILLET, qui a été promu commandeur, et M. James DANTZER, qui a été promu officier. Nous leur adressons nos félicitations chaleureuses.

M. MESNAGER, *président.* — Je suis heureux de vous faire savoir que nous avons reçu un don de mille francs qui nous est fait par les ÉTABLISSEMENTS

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Léo LÉVY et Alfred MONNIER (Lampe Yvel) dans les termes suivants : « Nous avons le plaisir de vous adresser sous ce pli un don de 1.000 francs dans le but de vous aider dans la tâche que vous avez jusqu'ici si bien remplie d'encourager les efforts des collaborateurs de notre industrie nationale. »

Puisque toute liberté nous est laissée pour la destination de ce don, nous le porterons au compte de notre *Bulletin*, poste le plus lourdement chargé de notre budget par suite du renchérissement des travaux d'impression, du papier et des frais d'affranchissement.

Nous avons reçu aussi d'un nouveau sociétaire, M. Michel SOHM, en même temps que sa cotisation, un don de 40 francs destiné à notre *Bulletin*.

Nous adressons nos vifs remerciements à ces donateurs et nous exprimons le souhait qu'ils trouvent de nombreux imitateurs.

MM. H. HITIER et Ch. DE FRÉMINVILLE, *secrétaires généraux*, présentent et analysent quelques-uns des ouvrages récemment entrés dans la Bibliothèque.

M. HITIER présente les ouvrages suivants :

La technique des affaires (Méthodes françaises et étrangères). I : *Les affaires nouvelles*, par L. CHAMBONNAUD. 3e édition. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1926;

Les essences de térébenthine, par G. DUPONT (Encyclopédie Léauté, 2e série). Paris, Masson et Cie, 120, boulevard Saint-Germain (6e); Gauthier-Villars et Cie, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1926;

Parasolier et *papier de parasolier*, par P. AMMANN, M. ARIBERT, A. BERTIN, F. BRETONNET, C. CHALOT, G. NOACHOVITCH, A. THIRIET, L. VIDAL (Bibliothèque de l'Institut national d'Agronomie coloniale). Paris, Librairie Émile Larose, 11, rue Victor-Cousin (5e), 1926;

Air liquide, oxygène, azote, gaz rares, par Georges CLAUDE. 2e édition. Paris, Dunod, 1926;

Ce qu'il faut savoir pour exporter, par E. HORSIN-DÉON. 2e édition. Paris, Dunod, 1926;

LIGUE GÉNÉRALE POUR L'AMÉNAGEMENT ET L'UTILISATION DES EAUX. — *Région du Sud-Est. Aménagement et utilisation des eaux*. Congrès de Grenoble-Lyon (16-22 juillet 1925). Rapports, discussions, vœux. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, Léon Eyrolles, 3, rue Thénard (5e), 1926;

Fabrication des matières plastiques. Origine, transformations, applications, par J. FRITSCH. Paris, Desforges, Girardot et Cie, 27 et 29, quai des Grands-Augustins (6e), 1926;

Matières colorantes. L'indigo et ses dérivés, par J. MARTINET (Encyclo-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pédie de chimie industrielle). Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1926;

Manuel de brasserie, par M. Picoux et V. Werquin (Bibliothèque professionnelle). Paris, J.-B. Baillière et fils, 1926;

Carrières, plâtrières, ardoisières, par Jean Cahen et Edmond Bruet (Bibliothèque professionnelle). Paris, J.-B. Baillière et fils, 1926;

Traité de chimie colloïdale, par Zsigmondy. Traduit sur la 3e édition allemande par J. Audy, C. Gazel et G. Lejeune. Paris, Dunod, 1926;

La chimie de la fabrication du cuir, par John Arthur Wilson. Traduction française par André Deforge. Paris, Dunod, 1926;

L'or et l'argent, par Albert Bordeaux (Encyclopédie minière et métallurgique). Paris, J.-B. Baillière et fils, 1926;

Manuel de blanchiment-teinture. II : *Chimie tinctoriale* (Teinture et apprêts), par Ch. Liénard-Fiévet (Bibliothèque professionnelle). Paris, J.-B. Baillière et fils, 1926;

Manuel de fabrication des briques, tuiles et produits réfractaires, par Alix Cornille (Bibliothèque professionnelle). Paris, J.-B. Baillière et fils, 1926;

L'Indochine. Ses richesses marines et fluviales. Exploitation actuelle, avenir, par A. Gruvel. Paris, Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, 17, rue Jacob (6e), 1925;

Pour le cimentier amateur ou professionnel. Procédés, recettes, formules, tours de mains, conseils et « trucs » divers pour la confection des travaux de ciment et béton armés, par A. Chaplet. Paris, Dunod, 1926;

La prostitution dans l'histoire, devant le droit, devant l'opinion, par N.-M. Boiron. Nancy-Paris-Strasbourg, Berger-Levrault, 1926;

Nomenclature des journaux et revues en langue française paraissant dans le monde entier, publiée par l'Argus de la Presse. Paris, Argus de la Presse, 37, rue Bergère (9e), 1926-1927;

Les fondements des mathématiques. De la géométrie d'Euclide à la relativité générale et à l'intuitionisme, par le Dr F. Gonseth. Paris, Albert Blanchard, 3, place de la Sorbonne (5e), 1926;

Les physiciens hollandais et la méthode expérimentale en France au XVIIIe *siècle*, par Pierre Brunet. Paris, Albert Blanchard, 1926;

L'énergie rayonnante. Tableaux synoptiques de l'échelle des longueurs d'onde et des principales caractéristiques du rayonnement électro-magnétique avec un résumé des théories actuelles, par A. Forestier, 2e édition augmentée des travaux les plus récents. Paris, Albert Blanchard, 1926;

Les équations de la dynamique de l'éther avec une note sur la Technique du repérage de l'espace et du temps dans ses rapports avec la relativité, par Henri Eyraud. Paris, Albert Blanchard, 1926;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Considérations sur l'établissement des projets d'adduction et de distribution d'eau potable dans les communes, par P. FRICK. 2e édition revisée et mise à jour par Paul LÉVY-SALVADOR. Paris, Dunod, 1926;

Plan de redressement financier, présenté par M. Gaston JAPY (Don de l'auteur, membre de la Société);

Lavage et lissage de la laine. Étude de l'emploi du savon. Application des théories colloïdales sur l'état divisé du savon et de la laine. Conférence faite le 28 mai 1925 à la Société industrielle de Lille par M. Élisée DUHAMEL. (Extrait du Bulletin « Le monde industriel » de la Société industrielle du Nord de la France, juin 1925). Lille, Imp. L. Danel, 1925;

Estudio completo de una muestra de fundición de hierro, por Agustín PLANA SANCHO. (Ministerio de Trabajo, Comercio y Industria. Comité español para el ensayo de la fundición. Publicaciones de la Comision permanente de industria.) Madrid, Artes de la ilustración, Provisiones, 12, 1925;

Le crédit populaire agricole et commercial aux Indes néerlandaises, par Yves HENRY (Extrait du Bulletin économique de l'Indochine, n° 177, 1926). Hanoï, 1926;

Carte des exportations des produits agricoles, forestiers, de l'élevage, industries diverses, pêches, mines de Madagascar et dépendances, par Eug. JAEGLÉ. Tananarive (Madagascar), Bureau de la documentation, 1926.

Third Report of the Committee on contact Catalysis, by HUGH S. TAYLOR (Reprinted from the Journal of Physical Chemistry. Vol. XXVIII). — *Fourth Report of the Committee on contact catalysis*, by HUGH S. TAYLOR (Reprinted from the Journal of Physical Chemistry. Vol. XXX);

Les groupes coordonnés d'équations physiques. Applications à quelques lois de l'électricité et du magnétisme, par L. GENILLON. Paris. Les Presses universitaires de France, 49, boulevard Saint-Michel, 1926 (Don de l'auteur);

Defects hiding in steel castings, by F. J. STANLEY (Reprinted from the Iron Age, july 1, 1926);

Address, by Sir ROBERT A. HADFIELD when declaring open the New Engineering and Metallurgical Laboratories at the Twenty-first anniversary celebrations of the Sheffield University, july 2, 1926;

MINISTÈRE DU COMMERCE ET DE L'INDUSTRIE. — Office national de la Propriété industrielle. — *Rapport général au Ministre du Commerce et de l'Industrie sur la situation et les travaux de l'Office national de la Propriété industrielle. Année 1925* (Extrait du Journal officiel de la République française du 5 août 1926). Paris, Imp. des Journaux officiels, 31, quai Voltaire, 1926.

M. Ch. de FRÉMINVILLE présente les ouvrages suivants :

Conditions techniques du Bureau Véritas pour le matériel non destiné aux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

constructions navales, 1926. Paris, Administration du Bureau Véritas, 31, rue Henri-Rochefort (17e);

Cours de moteurs à combustion interne. Livre I : *Puissance fournie par le combustible*, par LOUIS LACOIN. 6e édition. Paris, École spéciale des Travaux publics, rue Du-Sommerard (5e), 1926;

Pour l'inventeur. Méthodes de recherches, inventions à réaliser, brevets et marques, renseignements pratiques indispensables à tous les techniciens, par A. CHAPLET. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1926;

Pour le relieur amateur ou professionnel. Procédés, formules, recettes, tours de mains et « trucs » de toutes sortes pour le brochage, la reliure, la marbrure, la réparation des livres, par Ch. ROUX. Paris, Dunod, 1926;

Catalogue modèle de l'ingénieur. 2e édition, 1926-1928, publié par les Éditeurs du CATALOGUE MODÈLE DE L'ARCHITECTE. Paris, Société de publication de catalogues modèles, 5, rue du Pré-aux-Clers (7e);

L'électrotechnique des praticiens, avec nombreux exemples de calculs et d'essais de machines et de transformateurs, par J. FISCHER-HINNIN. Traduit de l'allemand par P. GAIBROIS. Paris, Dunod, 1926;

L'organisation scientifique. 2e Congrès, Paris, 1924. Paris, édité par la CONFÉRENCE DE L'ORGANISATION FRANÇAISE, 44, rue de Rennes (6e);

Les chemins de fer d'intérêt local, tramways et services publics automobiles (construction et exploitation), par L. VASSEUR. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1926;

La coupe des aciers au chalumeau. Manuel pratique du coupage au jet d'oxygène, par R. GRANJON, P. ROSEMBERG, A. BOUTTÉ. Paris, Office central de l'acétylène et de la soudure autogène, 104, boulevard de Clichy, 1925;

La soudure autogène du plomb. Notions générales, exécution des soudures, applications industrielles, par R. GRANJON, P. ROSEMBERG, A. DESGRANGES. Paris, Office central de l'acétylène et de la soudure autogène, 1926;

L'essai des métaux à la pince de dureté et les services qu'elle peut rendre aux métallurgistes, par G. LE GRIX. Paris, Office central de l'acétylène et de la soudure autogène;

Les cycles frigorifiques. Fonctionnement des machines et installations frigorifiques exposé à l'aide du diagramme entropique, par P. OSTERTAG. Traduit de l'allemand par E. PRIOR. Paris, Dunod, 1926;

Électricité. 2e partie : Applications industrielles, par ÉDOUARD DACREMONT. 2e édition mise à jour par Léon GRININGER. Tomes I et II (Bibliothèque de l'Ingénieur de Travaux publics). Paris, Dunod, 1926;

Les routes américaines, par A. ANTOINE. 2e édition. Paris, Dunod, 1926;

Radiotechnique générale, par G. GUTTON (Encyclopédie d'électricité industrielle). Paris, J.-B. Baillière et fils, 1926;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Stabilité des constructions usuelles. Calculs algébriques et graphiques des efforts dans l'ossature principale, par Louis ROUSSELET et Aimé PETITET. 2e édition revue, corrigée et augmentée. Paris, Dunod, 1926;

Le « Portefeuille du béton armé », par V. FORESTIER. Recueil de projets-types constituant une documentation complète à l'usage des ingénieurs, constructeurs et entrepreneurs, architectes et industriels, ingénieurs et agents techniques des administrations, chemins de fer, ponts et chaussées, projeteurs, métreurs, conducteurs et agents d'entreprises. 2e édition. Fascicules 1 à 4. Paris, Dunod, 1926;

Les problèmes de la route. Compte rendu de l'enquête de la section industrielle du Groupement pour le commerce et l'industrie. Paris, Édition de l'Action industrielle et commerciale, 5, rue des Italiens;

La fonction industrielle du port de Marseille, par EUGÈNE MONTAGNE. Marseille, Barlatier, 17-19, rue Venture, 1924 (Don de la Chambre de Commerce de Marseille, membre de la Société);

Recherches expérimentales sur le « Phénomène de Becquerel ». Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris pour obtenir le grade de docteur ès sciences physiques, par Marcel PLATARD. Paris, J. Hermann, 6, rue de la Sorbonne (5e), 1926 (Don de l'auteur);

Voie publique, par Georges LEFEBVRE. 2e édition par G. LEFEBVRE et A. ROULLEAU (Bibliothèque de l'Ingénieur de Travaux publics). Paris, Dunod, 1926;

Pour le contremaître industriel. Recettes, formules, méthodes, procédés, « trucs » et tours de mains du praticien, par Albert LEFÈVRE. Paris, Dunod, 1926;

Installations électriques à haute et basse tension. Production, transport, distribution et utilisation de l'énergie électrique, par A. MAUDUIT. Tomes I et II. Paris, Dunod, 1926;

Camille Cavallier, 1854-1926 (Don de la Société anonyme des Hauts Fourneaux et Fonderies de Pont-à-Mousson, membre de la Société);

Bois et métaux, par Eugène AUCAMUS. 2e édition, par E. AUCAMUS et A. LEMAIRE (Bibliothèque de l'Ingénieur de Travaux publics). Paris, Dunod, 1926;

Création, organisation et direction des usines, par E. MATTERN. 2e édition. Paris, Dunod, 1926;

L'organisation commerciale et industrielle. Manuel pratique pour l'organisation commerciale et industrielle d'après les méthodes de travail les plus modernes, par L. G. DELOGE. 3e édition, 1924. Paris, Dunod;

Charpente et couverture, par E. ALDEBERT et E. AUCAMUS. 2e édition, par E. AUCAMUS et A. LEMAIRE (Bibliothèque de l'Ingénieur de Travaux publics). Paris, Dunod, 1926;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Economy of human effort in relation to industrial fatigue, by Lucien A. LEGROS. (Société des Ingénieurs civils de France, British section. Seventeenth ordinary general Meeting, june 3, 1926). London, S. W. 1., 28, Victoria Street. (Don de l'auteur, membre de la Société);

L'Union d'électricité, par H. BRÈS. Édité par la Revue industrielle, 57, rue Pierre-Charron, Paris (8e), 1926;

Le problème actuel du condenseur à surface, par A. DELAS. Édité par la Revue industrielle, 1926;

Calcul graphique des poutres continues à section constante. Nouvelle méthode graphique permettant de déterminer les moments fléchissants sur appuis, par Thomas KLUZ. Paris, Le Constructeur de ciment armé, 148, boulevard Magenta, 1926;

La question de l'aménagement de l'estuaire de la Seine, par M. H. MICHEL (Extrait du Bulletin n° 20, janvier 1923, de l'Association française pour le développement des travaux publics). Paris, 19, rue Blanche;

Les travaux publics de l'Indochine et le développement économique du pays, par A. A. POUYANNE (Extrait du Bulletin économique de l'Indochine, n° 175, 1925). Hanoï, 1926.

M. Eugène BURLOT, Ingénieur des Poudres, fait une communication sur *les effets mécaniques produits au voisinage du centre d'ébranlement des fortes explosions.*

Les effets mécaniques destructeurs produits par la détonation d'une charge explosive simplement posée sur le sol intéressent la Guerre et la Marine, les savants, les fabricants d'explosifs et le grand public qui peut se préoccuper à juste titre de savoir si les dépôts d'explosifs constituent un danger pour leur voisinage.

On peut envisager trois zones de dégâts correspondant à des destructions : 1° intenses (dégradations de maçonneries); 2° modérées (dégradations de panneaux de bois); 3° négligeables (vitres minces brisées, tuiles soulevées). Les rayons de ces trois zones sont 50, 100 et 150 m pour 100 kg de mélinite.

Les distances dangereuses d sont proportionnelles aux racines carrées des charges explosives c quand elles sont inférieures à 1.000 kg. Pour des charges supérieures à 1.000 kg, les effets sont plus faibles que ne l'indique la loi précédente exprimée par $d = kc^{\frac{1}{2}}$; pour un effet donné, si $c > 1.000$ kg, k décroît de moitié environ quand c passe de 1 à 50 t. Pour les effets destructeurs à distance, les explosifs chlorates et la dynamite peuvent être assimilés à la mélinite. La poudre noire doit être comptée pour moitié de son poids de mélinite.

Le fait d'entourer la charge d'une levée de terre ou merlon, de hauteur légèrement supérieure à celle de la charge, et d'épaisseur suffisante, se traduit par une atténuation considérable des effets destructeurs dans le voisinage immédiat de ce merlon; à quelque distance, cette atténuation est à peine sensible.

Une charge peut détoner par simple excitation provoquée par l'explosion d'une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

charge voisine; la distance d'excitation varie avec l'importance de la charge, la nature de l'explosif, l'état physique et notamment la densité gravimétrique de la charge excitatrice et de la charge excitée. Cette distance croît avec la densité de la première et décroît avec la densité de la seconde.

La distance d'excitation suit une loi analogue à celle de la distance destructive, soit $d = kc^{\frac{1}{2}}$. L'application de cette loi à des charges de 100 t conduit à des distances considérables entre magasins. Heureusement, l'interposition d'un merlon diminue beaucoup cette distance. Le merlon peut aussi jouer le rôle de pare-éclats : il suffit pour cela qu'il soit constitué de terre meuble et ne renferme pas de pierres pouvant jouer le rôle d'éclats.

Les éclats sont projetés à des vitesses qui peuvent atteindre 2.500 m : s. Cette vitesse suffit pour que des éclats, indépendamment de toute action due à l'onde explosive, puissent faire détoner franchement, par simple percussion, tous les explosifs y compris la poudre B qui est cependant parmi les moins sensibles, et cela à des distances considérables.

L'auteur a établi une formule qui permet de déterminer les dimensions de l'entonnoir creusé par une charge explosive détonant sur le sol. Le merlon doit être construit de telle sorte que son bord interne n'empiète pas sur le bord de l'entonnoir qui se formera.

Les règles actuelles de stockage qui résultent des expériences faites à Perthes-les-Hurlus (jusqu'à 68 t), Gâvre, Sevran, Bourges, La Courtine (5 à 10 t), entre Arles et la mer (10 t), sont confirmées par les accidents survenus pendant la guerre dans certains parcs ou ateliers, ou certains effets qui ont été observés par les artilleurs dans leur batterie même.

L'étude de l'onde explosive a fait l'objet d'expériences à Sevran, à Bourges et au camp de La Courtine (15, 23, 25 et 26 mai 1924).

La courbe du développement des pressions se présente comme une succession de condensations et de dilatations d'allures extrêmement différentes. On a pu les mesurer à des intervalles de 2/10.000 de seconde, durée encore beaucoup trop longue pour les charges inférieures à 1 kg, et trop longue aussi pour savoir si, à partir de l'origine, les pressions croissent ou s'il y a discontinuité absolue. Donc, pour l'instant, tout se passe comme si l'onde débutait par le maximum de pression (plusieurs centaines de tonnes par centimètre carré); elle a donc le caractère d'une onde de choc. La première « ride » a une épaisseur très faible, de l'ordre de quelques mètres; la pression maxima s'atténue extrêmement vite à mesure que la distance augmente. La « ride de front » résulte de phénomènes nombreux et complexes qui expliquent certains faits curieux quelquefois observés, tels que projection de débris vers le centre de l'explosion.

La détonation au sol donne naissance à une onde sphérique aérienne qui se propage à une vitesse d'abord considérable (7.000 m : s), mais qui décroît très rapidement pour tendre vers la vitesse du son dans l'air.

E. L.

M. Ch. Maurain, directeur de l'Institut de Physique du Globe de l'Université de Paris, fait une communication sur *la propagation des ondes des fortes explosions dans le sol et dans l'air.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il est difficile d'étudier directement les propriétés physiques du globe terrestre : les puits de mines descendant à 1.000 m sont rares, et, dans l'atmosphère, les ballons-sondes dépassent rarement 25 km. Ces dimensions sont très faibles par rapport à celles du globe : il a donc fallu s'adresser à des méthodes indirectes pour étudier les couches inaccessibles.

Il n'existe actuellement qu'une seule méthode utilisable aux grandes profondeurs ; elle est fondée sur l'étude de la propagation des ondes séismiques, mais cette propagation est très complexe, et l'étude des ondes qui se propagent dans les couches superficielles est extrêmement difficile. La production des ondes, lors d'explosions provoquées, réalise, au contraire, des conditions très favorables pour cette étude, notamment autour de l'origine qui est alors bien connue dans le temps et dans l'espace, et peut être assimilée à un point, ce qui n'est pas le cas pour l'épicentre d'un tremblement de terre. Ceci montre l'intérêt des expériences de La Courtine.

Les séismomètres, décrits par M. Maurain, ont enregistré avec netteté deux sortes d'ondes produites par la détonation des charges explosives de La Courtine : les plus rapides sont à vibrations longitudinales (leur amplitude a été de l'ordre de quelques dixièmes de micron) ; les autres, à trois composantes, correspondent probablement aux ondes superficielles, dites longues en séismologie ; leur amplitude est plusieurs fois celle des précédentes. Les premières ont donné une vitesse moyenne de 5.524 m : s ; les secondes 2.800 m : s, sensiblement la moitié de la vitesse précédente. La première vitesse concorde avec celle qui a été trouvée lors de l'explosion de l'usine d'Oppau. Ces deux vitesses concordent avec celles qui ont été indiquées par un séismologue yougoslave, M. Mohovicic, à l'appui de certaines conceptions personnelles résultant de l'étude des tremblements de terre de l'Europe centrale. Ces conceptions se trouvent donc vérifiées.

Autour du camp de La Courtine, le terrain est granitique ; les propriétés mécaniques moyennes de la croûte terrestre paraissent assez voisines de celles du granite. Cependant, pour la propagation dans le calcaire, on a trouvé 2.140 m : s au lieu de 5.524, pour les ondes longitudinales, ce qui montre la complexité de la propagation des ondes séismiques dans les couches les plus proches de la surface.

Pour étudier l'atmosphère dans les hautes régions, on dispose de nombreuses méthodes indirectes ; on peut notamment utiliser la propagation de plusieurs sortes d'ondes : lumineuses, électromagnétiques, sonores, si celles-ci sont assez puissantes pour rester encore perceptibles à de très grandes distances.

Les explosions fortuites et certaines éruptions volcaniques fournissent l'occasion de faire des expériences avec les ondes sonores, mais, pour que les résultats soient nets, il faut faire de très nombreuses observations, non seulement à l'oreille, mais aussi avec des appareils enregistreurs divers. Les observations faites pour les explosions de La Courtine ont donné les résultats suivants si on écarte quelques observations douteuses.

En partant de l'origine, il y a : 1° une zone de réception normale qui s'étend de manière inégale dans les diverses directions, et dont l'extension paraît influencée par le vent ; 2° une zone de silence, et 3° des zones de réception anormale où les vitesses apparentes de propagation du son ont été sensiblement les mêmes en quatre points et voisines de 290 m : s. Ces résultats s'expliquent par l'existence d'une stratosphère, surmontant la troposphère voisine du sol, et dans laquelle :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1° il y aurait enrichissement en gaz légers avec la hauteur; 2° les éléments météorologiques seraient autres qu'à la surface.

E. L.

M. MESNAGER, *président*, remercie MM. Burlot et Maurain de leurs très intéressantes communications; les faits qu'ils ont signalés fournissent des renseignements précieux sur la propagation et les effets destructeurs des explosions et aussi sur les propriétés physiques du globe terrestre. Ce sont là des questions d'intérêt général qui ne sauraient laisser indifférent aucun esprit curieux.

La séance est levée à 19 h.

COMITÉ DE COMMERCE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 7 OCTOBRE 1926

Commémoration, le 5 juin 1926, du centenaire de la fondation de la Société industrielle de Mulhouse et remise de sa grande médaille d'or à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

par

M. GEORGES RISLER
Membre du Conseil, vice-président de la Société.

Le 24 janvier 1908, M. Camille de Lacroix, vice-président de la Société industrielle de Mulhouse venait, aux lieu et place de M. Théodore Schlumberger, malade, recevoir, lors d'une des séances solennelles de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, la grande médaille d'or, notre plus haute récompense, qui avait été décernée à la Société industrielle de Mulhouse.

Les applaudissements répétés de l'assistance montraient, sans qu'aucune parole imprudente eût été prononcée, que, dans l'esprit de chacun, cette admirable société faisait toujours partie de notre patrie.

Et, en effet, jamais elle ne consentit aux oppresseurs la moindre concession. A peine les Allemands étaient-ils installés à Mulhouse qu'ils s'efforcèrent, avec la grâce particulière qu'ils apportent à leurs aménités, d'amadouer nos amis mulhousiens. Ils leur offrirent des subsides, des facilités

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

administratives, des récompenses, des distinctions honorifiques; tout fut dédaigneusement refusé.

Grâce à l'esprit d'indépendance, à un profond attachement aux habitudes d'initiative privée qui sont dans les traditions alsaciennes, la Société industrielle de Mulhouse pouvait invoquer auprès de ses maîtres d'un instant des précédents décisifs. Jamais cette institution, ni du gouvernement de Charles X, ni de celui de Louis-Philippe, ni de la seconde République, ni de Napoléon III, qui fut responsable de l'abandon de nos chères provinces, ne reçut quoi que ce soit. Elle put donc répondre fièrement aux Allemands que, n'ayant jamais accepté aucun bienfait d'un gouvernement quelconque, il lui était impossible de renoncer à une tradition vieille de 50 ans et absolument conforme au caractère alsacien.

Pendant 48 ans, le français resta la langue consacrée pour les travaux, les discussions, les réunions de la Société industrielle de Mulhouse, et le Gouvernement allemand dut se borner, les lourdes amabilités ayant échoué, à l'abreuver de vexations dans toute la mesure où cela lui fut possible. Quelques-unes étaient amusantes. Pour fêter le cinquantenaire de la Société, un grand bal ayant été donné, un écriteau avait été mis extérieurement, à la porte de l'endroit où devaient être déposés les manteaux; il portait le mot, en grandes lettres « Vestiaire ». Un policier allemand, passant dans ce quartier, fit mander le Secrétaire et lui signifia d'avoir à faire disparaître immédiatement ce mot français. Celui-ci lui ayant demandé ce qu'il fallait mettre à la place, le Teuton lui répondit : « Garde-robe! »

On pourrait raconter encore quelques histoires de ce genre, mais arrivons à la fête, pour laquelle quelques-uns de nos éminents collègues et nous, avions été délégués pour représenter la Société d'Encouragement.

La séance solennelle tenue dans les salles de l'immeuble même, un peu petites pour contenir l'assistance sympathique qui s'y pressait, fut très belle de simplicité, de dignité, d'émotion contenue, et de faits du plus haut intérêt sobrement relatés.

Un discours remarquable et fort intéressant fut prononcé par M. Daniel Mieg, président de la Société industrielle et, lorsque la distribution des récompenses commença, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale fut appelée pour recevoir la grande médaille d'or que lui conférait la Société industrielle de Mulhouse, comme à la mère respectée et très sympathique de toutes les sociétés industrielles.

La remise de cette médaille fut accompagnée des paroles les plus flatteuses, et c'est sans pouvoir se défendre d'une très vive émotion que votre vice-président balbutia des remerciements peu éloquents, sans doute, mais qui partaient du cœur. Il lui était en effet particulièrement doux, dans ce

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mulhouse qui est sa petite patrie, où ses parents ont vécu d'une manière ininterrompue depuis le XVI[e] siècle, où son père était né en 1817, d'assister à une fête dans laquelle l'industrie de Mulhouse fêtait tant de gloires passées et proclamait une fois de plus son union indissoluble avec l'industrie française.

Après cette séance, eut lieu la visite de l'Exposition du Centenaire qui est une pure merveille.

Mulhouse, seul, pouvait entreprendre une semblable exhibition. De magnifiques tissus imprimés des XV[e], XVI[e], et XVII[e] siècles, figuraient à côté des derniers produits véritablement merveilleux par le fini, par la grâce, par l'originalité des dessins et par la splendeur des couleurs, et l'on sentait dans ces travaux perfectionnés de siècle en siècle, la volonté de progrès, l'acharnement au travail et l'intelligence ingénieuse des différentes générations qui ont cimenté ce magnifique édifice.

La première machine à imprimer (à main, naturellement), figurait à côté de la dernière création permettant d'employer 8 ou 10 couleurs.

L'Exposition était installée au rez-de-chaussée du beau Musée de Mulhouse, qui contient des salles archéologiques du plus haut intérêt et de magnifiques tableaux, parmi lesquels les plus belles toiles de Henner.

Après la visite de l'Exposition, eut lieu le Banquet, merveilleusement organisé, dans la grande salle de la Bourse située elle-même dans l'immeuble de la Société industrielle.

Ce repas fort nombreux fut empreint de la plus parfaite cordialité; on sentait que tous les cœurs vibraient d'un même sentiment de joie, l'union étant enfin rétablie entre l'Alsace si française et sa véritable patrie, celle à laquelle elle n'a cessé de vouloir appartenir depuis le XVII[e] siècle.

Quinze toasts furent portés à l'honneur de la Société industrielle et votre vice-président, appelé à son tour, prononça quelques mots [1].

L'inauguration des nouveaux locaux de la Chambre de Commerce avait été fixée à ce même jour, et elle eut lieu immédiatement après le Banquet. Ce fut l'occasion, pour son éminent président, notre très cher ami, M. Émile Dollfus, de prononcer un magistral discours plein d'idées et de faits du plus haut intérêt.

Plusieurs autres allocutions furent prononcées, dont une très originale, celle du Consul de Suisse à Mulhouse.

Il était assez tard quand chacun put regagner son domicile, et l'on se retrouva le soir, au bal offert par la Société industrielle, dans la grande salle du banquet transformée.

(1) Voir à la page 719 du présent *Bulletin* le texte de ce discours.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On avait demandé aux dames de ne revêtir pour cette soirée que des toilettes composées avec des tissus imprimés, sans exiger cependant qu'ils fussent tous en coton. La prescription fut strictement observée, et le résultat véritablement charmant. Au lieu d'une robe bleue, blanche, jaune, rouge, ou verte, sans réel intérêt, chacune était véritablement artistique, par le dessin, et par les couleurs.

A la fin de la soirée, les Messieurs se permirent de demander aux dames de bien vouloir danser une farandole dont ils seraient les spectateurs, et l'on vit défiler toutes ces charmantes toilettes dont chacune était intéressante; l'ensemble fut véritablement ravissant.

Lorsqu'on entreprend à Mulhouse quoi que ce soit, on cherche à faire le mieux possible, et c'est peut-être la raison essentielle de tant de supériorités alsaciennes; il en fut de même pour ce centenaire de la Société industrielle.

Les différentes manifestations de cette grande solennité, empreinte de la plus parfaite simplicité, de tradition dans ce pays, furent toutes admirablement réussies, et ceux qui y ont assisté en garderont le plus inoubliable et le plus reconnaissant souvenir.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

Utilisation technique des recherches récentes sur la vapeur d'eau. Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris pour obtenir le titre de docteur de l'Université, par M. Henri B. REITLINGER, ingénieur de la Compagnie de Fives-Lille. Un vol. (24 × 15 cm) de 62 p., avec X planches. Paris, Imprimerie de la Cour d'appel, L. Maretheux, 1, rue Cassette (6e), 1926.

M. H. Reitlinger a soutenu le 24 avril 1926, devant la Faculté des Sciences de Paris, une thèse de doctorat intitulée : « Utilisation technique des recherches récentes sur la vapeur d'eau. » Plus exactement, c'est une discussion théorique du rendement maximum dont serait susceptible une machine parfaite, à vapeur d'eau ou à vapeurs combinées. Des recherches expérimentales récentes sur les propriétés physiques de la vapeur d'eau, il n'est, à proprement parler, question que dans l'avant-propos, où l'auteur indique que ce sont les chiffres déterminés à l'Université de Harvard et publiés par le professeur Harvey Davis qui lui paraissent, à l'heure actuelle, mériter le plus de confiance : en conséquence de quoi ce sont ces chiffres qu'il utilise au cours du mémoire.

Celui-ci a pour base essentielle la considération du cycle de Rankine, représenté dans le système du diagramme entropique. La méthode n'est pas nouvelle, mais nous louons l'auteur de s'y être tenu, car aucune autre manière d'envisager le fonctionnement de la machine à vapeur parfaite n'a une clarté comparable. Le mérite de M. Reitlinger a été, outre cette sagesse, de discuter avec beaucoup de méthode et de clarté les différents éléments du problème, en éclairant et approfondissant chaque conclusion au moyen de conclusions numériques et de courbes qui parlent aux yeux. C'est ainsi qu'il expose successivement la limite du rendement du cycle de Rankine en vapeur d'eau saturée, l'ordre de grandeur des améliorations à attendre de la haute surchauffe combinée avec la haute pression; puis il analyse l'influence des perfectionnements modernes consistant, soit à réchauffer l'eau d'alimentation des chaudières au moyen d'un ou plusieurs soutirages de vapeur prélevée à des degrés convenables de détente, ce qui rapproche la partie gauche du diagramme de Rankine de la forme du cycle de Carnot, soit à faire subir à la vapeur, au cours de sa détente, un ou plusieurs réchauffages, ce qui améliore et tend à faire avantageusement prédominer la partie droite du diagramme. Un chapitre est consacré au système de la machine à vapeurs combinées qui, dans sa conception idéale, aurait un coefficient économique résultant des températures extrêmes mises en jeu : système dont M. Reitlinger, sans rappeler les tentatives anciennes qui associaient à la vapeur d'eau un fluide plus volatil (tel que l'anhydride sulfureux), cite comme exemple d'application récente la machine à vapeurs combinées de mercure et d'eau de la centrale de Hartford.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le mémoire de M. Reitlinger, avec ses nombreux diagrammes, est d'une lecture attrayante et clarifie bien les idées. Les indications historiques qu'il donne sur le développement de la thermodynamique et de ses applications sont sommaires, ce qui est tout naturel, mais omettent quelques noms français que, même dans un résumé sommaire, nous aurions aimé voir citer.

WALCKENAER.

Explosifs, poudres, gaz de combat. — Leçons professées à la Faculté des Sciences de Lille, par M. PAUL PASCAL. Un vol. (25×16 cm) de VIII+296 p., avec 118 fig. Paris, J. Hermann, 6, rue de la Sorbonne (5e) 1926. (Prix : 35 fr).

Le volume de M. Paul Pascal sur les *Explosifs, poudres et gaz de combat* est le digne pendant de celui qu'il a publié récemment sur les *Synthèses et catalyses industrielles*, et dont M. H. Le Chatelier a rendu compte dans notre *Bulletin* de mars 1925. Ce nouvel ouvrage reproduit, comme le précédent, l'enseignement de l'auteur à la Faculté des Sciences de Lille, et il est conçu dans le même esprit, en s'adressant aux candidats au grade d'ingénieur-chimiste dont certains sont susceptibles de se présenter à l'examen d'entrée dans les cadres du Service des Poudres.

L'ouvrage se divise en quatre parties distinctes :

I. — La réaction explosive;

II. — Fabrication des explosifs;

III. — Mélanges explosifs et poudres propulsives;

IV. — Gaz de combat.

Sur chaque matière traitée, la préoccupation constante de l'auteur est de présenter au lecteur une théorie impeccable des principes scientifiques mis en jeu, puis un exposé très clair des procédés de réalisation, enfin une discussion approfondie des conditions nécessaires pour leur réussite, et — chaque fois qu'il s'agit d'un corps de fabrication dangereuse, ce qui est presque toujours le cas pour les explosifs — l'indication précise des précautions qui doivent être prises en vue d'éviter les accidents : l'ouvrage s'adresse ainsi aussi bien aux praticiciens qu'aux théoriciens purs.

Si M. Paul Pascal a pu se placer ainsi au double point de vue de la théorie et de la pratique, sans aucune défaillance et d'une façon rarement observée avec une aussi parfaite continuité dans les ouvrages techniques, c'est que, savant émérite par sa formation première, il a été affecté pendant la guerre aux services chimiques de le grande poudrerie d'Angoulême dont il a dirigé le laboratoire; il a donc pu étudier à fond par lui-même la théorie et la pratique de la plupart des fabrications dont traite son ouvrage. Parfaitement documenté sur tout ce qui s'est publié sur les explosifs et les gaz de combat pendant et après la guerre, il a pu mettre à profit les polémiques et les indiscrétions commises dans la presse technique mondiale pour introduire dans ses leçons bien des points tenus jusque-là secrets ou connus seulement de quelques initiés, et son nouvel ouvrage, à part quelques lacunes dues à un souci très louable de discrétion et dont l'auteur s'excuse lui-même, est ainsi un exposé aussi complet qu'on puisse le désirer des matières qu'il y traite. En comparant cet exposé à celui des derniers ouvrages sur les explosifs publiés avant la guerre[1], on peut se rendre compte de l'étendue des nouveaux domaines ouverts

(1) Notamment *Les poudres et explosifs et les mesures de sécurité dans les mines de houille*, par L. VENNIN et G. CHESNEAU, publiés en 1914 (Ch. Béranger, 15, rue des Saints Pères, Paris, 6e).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

depuis 1914 à la balistique, notamment par les gaz de combat, que M. Paul Pascal a tout spécialement étudiés dans son ouvrage, et sur lesquels, après un historique des plus intéressants, il donne des renseignements, inconnus certainement pour bien des lecteurs, notamment en ce qui concerne la « lewisite », liquide complexe, formé de dérivés chlorés du chlorure d'arsenic, et dont les constitutants, dit l'auteur, « présentent un intérêt considérable pour la guerre future ».

Savants, techniciens et même « profanes », peu versés dans les questions d'explosifs, mais avides de documents précis sur l'histoire de la grande guerre, tireront ainsi le plus grand profit du nouvel ouvrage de M. Paul Pascal, toujours écrit dans un style nerveux, sans mot inutile, mais où l'on trouve tout ce qui doit être dit.

G. CHESNEAU.

Parasolier et papier de parasolier, par MM. P. AMMANN, Ingénieur-agronome, chef de service et professeur à l'Institut d'Agronomie coloniale; M. ARIBERT, professeur à l'École française de Papeterie; A. BERTIN, Ingénieur-agronome, Inspecteur des Eaux et Forêts, professeur à l'Institut d'Agronomie coloniale; F. BRETONNET, Ingénieur-agronome, Inspecteur adjoint des Eaux et Forêts, répétiteur à l'Institut d'Agronomie coloniale; C. CHALOT, professeur à l'Institut d'Agronomie coloniale; G. NOACHOVITCH, Ingénieur-agronome, chargé des travaux pratiques de botanique à l'Institut d'Agronomie coloniale; A. THIRIET, directeur des laboratoires des Papeteries Navarre; L. VIDAL, professeur à l'École française de Papeterie (Bibliothèque de l'Institut national d'Agronomie coloniale). Un vol. (25 × 16 cm), de 76 p., avec 7 fig. et VIII planches. Paris, Librairie Émile Larose, 11, rue Victor-Cousin (5e), 1925.

M. Prudhomme, directeur de l'Institut national d'Agronomie coloniale, a eu l'heureuse idée de réunir en des petits volumes les études qui ont été faites tant par les professeurs de cet institut que par ceux de l'École française de Papeterie; œuvre de collaboration entre savants du laboratoire, ingénieurs coloniaux et professeurs de papeterie.

J'ai déjà présenté à la Société une étude sur le papyrus et sur le papier de papyrus.

Aujourd'hui, c'est une autre étude sur une plante moins connue, le parasolier (*Musanga Smithii*) qui pousse à la Côte d'Ivoire, au Gabon, au Cameroun, etc., et sur les fibres papetières que l'on peut en extraire. Le bois fournirait une pâte mécanique de médiocre qualité, mais la cellulose, extraite par le bisulfite ou par les alcalis, forme une pâte à papier, comparable aux pâtes de cellulose de paille; son rendement est de 35 à 50 p. 100; mais il serait intéressant que cette pâte puisse être fabriquée sur les lieux mêmes, de façon à éviter le transport trop coûteux du bois entier.

D'autre part MM. Vidal et Aribert ont publié également dans l'*Agronomie coloniale* de décembre 1925, p. 252 à 266, des essais de traitement du « luc-binh », dont les fibres, traitées à la chaux, ne peuvent guère fournir que du papier d'emballage.

L. LINDET.

Recherches industrielles sur les chaux, ciments et mortiers, par M. J. BIED, Ingénieur-conseil, ancien élève de l'École polytechnique. Un vol. (25 × 17 cm)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de VI + 227 p., avec 37 fig. et 23 graphiques. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1926 (Prix : 35 fr).

Dans cet ouvrage posthume, l'auteur, continué après sa mort par son collaborateur, M. Chaix, a réuni, en les groupant suivant un ordre méthodique, les résultats obtenus dans une carrière industrielle de trente années, dont plus de vingt à la tête de l'important service du Laboratoire et des Recherches de la Société J. et A. Pavin de Lafarge, résultats dont un grand nombre avait déjà fait l'objet de publications séparées.

Les recherches relatées s'étendent à la constitution intime des calcaires et des argiles, à la constitution intime des liants hydrauliques et leurs propriétés physiques et chimiques, aux décompositions par les eaux sulfatées et moyens d'y remédier, à la prise et au durcissement des ciments, à certaines propriétés physiques des ciments ou mortiers mis en œuvre, aux procédés d'essai des liants hydrauliques, enfin aux ciments alumineux.

Aucun de ces chapitres n'apporte guère de notions nouvelles aux personnes qui avaient suivi pas à pas les travaux de l'éminent chercheur que fut Bied; mais tous témoignent d'une connaissance approfondie de la technique industrielle et d'un effort méthodique et fructueux en vue du perfectionnement de cette dernière. Qu'il suffise de citer l'étude du degré d'homogénéité des calcaires à chaux et à ciment, celle de l'extinction par la vapeur au-dessus de 140°, qui agit uniquement sur la chaux libre sans attaquer les silico-aluminates, les recherches sur les additions de diverses matières supposées devoir améliorer les mortiers, l'expérimentation de méthodes d'essais nouvelles et surtout l'invention des ciments alumineux, qui valut à l'auteur le prix Caméré de l'Académie des Sciences et la grande médaille d'or de la Société d'Encouragement.

Le recueil se termine par la reproduction de trois conférences faites aux officiers-élèves du Génie militaire, où sont exposés notamment maints aperçus critiques, voire mêmes philosophiques, sur les progrès de l'industrie en général et les épreuves de réception imposées par les grands consommateurs.

Sa lecture doit être recommandée à tous ceux qui s'intéressent aux questions de chaux et ciments, tant pour les notions, encore peu connues, qu'il relate, que comme un exemple des effets féconds de l'esprit scientifique s'exerçant dans le domaine industriel.

R. FERET.

La pratique des sanatoriums. Conditions hygiéniques et techniques de construction, d'organisation et de fonctionnement. Direction médicale et administrative. Réglementation des cures. Soins spéciaux. Résultats d'après les vingt premières années d'exercice des Sanatoriums de Bligny (par Briis-sous-Forges, Seine-et-Oise), par M. L. GUINARD, médecin directeur des Sanatoriums de Bligny. Un vol. (28 × 22 cm) de XIII + 446 p., 31 fig., XXXII planches. Lyon, Société anonyme de l'Imprimerie A. Rey, 4, rue Gentil, 1925.

Il arrive très fréquemment que des architectes ou des ingénieurs qui s'intéressent aux sanatoriums ou qui doivent dresser des plans d'un sanatorium nouveau ou d'une maison de cure soient amenés à rechercher les meilleures conditions à réaliser au point de vue de leur emplacement, de leur construction, de leur organisation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Leur tâche sera grandement simplifiée par la lecture et la consultation de l'ouvrage de M. Guinard. Bien entendu l'ouvrage s'adresse aussi aux médecins, hygiénistes, aux sociologues, et à tous ceux qui, à un titre quelconque s'intéressent à la lutte contre la tuberculose.

Les plans de Lucien Magne, le regretté membre du Conseil d'Administration de la Société d'Encouragement, sont ceux qui, à l'heure actuelle, correspondent le mieux à ce que doit être un sanatorium populaire ainsi qu'aux conditions fixées par la loi du 7 septembre 1919 et le décret du 10 août 1920. La disposition des chambres par groupe de deux, de chacune trois lits, avec lavabo intermédiaire, est, notamment, de toutes la plus appréciée et la meilleure.

En vingt chapitres, cet ouvrage est un exposé complet de tout ce qui se rapporte aux sanatoriums populaires pour adultes atteints de tuberculose pulmonaire.

Les documents que l'on y trouve, essentiellement pratiques et basés sur une expérience de plus de 23 années, renseignent sur tout ce qui touche au choix d'un emplacement pour sanatoriums, aux plans architecturaux, à la construction, à la disposition des différents services dans les bâtiments, aux conditions hygiéniques à réaliser pour l'aération, la disposition des chambres de malades et des galeries de cure, le chauffage, la désinfection, l'évacuation des matières usées, etc.

On trouve, notamment, dans le volume, décrits avec détail, les très beaux plans de Lucien Magne, Inspecteur général des Monuments historiques et professeur à l'École des Beaux-Arts, qui fut un des bienfaiteurs et l'architecte général des deux premiers sanatoriums de Bligny, sanatoriums populaires types, réalisant, avant la lettre, les conditions hygiéniques et techniques du décret du 10 août 1920.

Dans ces deux sanatoriums, on pénètre dans les chambres des malades en passant par un lavabo indépendant et commun à deux chambres comprenant trois lits (parfaitement orientés face aux fenêtres), de telle sorte que les pensionnaires sont groupés par six et séparés par trois.

Cette disposition des lavabos, formant vestibule d'entrée et précédant les chambres, est une des très heureuses innovations de Lucien Magne; elle laisse aux malades tout ce dont ils ont besoin pour leur toilette, à proximité immédiate mais en dehors de la chambre à coucher, dont la propreté est ainsi sauvegardée.

Si la *Pratique des sanatoriums* intéresse les médecins et les hygiénistes, auprès desquels l'ouvrage a déjà remporté un légitime succès, elle intéresse également les architectes, les ingénieurs et les techniciens, particulièrement en ces temps où, par application de la loi du 7 septembre 1919, on construit ou on aménage des bâtiments pour en faire des sanatoriums et des maisons de cure destinés aux tuberculeux.

E. L.

Les grandes industries modernes, par M. Paul de Rousiers. Tome IV : **Les transports maritimes**. Un vol. (18 × 12 cm) de 278 p. Paris, Librairie Armand Colin, 103, boulevard Saint-Michel (5e), 1926.

Notre collègue M. Paul de Rousiers vient de faire paraître le quatrième volume de ses études sur les grandes industries modernes. Dans ce volume, consacré aux *transports maritimes*, le lecteur retrouvera toutes les qualités de clarté et d'élégance d'exposition qui ont tant contribué au succès des précédents volumes, et il sera tout

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

spécialement frappé de la compétence hors de pair de l'auteur, qui, depuis tant d'années, comme secrétaire général du Comité central des Armateurs de France, a pris une part prépondérante au développement de l'armement en France et aux progrès des relations maritimes entre la France et les autres pays.

Après avoir, dans les trois premiers chapitres du volume, étudié les conditions de transformation, depuis les temps les plus anciens, de l'industrie des transports maritimes, l'influence de la vapeur sur les conditions du trafic maritime, et enfin les ententes internationales qui se sont imposées dans les transports maritimes, M. de Rousiers expose successivement les origines et les transformations progressives des quatre grandes marines marchandes, anglaise, allemande, américaine et française, et finalement, dans un dernier chapitre, caractérise en quelques traits celles des autres marines qui ne jouent actuellement qu'un rôle secondaire, telles que les marines hollandaise et scandinave ou qui, par leur rapide progression, tendent à occuper un rang peu éloigné de celui occupé par les grandes marines : nous voulons parler des marines japonaise et italienne.

Par les idées générales qu'ils contiennent, les premiers chapitres présentent un intérêt réellement exceptionnel. L'auteur caractérise tout d'abord le négociant armateur des temps jadis, « négociant aventureux qui équipait des navires à ses frais « pour une expédition ou pour une série de navigations successives. » La visée principale de ces armateurs était le commerce; chacun armait pour soi-même et il faut arriver à l'an 1268 pour trouver un premier exemple d'armement spécial pour le compte d'une nation : ce sont les Vénitiens qui ont traité avec saint Louis pour le transport de son armée partant en croisade vers la Terre sainte.

En quelques pages d'un haut intérêt, M. de Rousiers met en lumière le rôle des Villes hanséatiques « syndicat international de colporteurs maritimes qui s'efforçait « de ne dépendre d'aucun pouvoir terrestre. »

Il montre l'influence profonde exercée sur le commerce maritime par le développement, dans certains pays, d'une production agricole ou industrielle assez considérable pour fournir aux navires des cargaisons de sortie que ces navires vont porter au loin, vers des pays qui peuvent leur fournir, comme fret de retour, des matières premières nécessaires à l'industrie.

En même temps que l'emploi de la vapeur permettait sur terre le développement des industries les plus diverses, et l'intensification de la production bien au delà des besoins de la population locale, et fournissait en particulier à l'Angleterre la houille comme fret essentiel pour les navires sans cesse plus nombreux, — la création de la machine à vapeur marine provoquait une rotation infiniment plus rapide des navires.

Dès lors, les transformations se précipitent dans la construction navale, et, par voie de conséquence, dans l'aménagement des ports de mer, ou situés près des estuaires des grands fleuves.

Ces navires qui croissent d'année en année en capacité, sont aussi d'un prix de revient plus élevé et occupent un équipage toujours plus nombreux.

Il faut donc leur assurer qu'ils trouveront, à toute époque, des cargaisons à l'aller comme au retour. De là toute une transformation des méthodes de travail pour les anciens négociants armateurs, et l'installation en tous les ports les plus éloignés de correspondants toujours à l'affût de la matière à transporter.

Passant en revue chacune des grandes nations, M. de Rousiers montre les rela-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tions qui existent entre le caractère de sa marine et le rôle qu'elle doit jouer en raison des conditions spéciales de sa vie industrielle. L'Angleterre a un nombre prépondérant de « tramps », navires de charge qui exportent le charbon et rapportent les minerais, les céréales et les viandes qui lui sont indispensables. L'Allemagne a été amenée à créer surtout des « liners », paquebots à itinéraires réguliers qui dispersent par le monde les émigrants dont elle a organisé le recrutement par toute l'Europe, et dont les cales sont chargées des produits de l'industrie allemande (aciers, machines, tissus, produits chimiques de toute nature) dont le tonnage dépasse infiniment la capacité d'absorption du pays.

L'influence profonde exercée sur les États-Unis par la guerre mondiale et le prodigieux effort qui a permis à ce pays de se constituer en quelques années une marine marchande dont l'utilisation régulière n'est pas sans soulever de graves problèmes, sont étudiés avec perspicacité par M. de Rousiers.

Nous pourrions poursuivre longtemps encore cette analyse du volume qui résume les exposés présentés par le savant professeur de l'École des Sciences politiques à ses élèves. Mais nous en avons dit assez pour montrer l'intérêt puissant présenté par le volume que vient de faire paraître la Librairie Armand Colin.

E. GRUNER.

Politique et finances, par M. Octave Homberg (Civis). Une brochure (23 × 15 cm) de 35 p. Paris, chez l'auteur, 96 *bis*, boulevard Haussmann.

Cette brochure reproduit une conférence faite par M. Homberg à l'École des hautes Études sociales.

Elle est entièrement consacrée à l'étude de la situation financière de la France et se divise en deux parties : les causes du mal, ses remèdes.

Les causes du mal, nous les connaissons tous d'une façon générale; M. Homberg les analyse avec précision.

Les remèdes? M. Homberg sépare avec raison le problème budgétaire du problème de la trésorerie. Le premier a sa solution dans une fiscalité habile, le second ne la trouvera que dans le rétablissement de la confiance.

Et ni l'un ni l'autre ne peuvent être résolus sans une politique générale saine et honnête.

La brochure de M. Homberg est une excellente mise au point de la question financière. Écrite par un homme de haute et claire intelligence et de grande expérience d'affaires, elle mérite une large diffusion.

E. J.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN OCTOBRE 1926.

BYRNE (OLIVER). — **The first six books of the elements of Euclid in which colo ured diagrams and symbols are used instead of letters for the greater ease of learners.** In-8 (24 × 19) de XXIX + 268 p., fig. London, William Pickering, 1847 (*Don de M. L. A. Legros, membre correspondant*). **17175**

CARTON (RENÉ) et DUMARTIN (PIERRE). — **La transformation de l'énergie électrique. I : Transformateurs** (*Collection Armand Colin* (*Section de mécanique et d'électricité industrielles*), n° 78). In-16 (17 × 11) de 217 p., 89 fig. Paris, Librairie Armand Colin, 1926. **17176**

MARCOTTE (EDMOND). — **Les moteurs à combustion** (*Collection Armand Colin* (*Section de mécanique et d'électricité industrielles*), n° 77). In-16 (17 × 11) de 220 p., 37 fig. Paris, Librairie Armand Colin, 1926. **17177**

Congrès international du cuir. Congrès de la Société des chimistes des industries du cuir. **Paris, 20-25 septembre 1925.** Compte rendu analytique. Conférences. Rapports. Communications. In-4 (27 × 19) de 240 p., fig. Paris, Édition de la revue « Le cuir technique » (*Don de M. Jossier, membre du Conseil d'Administration*). **17178**

BOUTARIC (A.). — **Thermodynamique et chimie**, d'après la 2e édition de l'ouvrage de PIERRE DUHEM. In-8 (25 × 17) de VI + 651 p., 181 fig. Paris, J. Hermann, 1926. **17179**

PACORET (E.). — **Aide-mémoire-formulaire de la T. S. F. théorique et pratique.** Radiotélégraphie. Radiotéléphonie. Radiotélémécanique. Radiotélévision. Édition 1926. In-12 (18 × 13) de XIV + 577 p., 255 fig. Paris, Albert Blanchard. **17180**

MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE ET DES BEAUX-ARTS. — **Dictionnaire archéologique de la Gaule, Époque celtique**, continué après la lettre L, par les soins de M. ÉMILE CARTAILHAC. In-4 (36 × 28). Tome 2, 6e fascule, p. 649-785. Paris, Imprimerie nationale, 1921. **15936**

Œuvres de Fermat, publiées par les soins de MM. PAUL TANNERY et CHARLES HENRY sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. Supplément aux Tomes I-IV. Documents inédits publiés avec notices sur les nouveaux manuscrits par M. C. DE WAARD. In-4 (28 × 23) de XXV + 188 p. Paris, Gauthier-Villars, et Cie, 1922. **17181**

FOURMENT (MARCEL) et GUILLET (LÉON). — **Métallurgies du plomb, du nickel et du cobalt et alliages de ces métaux** (*Encyclopédie minière et métallurgique*). In-8 (23 × 15) de 492 p., 288 fig., VII pl. Paris, J. B. Baillière et fils, 1926. **17182**

ROUCH (J.). — **Manuel pratique de météorologie.** 3e édition. In-8 (21 × 13) de XII + 152 p., 25 fig., XIV pl. Paris, Masson et Cie, 1925 (*Don de l'auteur*). **17183**

CHAUVIERRE (MARC). — **Théorie et pratique du moteur à deux temps.** In-8 (21 × 13) de XI + 207 p., 85 fig. Paris, Dunod, 1926. **17184**

GUINARD (L.). — **La pratique des sanatoriums.** Conditions hygiéniques et techniques de construction, d'organisation et de fonctionnement. Direction médicale et administrative. Réglementation des cures. Soins spéciaux. Résultats d'après les vingt premières années d'exercice des Sanatoriums de Bligny. In-4 (28 × 22) de XIII + 446 p., 31 fig. XXXII pl. Lyon, Imp. A. Rey, 1925 (*Don de l'auteur*). **17185**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

GENILLON (L.). — **Les groupes coordonnés d'équations physiques.** Applications à quelques lois de l'électricité et du magnétisme. Nouvelle édition revue et modifiée. In-8 (24 × 15) de 32 p. Paris, Les Presses universitaires de France, 1926 (*Don de l'auteur*).
Pièce 13131

LEGROS (L. A.). — **The development of road locomotion in recent years** (Excerp *Minutes of Proceedings of the meeting of the Institution of Mechanical Engineers*, 18 novem ber 1910). In-8 (21 × 14) p. 1525-1592, 13 fig. London, Storey's Gate, St. James's Park, Westminster, S. W. (*Don de l'auteur, membre correspondant*). **Pièce 13132**

TWYMAN (F.) and DOWELL (J. H.). — **A new automatic screw cutting lathe** (Reprinted from the *Proceedings of the Optical Convention 1926*, part I). In-8 (24 × 18) de 11 p., 7 fig. Aberdeen, The University Press. **Pièce 13133**

DOWELL (J. H.). — **A new measuring micrometer** (Reprinted from the *Proceedings of the Optical Convention 1926*, part II). In-8 (24 × 18) de 9 p., 10 fig. Aberdeen, The University Press. **Pièce 13134**

Terminologie horlogère établie avec la collaboration des Écoles d'horlogerie suisses et françaises. In-12 (18 × 12) de 39 p., 21 fig., III pl. Genève, Édité par l'Annuaire du Commerce suisse, Chapalay et Mottier S. A. (*Don de M. Arcay, membre de la Société*).
Pièce 13135

MARRE (E.). — **Le sel.** *Ses usages agricoles.* Alimentation. Conservation des fourrages. Destruction des mauvaises herbes (*Bibliothèque Vermorel, n° 138. Les petits manuels des syndicats agricoles*). In-12 (18 × 12) de 47 p. Paris, Librairie agricole de la Maison rustique; Villefranche (Rhône), Librairie du Progrès agricole et viticole (*Don de l'auteur*).
Pièce 13136

MARRE (E.). — **Méthodes rationnelles de récolte des fourrages.** In-4 (28 × 22) de 3 p.
Pièce 13137

La Guinée française. Numéro spécial, hors série, de la *Vie technique, industrielle, agricole et coloniale.* In-4 (32 × 24) de 68 p., fig. Paris, 14, rue Séguier (6e). **Pièce 13138**

L'Afrique occidentale française. Numéro spécial. hors série, de la *Vie technique, industrielle, agricole et coloniale.* In-4 (32 × 24) de 131 p., fig. Paris, 14, rue Séguier.
Pièce 13 139

*
* *

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. — DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX ET FORÊTS. — **Annales.** Fascicule **54** : *Documents officiels. Jurisprudence. Rapports et notes techniques* (France et étranger). Paris, Imprimerie nationale, 1924. **Pér. 9**

SERVICE TECHNIQUE DE L'AÉRONAUTIQUE. — **Bulletin technique n° 33** (avril 1926) : *Dosage du phosphore dans les produits de la sidérurgie*, par R. CAILLOL, 34 p. — n° **34** (mai 1926) : *Recherches sur l'inflammabilité des mélanges carburés*, par ANDRÉ PIGNOT, 53 p., 19 fig. Issy-les-Moulineaux (Seine), 2, rue Jeanne-d'Arc. **Pér. 117**

Science et industrie. — N° **152** (1926) : *Pétroles. Huiles et graisses. Moteurs à huile lourde, etc.*, 112 p., fig. Paris, 22, avenue Montaigne. **Pér. 111**

Revue générale de l'électricité. — Table générale alphabétique des noms d'auteurs; Table générale méthodique des matières. Tomes I à X, **1917-1921.** Paris, 12, place de Laborde (8e). **Pér. 307**

CHAMBRE SYNDICALE DES CONSTRUCTEURS DE NAVIRES ET DE MACHINES MARINES. — **Annuaire 1926-1927.** Paris, 7, rue de Madrid (8e). **Pér. 91**

ASSOCIATION AMICALE DES ANCIENS ÉLÈVES DE L'INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE (Ingénieurs-agronomes). Promotions 1876 à 1924. — **Annuaire.** Année **1296.** Paris, 5, quai Voltaire (7e). **Pér. 92**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ASSOCIATION DE L'INDUSTRIE ET DE L'AGRICULTURE FRANÇAISES. — **Assemblée générale tenue à Paris, le 7 juin 1926. — Annuaire des membres composant l'Association.** Paris, 6, rue du Général-Foy (8e). **Pér. 70**

CHAMBRE SYNDICALE DES FABRICANTS ET DES CONSTRUCTEURS DE MATÉRIEL POUR CHEMINS DE FER ET TRAMWAYS. — **Annuaire 1926-1927.** Paris, 7, rue de Madrid (8e). **Pér. 399**

Mémorial des Poudres, publié par les soins du SERVICE DES POUDRES, avec l'autorisation du Ministre de la Guerre. — Tome XXII (1er fascicule). Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1926. **Pér. 223**

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DU MAROC. — **Mémoires,** n° XIV (25 mars 1926) : **Recherches géologiques dans la Meseta marocaine,** par GEORGES LECOINTRE, 158 p., 32 fig., XVIII planches et une carte en couleurs. **Index bibliographique,** p. 145-154. Rabat, Institut scientifique chérifien; Paris, Émile Larose. **Pér. 46**

GOUVERNEMENT GÉNÉRAL DE L'INDOCHINE. Direction des Affaires économiques. — **Annuaire économique de l'Indochine.** 1re partie : **Tonkin et Nord-Annam, 1925,** avec 3 cartes en annexe. Hanoï, Imp. d'Extrême-Orient. **Pér. 54**

IRON AND STEEL INSTITUTE. — **Journal. 1926.** n° 1, Vol. CXIII. London, S. W. 1., 28, Victoria Street. **Pér. 157**

IRON AND STEEL INSTITUTE. — **Charter, bye-laws and list of members and associates. 1926.** London, S. W. 1., 28, Victoria Street. **Pér. 157**

INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS. — **Proceedings. 1926,** vol. I (january-may). London, S. W. 1., Storey's Gate, St. James's Park. **Pér. 114**

INSTITUTION OF AERONAUTICAL ENGINEERS. — **Minutes of Proceedings,** n° **18** : *Some aspects of full scale experiments,* by C. HOWARTH, p. 5-21, 5 fig. *The care and maintenance of machine tools as an important factor in workshop routine,* by Lieutenant N. A. OLECHNOVITCH, p. 22-36, London, S. W. 1., 34, Broadway, Westminster. **Pér. 503**

INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. — **Minutes of Proceedings.** Vol. **220, 1924-25** (part. 2). London, S. W. 1., Great George Street, Westminster. **Pér. 189**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Scientific Papers,** Vol. XX (1925-1926), nos **513** : *Origin of quenching cracks,* by HOWARD SCOTT, p. 399-444, 19 fig. — **514** : *Gases in metals.* II : *The determination of oxygen and hydrogen in metals by fusion in vacuum,* by L. JORDAN, J. R. ECKMAN, p. 445-482, 4 fig. — **520** : *Nonflammable liquids for cryostats,* by C. W. KANOLT, p. 619-633, 3 fig. — **521** : *Measurement of the index of refraction of glass at high temperatures,* by C. G. PETERS, p. 635-659, 14 fig. — **523** : *Wind pressures on structures,* by H. L. DRYDEN, G. C. HILL, p. 697-732, 23 fig. — Vol XXI (1926), nos **524** : *Measurements on the thermal expansion of fused silica,* by W. SOUDER, P. HIDNERT, p. 1-23, 11 fig. — **525** : *A unicontrol high-frequency radio direction finder,* by F. W. DUNMORE, p. 25-35, 9 fig. — **526** : *Transmission and absorption of sound by some building materials,* by E. A. ECKHARD, V. L. CHRISLER, p. 37-63, 9 fig. **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Technologic Papers,** Vol. XIX (1925), n° **297** : *A statistical study of conditions affecting the distance range of radio telephone broadcasting stations,* by C. M. JANSKY, p. 641-650, 8 fig. — Vol. XX (1926), nos **303** : *Cause of some accidents from gas appliances,* by I. VERNON BRUMBAUGH, p. 47-123, 28 fig. — **305** : *Permeability of stone,* by. D. W. KESSLER, p. 155-172, 5 fig. — **306** : *A photometric method for measuring the hiding power of paints.* by H. D. BRUCE, p. 173-190, 8 fig. — **308** : *Cement-lime mortars,* by H. V. JOHNSON, p. 241-274, 14 fig. **Bibliography,** p. 269-274. — **310** : *Properties of potters' flints and their effects in white ware bodies,* by E. E. PRESSLER, W. L. SHEARER, p. 289-315, 15 fig. — **311** : *Compressive and transverse strength of hollow-tile walls,* by A. H. STANG, D. E. PARSONS, H. D. FOSTER, p. 317-353, 19 fig. — **312** : *A study of case-lining papers for the purpose of developing standard specifications,* B. Wby. SCRIBNER, F. T. CARSON, p. 355-364, 1 fig. — **313** : *Some characteristics of quenching curves,* by H. J. FRENCH, O. Z. KLOPSCH, p. 365-385, 9 fig. — **315** : *Nondestructive testing of wire hoisting rope by magnetic analysis,* by R. L. SANFORD, p. 497-518, 15 fig. **Pér. 61**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Circulars**, nos **281** : *The technology of the manufacture of gypsum products*, 81 p., 39 fig. (1926). — **282** : *Fire-clay brick. Their manufacture, properties, uses and specifications*, 50 p., 27 fig. (1926). — **305** : *United States Government master specification for tubing, rubber*, 3 p. (1926). — **306** : ... *for matting, rubber*, 3 p. (1926). — **307** : ... *for hose, pneumatic*, 3 p. (1926). — **308** : ... *for stoppers, rubber*, 3 p. (1926). **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Miscellaneous Publications**, nos **70** : *Weights and measures. Eighteenth national Conference, Washington, may 1925*. 187 p., fig. — **72** : *Strain lines developed by compressive tests on structural members of the Delaware River Bridge*, 1 feuille (45 × 37) (1926). — **73** : *Subject index of United States Government master specifications*, 6 p. (1926). **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Handbook series**, no **7** : *Safety rules for the installation and maintenance of electric utilization equipment*, 71 p. (1926). **Pér. 61**

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE. — BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Simplified practice recommendation**, nos **28** : *Sheet steel*, first revision, 11 p. (1926). — **31 a** : *Loaded paper shot shells*, first revision, 9 p. (1926). — **40** : *Hospital chinaware*, 10 p. (1926) — **45** : *Grinding wheels*, 23 p., fig. (1926). — **47** : *Cut tacks and small cut nails*, 13 p. (1926). — **49** : *Sidewalk, floor and roof lights*, 9 p. (1926). **Pér. 61**

SMITHSONIAN INSTITUTION. — **Annual report of the U. S. National Museum, 1925**. Washington, 1926. **Pér. 27**

***

Tables annuelles de constantes et données numériques de chimie, de physique et de technologie. Vol. V, années 1917-1918-1919-1920-1921-1922. 2e partie. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1926. **Pér. 63**

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR LA PROTECTION DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE. — **Bulletin** 2e série, no **19 (1925-1926)** : *Travaux de l'Association*. Paris, 117, boulevard Saint-Germain (6e). **Pér. 320**

COMITÉ DES FORGES DE FRANCE. — **Annuaire 1926-1927**. Paris, 7, rue de Madrid (8e). **Pér. 86**

L'agent général, gérant.

E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

125e ANNÉE. DÉCEMBRE 1926.

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

DEMANDE D'EXONÉRATION D'IMPOTS EN FAVEUR DES VÉHICULES AUTOMOBILES ÉLECTRIQUES

adressée à MM. les ministres des Finances et des Travaux publics [1] par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale a été appelée à étudier le rôle considérable que peuvent jouer les automobiles électriques (services publics et particuliers), et les avantages que comporte leur emploi au point de vue national.

Frappée du développement très important de ces véhicules à l'étranger, elle a enregistré avec une vive satisfaction les belles tentatives, couronnées d'ailleurs de plein succès, en vue de la généralisation de ces moyens de locomotion dans certaines grandes villes de France, et notamment à Lyon.

Des applications nombreuses de ce mode de transport ont donc leur place marquée dans les grands centres urbains où la circulation des véhicules, sur des parcours réduits, est grandement facilitée par les qualités de souplesse, de sécurité et d'hygiène qui sont des caractéristiques incontestables des automobiles électriques. Il n'est pas douteux que ces applications immédiates, locales, n'étendent rapidement leurs ramifications, le jour où le pays tout entier se sera rendu compte du parti qu'il peut tirer des automobiles électriques en même temps que des ressources dont il dispose pour accroître le champ de leur action.

(1) La présente demande a été adressée à MM. les ministres des Finances et des Travaux publics le 10 décembre 1926.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Si l'on considère que l'automobile électrique peut puiser sur notre sol son énergie vitale; qu'elle permet une utilisation plus rationnelle des usines productrices de courant électrique de jour en jour plus nombreuses et plus puissantes, et enfin qu'elle écarte, dans une certaine mesure, la grave éventualité d'une disette d'un carburant, pour lequel nous sommes tributaires des importations étrangères, on doit reconnaître que ce mode de transport a vraiment droit à toute notre sollicitude.

Or, un moyen particulièrement puissant pour encourager l'automobile électrique consisterait à exonérer les véhicules, jusqu'à concurrence de 50 p. 100 de tous les impôts prévus par l'article 95 de la loi de Finances du 13 juillet 1925.

Dans cet ordre d'idées, un précédent a déjà été admis en faveur des véhicules fonctionnant à l'aide des moteurs à combustion interne alimentés par gazogène, par l'article 24 de la loi du 30 juin 1926.

Aussi, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale a-t-elle l'honneur de demander l'insertion, dans la prochaine loi de finances, d'un article ayant pour objet l'extension de la législation actuelle, et qui pourrait être rédigé comme suit :

*
* *

« Art. ..... — Sont prorogés jusqu'au 31 décembre 1927 les tarifs édictés « par l'article 95 de la loi de Finances du 13 juillet 1925.

« Toutefois, cet article doit être complété comme suit :

« ... Sont exonérés jusqu'à concurrence de 50 p. 100 de tous les impôts « prévus à l'article 95 susvisé :

« 1° les véhicules fonctionnant à l'aide de moteurs à combustion interne « alimentés par gazogène;

« 2° *les véhicules automobiles électriques.*

« Cette exonération ne sera toutefois accordée aux véhicules équipés avec « un carburateur de secours, que si celui-ci n'est pas susceptible d'assurer « l'alimentation du moteur en marche normale. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LA FATIGUE INDUSTRIELLE

par

M. M. J. ANDROUIN,
membre du Conseil.

Pour réaliser dans l'industrie le moindre prix de revient, la méthode à suivre se résume généralement ainsi :

décomposer le travail en ses phases, et chaque phase en ses opérations;

analyser en détail chaque opération pour déterminer le procédé à employer;

calculer les temps dans l'hypothèse que les conditions de travail sont les meilleures;

procéder, s'il y a lieu, à la vérification expérimentale des temps calculés et aux majorations de temps qui sont nécessaires pour compenser les insuffisances matérielles et autres auxquelles on ne peut remédier en temps utile;

sur les données ainsi acquises, mettre le travail à la tâche.

Si précise que paraisse être cette méthode, on trouve souvent, au début de l'application à un travail donné, que les temps réalisés sont notablement supérieurs aux temps prévus. Les différences ont pour causes habituelles, en dehors des facteurs psychologiques :

1° le manque d'entraînement des opérateurs et surtout des cadres;

2° la fatigue.

C'est cette deuxième cause que nous examinons dans ce qui suit, en la considérant du point de vue de la *recherche du moindre prix de revient industriel* dans la construction mécanique et les industries connexes.

LA FATIGUE ET SES CAUSES

Nous admettrons, comme définition de la fatigue : état d'un organisme qui, ayant accompli un certain travail à une certaine allure pendant un certain temps, se trouve, de ce fait, incapable de continuer à la même allure avec la même facilité.

Les causes les plus ordinaires de la fatigue sont :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les efforts exagérés;

les conditions défectueuses quant à l'état de l'atmosphère et à la température de l'atelier;

le mauvais éclairage;

le désordre et l'incertitude.

Les efforts exagérés sont occasionnés soit par le maniement d'objets lourds, soit par la manipulation d'outils incommodes ou d'organes de machines offrant une trop grande résistance à la manœuvre.

MANIEMENT D'OBJETS LOURDS. — Dans le maniement d'objets lourds, la fatigue, pour un opérateur donné, dépend des facteurs principaux suivants :

masse des objets à manœuvrer;

fréquence des manœuvres;

position du corps pendant la manœuvre;

durée du travail auquel les manœuvres se rapportent.

Les masses dont la manœuvre peut occasionner une fatigue appréciable sont comprises entre des limites relativement rapprochées. En effet, les petits objets, jusqu'à quelques centaines de grammes, sont négligeables, et les très grosses pièces, pour lesquelles l'emploi d'engins s'impose évidemment, sont de ce fait hors de la question.

Les masses fatigantes à manœuvrer s'échelonnent généralemeut entre quelques dizaines de kilogrammes manœuvrés à des intervalles de plusieurs minutes, et quelques kilogrammes manœuvrés à des intervalles de quelques secondes.

De nombreux exemples vécus nous ont montré que les facteurs « fréquence des manœuvres », « position du corps », et « durée » ont une importance bien plus grande qu'on ne l'imagine généralement.

En ce qui concerne le facteur *durée*, il y a des travaux qui, en raison de leur nature, sont effectués pendant des périodes courtes, ces périodes étant suffisamment espacées pour permettre à l'opérateur de se reposer. Dans ces cas, on peut, sans risquer de fatiguer l'opérateur, lui demander des efforts momentanés qu'il ne pourrait pas fournir d'une manière ininterrompue.

Il existe d'ailleurs des cas où, le choix étant arbitraire, l'expérience a montré qu'il y avait intérêt à régler le travail de cette manière. Toutefois, dans les travaux mécaniques, le cas le plus général est celui du travail continu; il faut donc admettre que l'opérateur doit pouvoir soutenir l'allure normale pendant toute la durée d'une demi-journée, cela sans fatigue appréciable. Le facteur durée devient ainsi l'une des données du problème.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Voici quelques exemples de constatations relatives aux divers facteurs :

Un certain travail de façonnage mécanique, sur des pièces d'une trentaine de kilogrammes, était effectué sans fatigue à raison d'une dizaine de pièces à l'heure. Le temps ayant été réduit à moins d'une minute par pièce, par suite de l'emploi d'outillages plus productifs, le travail devint fatigant du fait de l'augmentation de la fréquence des manœuvres. Toutefois, l'agent technique chargé de la mise en service des nouveaux outillages, ne s'en aperçut pas au premier essai, parce qu'il n'avait pas opéré lui-même pendant un temps suffisamment long. L'opérateur n ayant pas soutenu l'allure prévue, l'agent refit un essai, de longue durée cette fois, qui lui permit de bien poser le problème et de le résoudre.

La solution consista simplement à disposer, près de la table de la machine des tablettes porte-pièces placées à la même hauteur. L'opérateur n'avait plus alors qu'à déplacer les pièces horizontalement d'une tablette à la table et de celle-ci à l'autre tablette.

Au cours d'une série d'essais méthodiques faits sur des travaux continus de moulage mécanique, nous avons pu étudier en détail l'influence de la *fréquence* des manœuvres et surtout celle de la *position du corps* de l'opérateur qui porte un fardeau. Les masses à manœuvrer consistaient en :

châssis vides (à prendre sur le tas et à mettre en place sur la machine);

sable (à pelleter pour le mettre dans le tamis ou directement dans le châssis);

demi-moules foulés (à prendre sur la machine pour les mettre sur l'aire de coulée).

Les demi-moules (dont la masse était la réunion de celles des châssis vides et du sable) étaient à la limite où, bien que lourds à la main, ils n'exigeaient pas nécessairement l'emploi d'un engin de levage. Nous pûmes ainsi constater que l'influence de la position du corps est beaucoup plus importante qu'on ne peut l'imaginer au jugé.

L'ingénieur chargé du travail n'hésita pas à opérer lui-même à toute allure pendant plusieurs journées consécutives. Il se trouva alors en face d'un problème dont il était bien pénétré et put sans grand effort réaliser les moyens pratiques de réduire au minimum la fatigue des opérateurs.

La solution adoptée, extrêmement simple, consista à mettre les châssis et le sable à la hauteur et dans la position les plus convenables, et à effectuer le remoulage sur une table. Les opérateurs, n'ayant plus à porter aucune charge étant baissés, ni même à se baisser pour quoi que ce soit, purent facilement utiliser à plein rendement la productivité de la machine.

Pour bien résoudre de tels problèmes, il faut soit les avoir vécus, soit

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les traiter par l'analogie à des problèmes de même nature vécus antérieurement.

Une erreur que nous avons vu commettre plusieurs fois est celle qui consiste à mettre à la disposition de l'opérateur un engin insuffisamment étudié au point de vue psychologique. Dans la plupart des cas, l'opérateur n'emploie pas l'engin. Il se peut que l'emploi de cet engin soit ou paraisse moins rapide que la manœuvre à la main, et l'ouvrier, qui ne connaît pas la valeur du ménagement de ses forces, opère à la main parce que cela lui semble plus simple. D'ailleurs, la loi du moindre effort l'influence non seulement physiquement, mais aussi et surtout mentalement; si l'emploi d'un engin exige un certain effort mental, l'homme, pour ne pas faire cet effort, manœuvre à la main.

Pour cette même raison, il est très rare que les ouvriers, même parmi les meilleurs, prennent l'initiative de signaler ce qui peut leur occasionner de la fatigue ou leur faire perdre du temps. On n'obtient cela que dans l'ambiance d'une organisation rationnelle bien établie et soigneusement entretenue, où se développe chez eux le désir instinctif de perfectionnner leur manière de travailler.

MANIEMENT D'OUTILLAGE OU DE MACHINERIE INCOMMODE. — *Les outils mal en main.* — Beaucoup d'outils d'origine ancienne sont relativement bien en main, car des dizaines de générations d'artisans les ont perfectionnés de proche en proche [1]. Il n'en est pas toujours de même des outils nouveaux, surtout lorsqu'il s'agit de ceux que l'on crée spécialement pour un travail déterminé et qu'il faudrait réussir d'emblée à faire bien.

Dans ces cas encore, on ne peut guère compter sur les remarques des ouvriers pour améliorer ce qu'on a fait. Le mieux est toujours d'opérer soi-même, à moins qu'on ne puisse s'inspirer de travaux antérieurs sérieux.

Nous avons eu l'occasion d'étudier assez minutieusement certains outils manuels dont l'emploi est encore inévitable même dans les fabrications interchangeables, comme les alésoirs d'alignement, les grattoirs à coussinets, les grattoirs pour faces planes, etc. Certains de ces outils, qui sont d'usage courant, sont de véritables ustensiles à fatiguer les opérateurs et à gaspiller le temps. Et cependant, par une étude expérimentale méthodique des conditions d'emploi, on peut les mettre facilement au point.

Les machines-outils. — En ce qui concerne les machines-outils, l'importance de la facilité de manœuvre s'est accrue considérablement du fait de l'augmentation de la productivité. En effet, la fréquence des manœuvres est,

(1) Voir à ce sujet les remarquables études de M. Ch. Fremont sur l'évolution des outils.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

toutes autres choses étant égales, proportionnelle à la productivité, et les machines à haute productivité sont plus massives que les autres.

Depuis 1900, la plupart des machines-outils ont été perfectionnées en vue de l'emploi des aciers à coupe rapide. Les premières machines des nouveaux types étaient presque toutes fatigantes à conduire, en raison de la fréquence accrue des manœuvres et de l'augmentation de la masse des organes. De grands progrès ont été accomplis à cet égard.

Aux États-Unis, on a généralement résolu les problèmes de cette nature en développant l'automaticité des machines. Les mouvements d'approche, de dégagement, de retour, ont été rendus mécaniques, pneumatiques ou hydrauliques, et l'opérateur n'a plus qu'à parfaire les réglages. Dans certains cas, la machine a été rendue automatique pour la durée d'un cycle correspondant au façonnage d'une pièce, ou même pour une durée indéfinie, la mise en place et l'enlèvement des pièces étant effectués automatiquement. Il existe toutefois de nombreuses machines pour lesquelles il n'est pas indiqué d'aller jusque-là même dans les fabrications en masse.

L'ingénieur qui élabore ces machines doit apporter la plus grande attention à l'étude des organes de commande, de manière à réaliser des dispositifs manœuvrables simplement et sans efforts fatigants. A cet effet, il rassemblera les organes de manœuvre pour éviter tout déplacement non justifié et toute position défavorable du corps; il emploiera des systèmes à haut rendement pour éviter de demander à l'opérateur de fournir du travail mécanique qui se perde dans les frottements.

Dans cet ordre d'idées, nous avons réalisé avec succès certaines machines-outils spéciales où les manœuvres avaient été étudiées minutieusement et où étaient employés des systèmes articulés au lieu de glissières, les commandes étant à leviers ou à crémaillère au lieu d'être à vis. Grâce à l'emploi de ces systèmes à haut rendement, l'opérateur pouvait produire, sans fatigue, beaucoup plus qu'avec les machines des anciens types.

Le tour parallèle. — Pour bien montrer l'intérêt de la question, nous résumerons ce qu'il convient d'examiner à ce point de vue dans une machine que tout le monde connaît, le tour dit « parallèle ».

Hauteur de l'axe par rapport au sol. — Pour opérer commodément, l'idéal est d'avoir le corps tout droit, le travail étant à distance convenable des yeux. Mais si l'on s'en tenait à cette condition, certaines manivelles seraient placées trop haut pour la main, et les pièces un peu lourdes seraient fatigantes à mettre en place et à enlever vu la trop grande hauteur. Pendant longtemps toutefois, on a fait des tours à métaux trop bas parce que l'on était influencé par les anciens tours qui, pour la commodité du travail au crochet tenu à la main, étaient nécessairement bas.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les bons constructeurs admettent maintenant, pour les tours de dimensions courantes, une hauteur qui convient assez bien à un opérateur de taille moyenne ou un peu au-dessous, cette hauteur étant un peu plus faible pour les gros tours que pour les petits; pour les tours d'une hauteur de pointes h égale ou inférieure à 500 mm, la hauteur de l'axe au-dessus du sol est généralement, en millimètres, $1\,100 - 0{,}2\,h$.

Embrayage. — Il importe que la poignée soit bien en main, que les courses et les efforts nécessaires à la mise en marche, à l'arrêt et aux changements d'allure ou de sens soient faibles, et surtout que les arrêts aux points h intermédiaires de la course soient sensibles.

Il est important aussi, sauf pour les très gros tours, de pouvoir facilement faire tourner la broche à la main. Parmi les premiers tours dits à monopoulie, certains furent peu goûtés des opérateurs parce que ce détail avait été négligé.

Avances mécaniques des chariots. — Les organes de manœuvre doivent satisfaire aux mêmes conditions que ceux de l'embrayage de la rotation de la broche.

Déplacement longitudinal à la main. — Il est très important que le volant soit doux à manœuvrer. Cela s'obtient en proportionnant convenablement le déplacement par tour de volant, et en employant, si c'est utile, un mécanisme à haut rendement.

En général, pour des tours de grandeur moyenne, nous avons admis un déplacement de 50 mm par tour de volant. Pour les tours où la disposition usuelle du mécanisme n'aurait pas permis une manœuvre assez douce, nous avons monté sur roulements à billes la partie correspondante du tablier, ou au moins l'arbre-pignon engrenant avec la crémaillère.

Déplacements transversal et angulaire du chariot à la main. — Cet ensemble n'est pas facile à bien réaliser : si l'on veut obtenir des manœuvres douces, il faut employer des manivelles assez longues, mais alors on risque, quand on manœuvre l'une des manivelles, de se heurter à l'autre. L'une des meilleures solutions de ce problème est celle qui consiste à placer le chariot supérieur à 30° de la direction transversale, et à ne le mettre hors de cette position que dans les cas, d'ailleurs très rares, où c'est nécessaire.

Une question intéressante est celle du pas des vis de chariots, surtout pour le travail des petites pièces, où les manœuvres sont fréquentes. Des essais nous ont montré que le pas de 10 mm convient très bien pour la vis du coulisseau transversal des tours de grandeurs courantes. Or, dans la plupart des tours en usage, le pas de cette vis n'est que de 5 ou même moins.

D'autres essais ont porté sur la manœuvre de la contre-poupée et des organes divers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tous ces essais ont permis de voir que les tours que l'on trouve couramment dans le commerce, même les plus modernes, ont encore grand besoin d'être perfectionnés au point de vue de la facilité et de la douceur de la manœuvre. Il en est encore ainsi de la plupart des autres machines-outils, qui, en général, sont moins anciennes, donc moins bien connues que le tour.

Cas des machines mues à la main ou au pied. — Il existe encore des machines-outils, d'ailleurs très utiles, mues à la main ou au pied. Or, dans la plupart de ces machines, on s'est à peu près désintéressé du rendement des mécanismes. C'est ainsi que les machines à percer à main que l'on trouve chez la plupart des artisans, sont généralement montées sur coussinets de construction médiocre, alors que beaucoup de machines à percer fonctionnant au moteur sont montées sur roulements à billes ou à rouleaux.

Il existe aussi de nombreuses machines mues au pied, dont les mécanismes sont encore très inférieurs à celui de la moindre bicyclette. Et cependant, ces machines sont fabriquées en quantités suffisantes pour justifier qu'on en perfectionne les mécanismes.

ATMOSPHÈRE ET TEMPÉRATURE DES LOCAUX. — Nous ne pouvons examiner ici le cas des industries où l'atmosphère des locaux est viciée du fait de la nature du travail, mais nous croyons devoir insister sur la nécessité d'une bonne ventilation des locaux, si propre que soit le travail effectué, et d'un bon chauffage.

La chaleur excessive de l'été, surtout l'après-midi, est une cause de fatigue diminuant le rendement de l'atelier. Quant au froid, il cause une déperdition encore plus grande.

D'un grand nombre d'observations faites en hiver, il ressort que le ralentissement de production dû au froid est plus important au commencement de la demi-journée de travail qu'à tout autre moment, et que d'ailleurs la demi-journée est irrémédiablement compromise si elle n'a pas été commencée à bonne allure. Pour qu'un atelier soit bien chauffé, il faut avant tout que l'on y soit à l'aise en entrant. Dans les heures qui suivent, un abaissement de la température, même de plusieurs degrés, passe à peu près inaperçu.

Le chauffage par air soufflé, qui permet un bon départ de chaque demi-journée d'hiver et que l'on peut employer pour rafraîchir en été, est celui qui offre le meilleur ensemble d'avantages au point de vue du rendement du personnel.

ÉCLAIRAGE. — Nous n'entrerons pas dans le détail de cette question, qui a déjà été très bien étudiée notamment par l'Association des Industriels de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

France contre les Accidents du Travail; nous mentionnerons seulement qu'elle est très importante. Un mauvais éclairage est extrêmement fatigant, et la fatigue des yeux est une des plus déprimantes qui soient. C'est pourquoi il est tout indiqué de recourir au besoin au concours d'un spécialiste compétent pour installer l'éclairage des ateliers.

DÉSORDRE ET INCERTITUDE. — Le désordre cause une fatigue réelle. Du fait du mauvais rangement des objets, les manipulations sont rendues plus fatigantes; en dehors de cette influence physique, le personnel subit aussi une influence mentale qui engendre chez lui l'indifférence ou même un certain dégoût, et lui fait perdre une partie de ses moyens.

Tous ceux qui ont pris la peine d'observer des ateliers plus ou moins bien organisés ont pu constater que l'ambiance d'ordre et de méthode est un puissant stimulant de la rapidité de production.

L'incertitude, si elle porte sur le travail à effectuer ou sur les procédés, a tous les inconvénients du désordre, dont elle est d'ailleurs une conséquence.

Si l'incertitude porte sur les sens de manœuvre des organes de commande des machines, elle rend extrêmement pénible le travail des démonstrateurs qui, en raison même de leurs fonctions, doivent changer de machine à tout instant. A cette forme d'incertitude, il n'est qu'un remède, c'est la normalisation des sens de manœuvre, normalisation que la Commission permanente (française) de Standardisation a codifiée.

CONCLUSIONS.

Tous les problèmes que pose la question de la fatigue sont susceptibles de solutions simples comme celles qui sont citées plus haut, et l'on peut dire qu'en général un problème de fatigue industrielle est bien près d'être résolu du moment qu'il est posé d'une manière précise. Or de tels problèmes ne sont vraiment bien posés que si l'ingénieur ou un collaborateur qualifié, a pris la peine d'opérer lui-même.

La fatigue n'est pas une grandeur définie mathématiquement et susceptible de mesures précises. Peut-être la bioénergétique fournira-t-elle un jour certaines données applicables à la résolution des questions de fatigue; mais nous n'en sommes pas encore là.

En général, la mesure de l'influence de la fatigue sur le rendement ne peut être effectuée sûrement que par l'interprétation raisonnée d'observations bien faites et très nombreuses portant sur les travaux mêmes qu'il s'agit d'étudier. Et c'est pour cela que les problèmes de fatigue industrielle, bien

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que leur solution se ramène presque toujours à des réalisations étonnamment simples, réclament l'intervention personnelle des ingénieurs.

Ces questions ont déjà été l'objet, un peu partout, d'une attention plus ou moins grande. En fait, il n'y a pas d'ateliers où on les ait entièrement négligées. Mais les usines où on les a méthodiquement étudiées et résolues ne sont pas encore en très grand nombre.

Les progrès dans cet ordre d'idées sont liés au développement de l'organisation rationnelle, car l'étude d'un travail quelconque, au point de vue de l'influence de la fatigue, est partie intégrante de la préparation méthodique de ce travail, et cette préparation méthodique n'est faite que dans les établissements bien organisés.

Notre collègue, M. L. A. Legros, dans le remarquable exposé qu'il a fait récemment de la question considérée dans son ensemble, suggère que des recherches collectives soient faites, et, donne un programme détaillé des études qu'il considère justement comme étant d'intérêt général (2). De telles recherches collectives donneront certainement des résultats d'une grande portée pratique, mais les intéressés en tireront toujours un parti d'autant plus profitable que leurs entreprises seront mieux organisées.

(2) *Economy of Human Effort in relation to Industrial Fatigue.* Société des Ingénieurs civils de France. Bristish Section. June 3,1926.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SUR LE VERSOIR DES CHARRUES

par

M. MAX RINGELMANN,
membre du Conseil.

Le mémoire paru dans le *Bulletin* de mai 1926, page 384, donne le résumé de mes expériences faites dans le but de voir l'influence de la configuration géométrique du versoir sur la résistance que cette pièce importante de la charrue oppose à l'attelage.

Dans ces essais, l'ensemble de la charrue restait constant et le versoir seul était variable de forme, tout en exécutant le même labour (comme profondeur et largeur) dans la même terre.

Lors d'une autre série de recherches (essais du Plessis), dont le résumé fait l'objet de la présente note, j'ai relevé les tractions spécifiques (tractions par décimètre carré de la section transversale du labour) exigées dans les mêmes conditions de sol, et le même jour, par des charrues pourvues de divers versoirs. Mais, ici, la comparaison s'applique à l'ensemble de la machine, alors que le poids des charrues, les coutres, les socs, les versoirs, le montage, etc., étaient différents; les tractions élémentaires des pièces travaillantes se fondent ainsi dans l'énergie totale constatée comme nécessaire au fonctionnement de chaque charrue.

*
* *

Les terres du domaine du Plessis, près de Châteauroux (en Brenne, appelée quelquefois Petite Sologne) dans lesquelles eurent lieu mes essais comparatifs, appartiennent au miocène. Le sol est silico-argileux. Les analyses faites par la Station agronomique de l'Indre ont donné (en poids) suivant les points de prises d'échantillons :

Cailloux :	de	3 à	36	pour 1.000
Graviers :	—	18 à	80	—
Terre fine :	—	917 à	982	—

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

D'autres analyses ont décelé :

Matière organique :	de	21 à 46	pour 1.000
Argile :	—	30 à 106	—
Sable :	—	860 à 926	—
Calcaire :	—	0,8 à 8	—

Je donne ce qui précède à simple titre d'indications car je n'ai pas l'analyse spéciale aux deux champs dans lesquels eurent lieu mes essais de charrues.

Les essais furent effectués le même jour dans deux champs dont les terres présentaient à ce moment les densités suivantes, mesurées suivant la méthode du flacon :

Terre 1	2.038
Terre 2	1.990

Je n'avais pas alors mesuré la teneur en eau des terres lors des essais, car ce n'est que plus tard que j'ai pu constater cette influence sur la traction, quand j'eus à ma complète disposition pendant près de 8 mois, la même charrue et le même champ dont la terre passait par différents degrés d'humidité.

* * *

La configuration des versoirs des charrues essayées au Plessis a été relevée avec mon appareil spécial enregistrant automatiquement, en vraie grandeur, l'intersection de la surface gauche du versoir avec des plans verticaux parallèles, espacés de 20 mm, perpendiculaires au plan de la muraille de la charrue.

Je donne, à titre de curiosité, les relevés (mais à 40 mm d'écartement) de deux charrues dont je ne m'occuperai pas dans la suite, et qui furent essayées au Plessis à titre comparatif avec les autres; l'une (fig. 1) est la *queue d'ajace* ou *queue de pie*, employée dans l'Indre vers 1801; l'autre (fig. 2) est l'*ariau* (appelée *chambige* dans la Creuse) très employé vers 1850 et encore utilisé dans le centre de la France pour certaines façons culturales.

* * *

Dans mes essais de Grignon, résumés dans la première partie de ce mémoire, j'ai montré l'avantage que présente le versoir cylindrique.

A mes essais du Plessis j'avais une charrue pouvant recevoir trois versoirs cylindriques devant effectuer le même labour (versoir dit long,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

moyen et court) ne différant que par leur angle moyen (difficile à mesurer) avec le plan des étançons.

Les figures 3, 4 et 5 donnent les profils de ces trois versoirs désignés par les numéros VII, VIII et IX; les profils sont écartés de 20 mm. Les trois corps de charrue ont fonctionné avec la même rasette indiquée sur la figure 3.

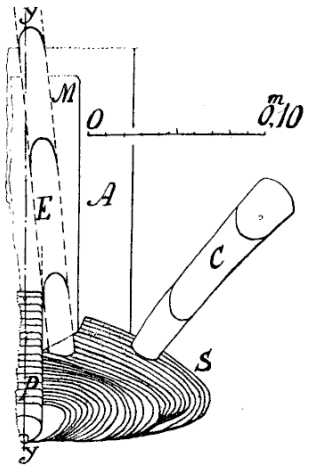


Fig. 1. — Moitié de la pièce travaillante de la *queue d'ajace*.

A, portion postérieure de l'age; — C, cheville en bois; — E, étançon d'avant en bois; — M, portion inférieure du mancheron; — P, pointe mobile en fer; — S, sep en bois; — *y*, axe de symétrie.

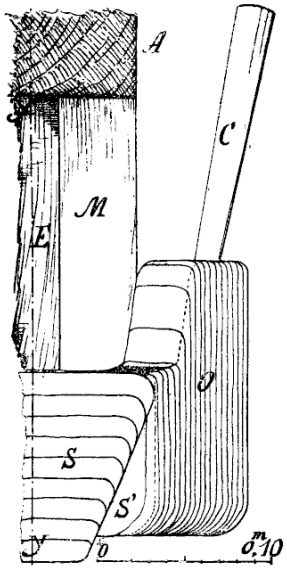


Fig. 2. — Moitié de la pièce travaillante de l'*ariau*.

A, coupe de l'age; — C, cheville en bois; — E, étançon d'avant en bois; — M, portion inférieure des mancherons; — O, oreille en bois; — S, soc en fer; — S′, sep en bois; — *y*, axe de symétrie.

Les longueurs, mesurées entre perpendiculaires, *s* (fig. 6) pour le soc et *v* pour le versoir, sont les suivantes :

Charrue.	LONGUEUR (en centimètres) du soc *s*.	du versoir *v*.
—	—	—
VII (fig. 3)	36	88,8
VIII (fig. 4).	32	74
IX (fig. 5)	26	67,8

Les tractions spécifiques (par décimètre carré de section du labour, lequel, suivant les essais, avait une profondeur de 0,17 à 0,19 m et une largeur de 0,28 à 0,30 m) sont les suivantes dans les deux terres 1 et 2.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Charrue.	TRACTION PAR DÉCIMÈTRE CARRÉ (en kilogrammes) terre 1.	terre 2.
VII (fig. 3)	51,3	42,5
VIII (fig. 4)	48,1	37,5
IX (fig. 5)	61,1	44,3

Ainsi, l'on voit l'influence de la longueur du versoir de même génération, ou de son angle d'action. Pour les deux terres, le minimum d'énergie est

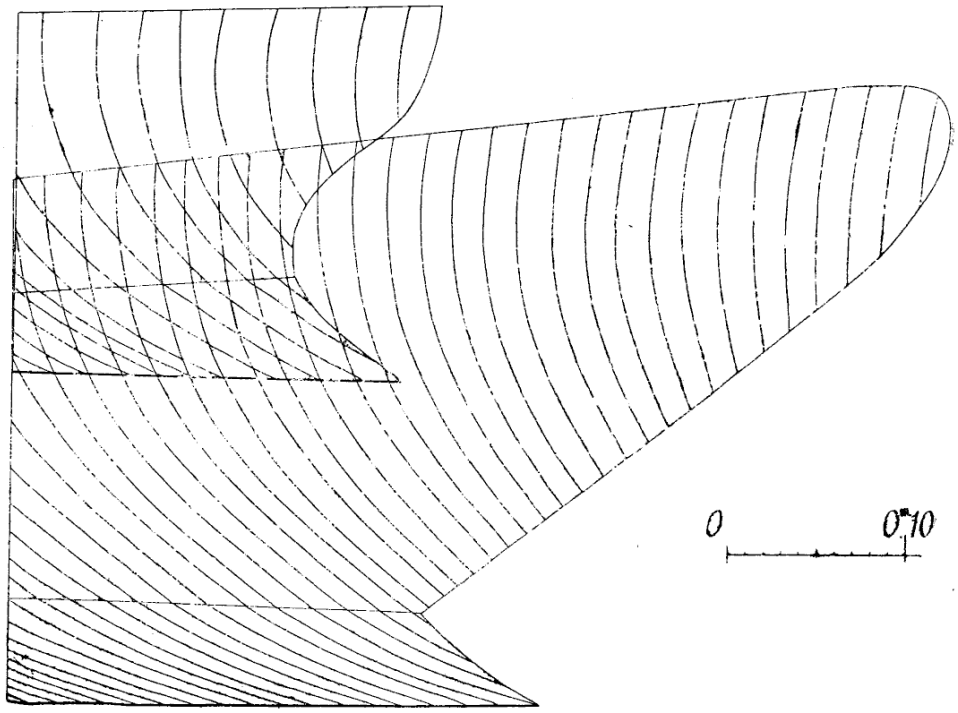


Fig. 3. — Versoir et rasette de la charrue VII. — Dans cette machine, la rasette, très grande, pourvue d'un soc, constitue un avant-versoir.

demandé par la charrue VIII, puis vient la charrue VII et enfin la charrue IX; cela est représenté par la figure 7 dans laquelle les tractions spécifiques sont portées en ordonnées y et les longueurs des versoirs en abscisses x; les tracés des résistances opposées par les terres n° 1 et n° 2 sont bien comparables entre eux.

* * *

Cinq autres charrues à une raie de mes essais du Plessis peuvent être comparées d'après leur versoir, dont voici les dimensions.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

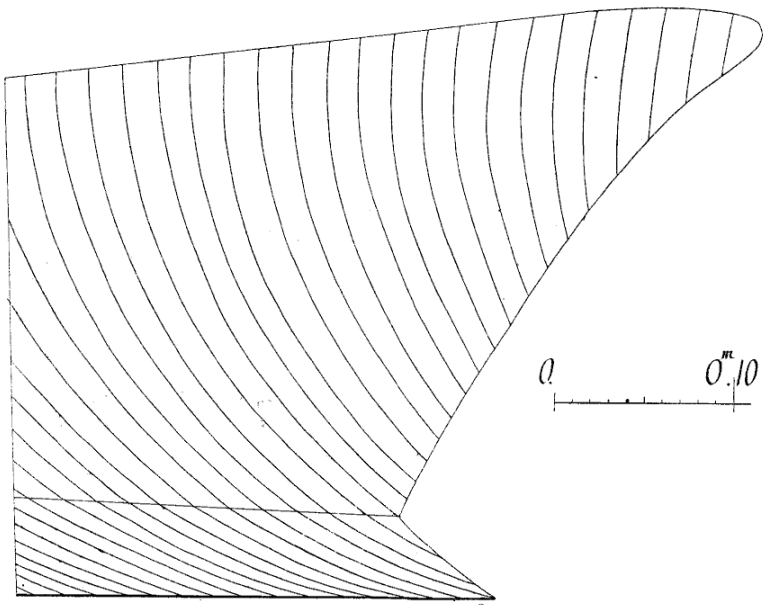


Fig. 4. — Versoir de la charrue VIII.

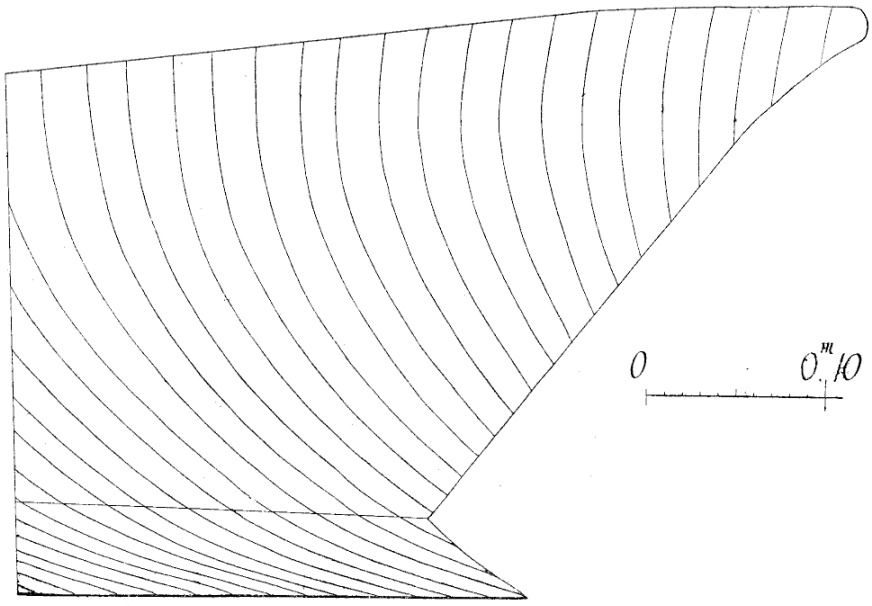


Fig. 5. — Versoir de la charrue IX.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Type du versoir	Charrue.	Longueur du versoir (centimètres).
Hélicoïdal convexe (fig. 8).	III	87
— d'abord convexe puis concave (fig. 9). . . .	IV	92
Cylindrique avec mauvais raccordement du soc (fig. 10).	V	84,4
— (avec prolongement) (fig. 11).	VI	66 + 10 = 76
— (fig. 4)	VIII	74

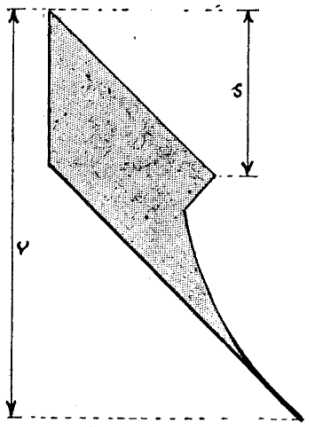


Fig. 6. — Projection horizontale d'un versoir cylindrique.

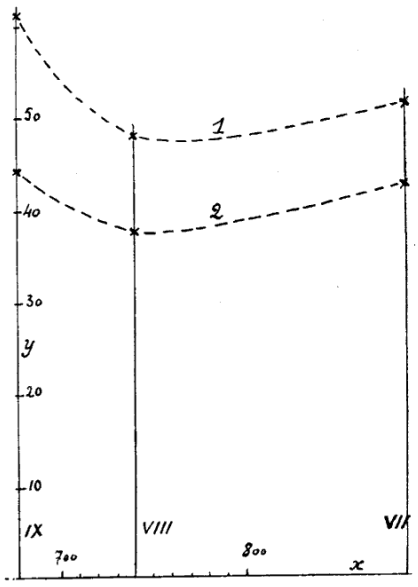


Fig. 7. — Tractions comparées (y) de versoirs cylindriques de différentes longueurs (x).

Les tractions spécifiques ont été les suivantes :

Charrues.	TRACTION PAR DÉCIMÈTRE CARRÉ (en kilogrammes) terre 1.	terre 2.
III (fig. 8).	59,4	54,8
IV (fig. 9).	59,6	55,7
Moyennes	59,5	55,2
VI (fig. 11)	54,3	49,3
VIII (fig. 4).	48,1	37,5
Moyennes	51,2	43,4

Les rapports des tractions moyennes s'établissent ainsi en prenant le versoir cylindrique égal à 100 :

	TRACTION RELATIVE terre 1.	terre 2.
Versoir { cylindrique	100	100
{ hélicoïdal	116,2	127,1

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

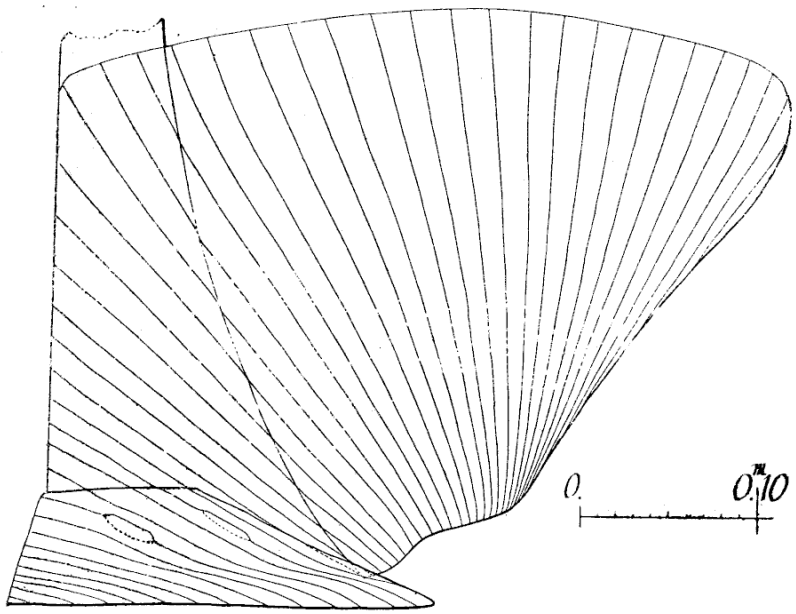


Fig. 8. — Versoir de la charrue III.

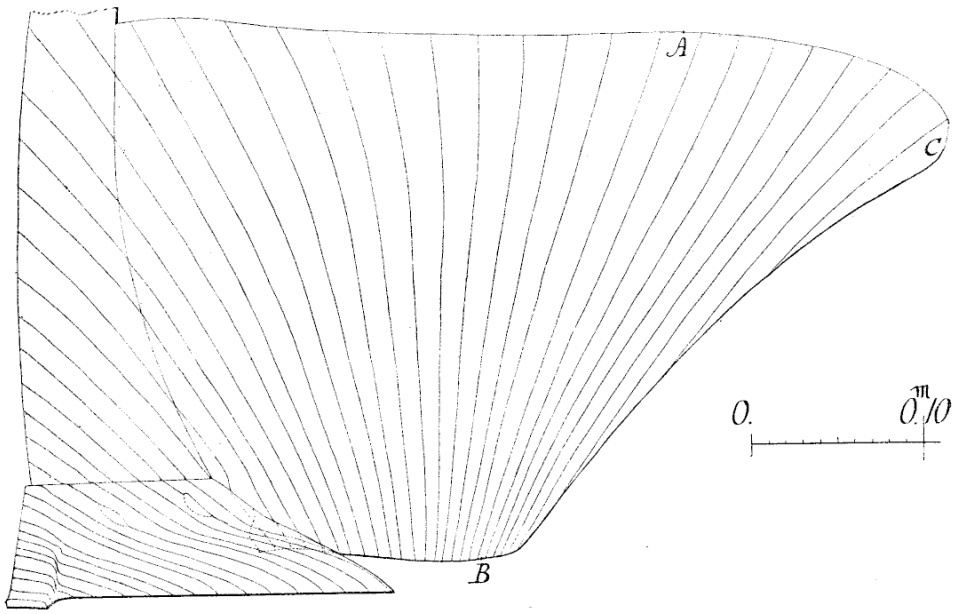


Fig. 9. — Versoir de la charrue IV. — Le versoir ne travaille plus dans la zone BAC.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

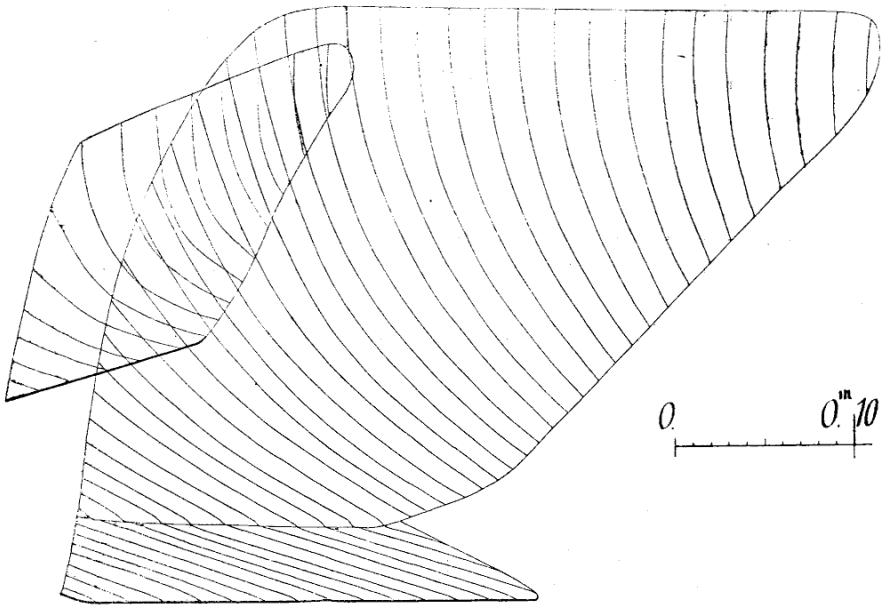


Fig. 10. — Versoir et rasette de la charrue V.

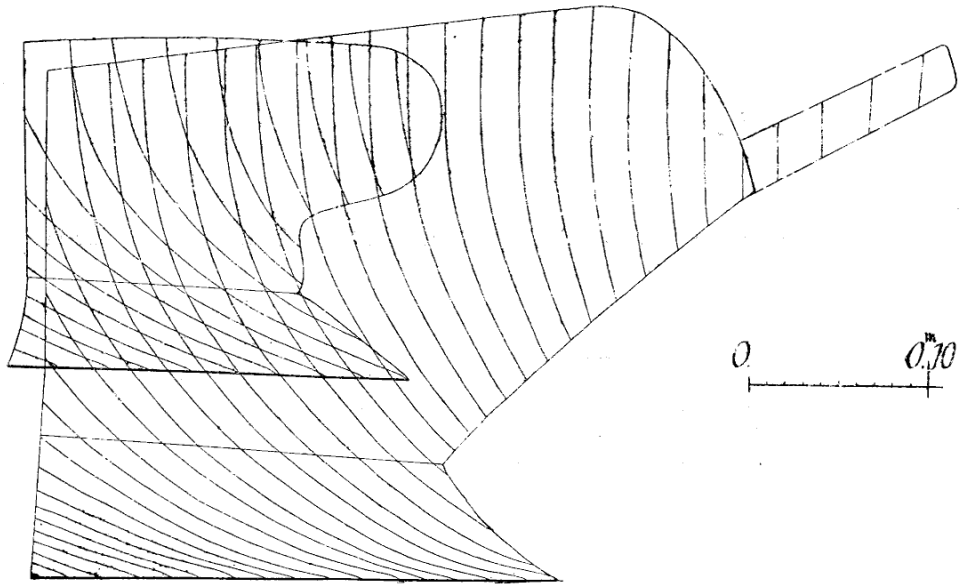


Fig. 11. — Versoir et rasette de la charrue VI. — Dans cette machine, la rasette, très grande, pourvue d'un soc, constitue un avant-versoir.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Alors que dans mes essais de Grignon (*Bulletin* de Mai 1926) la charrue *A*, à versoir cylindrique, demandant une traction égale à 100, la charrue *B*, à versoir hélicoïdal, exigeait une traction de 126,4, rapport très voisin de celui ci-dessus.

*
* *

L'influence désastreuse du mauvais raccordement du soc avec le versoir, formant un angle dièdre dans lequel s'accumule de la terre, et qu'on voit

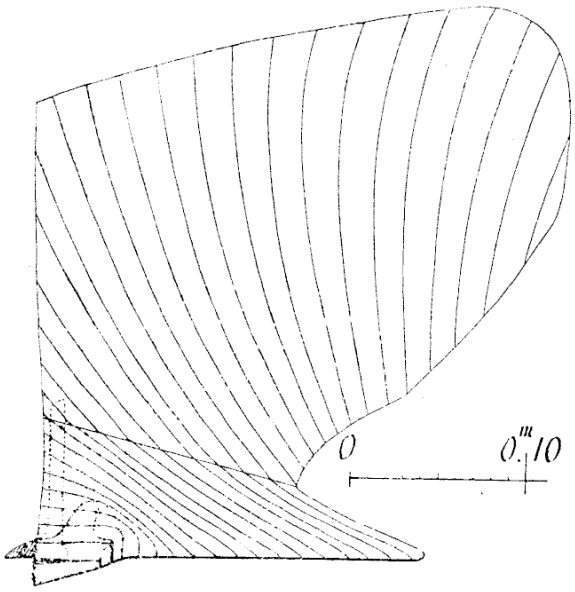


Fig. 12. — Versoir de la charrue X.

bien en comparant les profils des figures 10 et 11, se répercute sur la traction spécifique :

Charrue.	TRACTION PAR DÉCIMÈTRE CARRÉ (en kilogrammes). terre 1.	terre 2.
V (fig. 10)	60,1	53,9
VI (fig. 11)	54,3	49,3
Augmentation pour la charrue V. . . .	5,8	4,6

*
* *

La même comparaison des versoirs selon leur configuration géométrique peut se constater dans mes essais du Plessis sur les charrues à deux raies,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

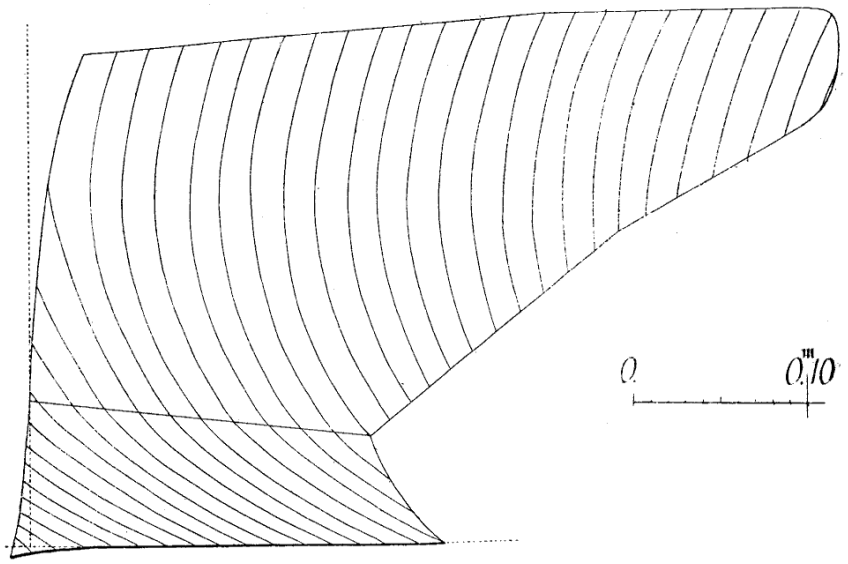


Fig. 13. — Versoir de la charrue XI.

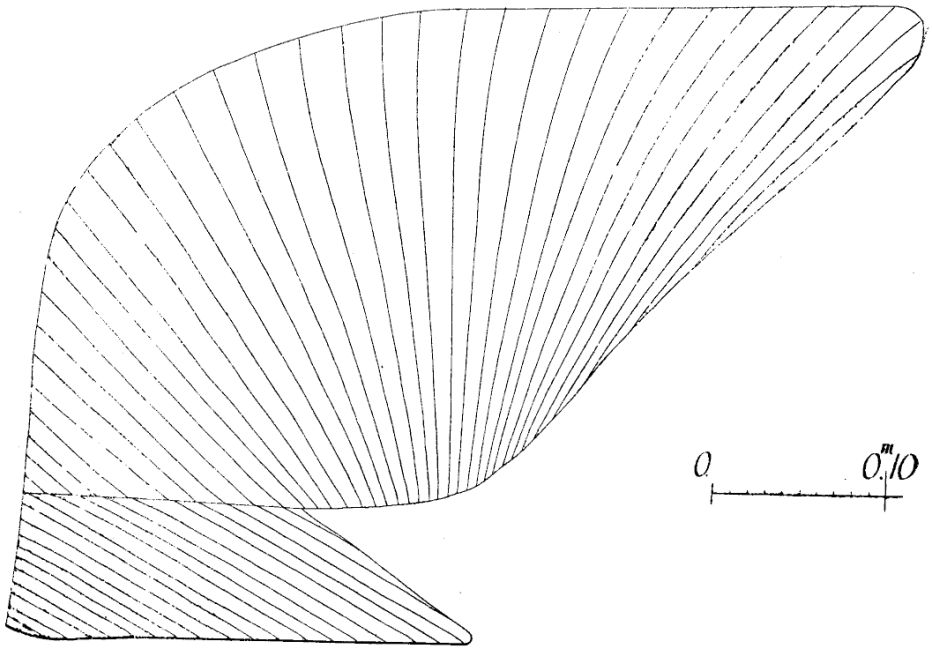


Fig. 14. — Versoir de la charrue XII.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les charrues brabant-double, et sur une charrue à siège pour labour à plat :

Type de versoir.	Charrue.	Longueur du versoir.	TRACTION PAR DÉCIMÈTRE CARRÉ (en kilogrammes). terre 1.	terre 2.
Charrues à 2 raies :				
Cylindrique (fig. 12).	X	63	46,2	40,8
— (fig. 13).	XI	72	34,1	29,4
Charrues brabant-double :				
Hélicoïdal (fig. 14)	XII	93,8	67,7	51,8
— (fig. 15)	XIII	97,8	73,5	62,7
Moyennes des charrues XII et XIII			70,1	57,2
Cylindrique avec mauvais raccordement du soc (fig. 16)	XIV	81	60,7	53,5
Cylindrique avec mauvais raccordement du soc (fig. 17)	XV	87,2	54,9	45,9
Charrue à siège :				
Cylindrique (fig. 18).	XVI	82,6	55,8	47,2
Moyennes des charrues XIV, XV et XVI			57,1	48,8

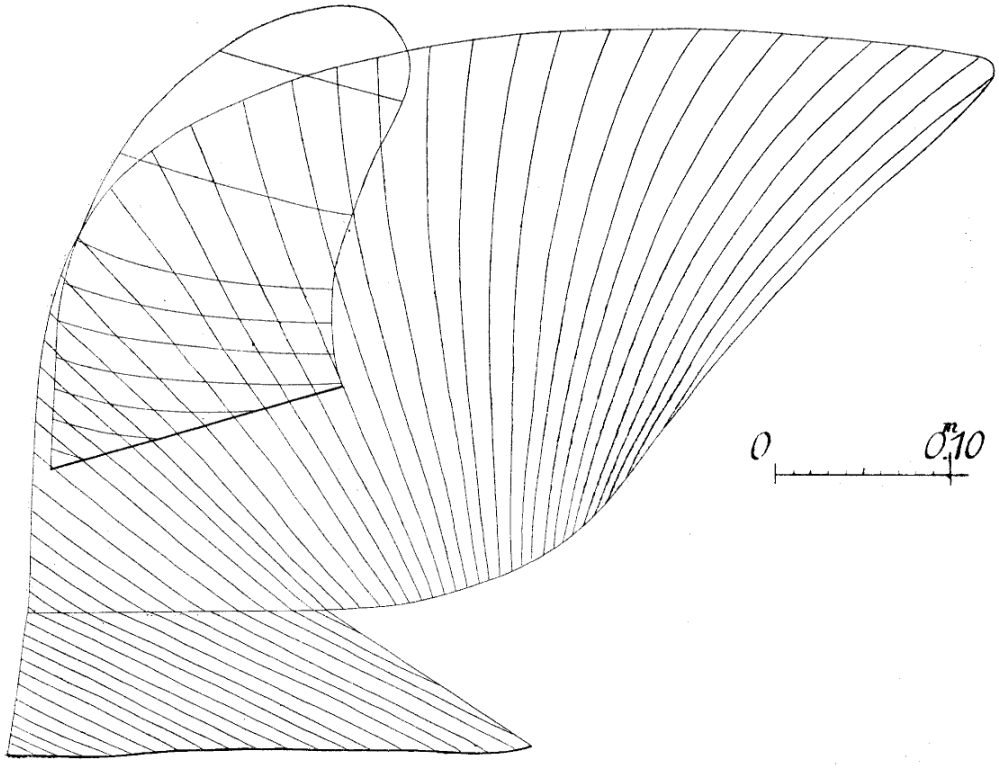


Fig. 15. — Versoir et grande rasette de la charrue XIII.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

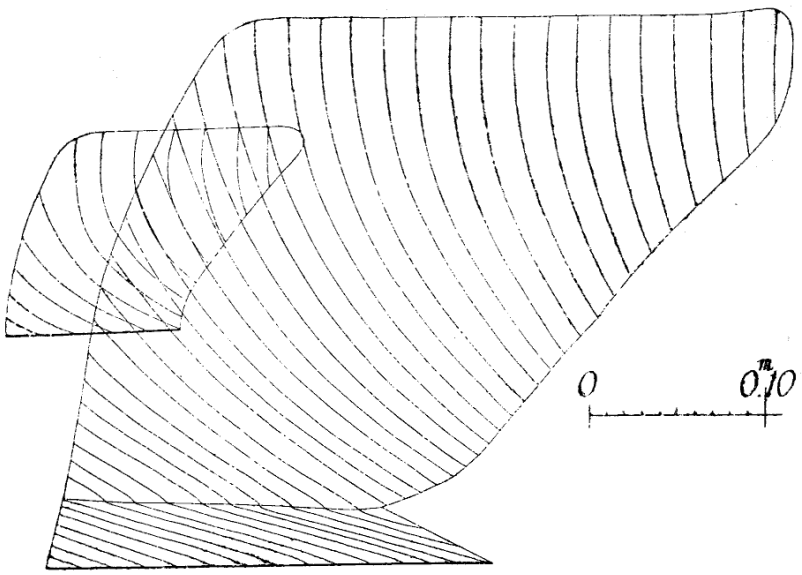


Fig. 16. — Versoir et rasette de la charrue XIV.

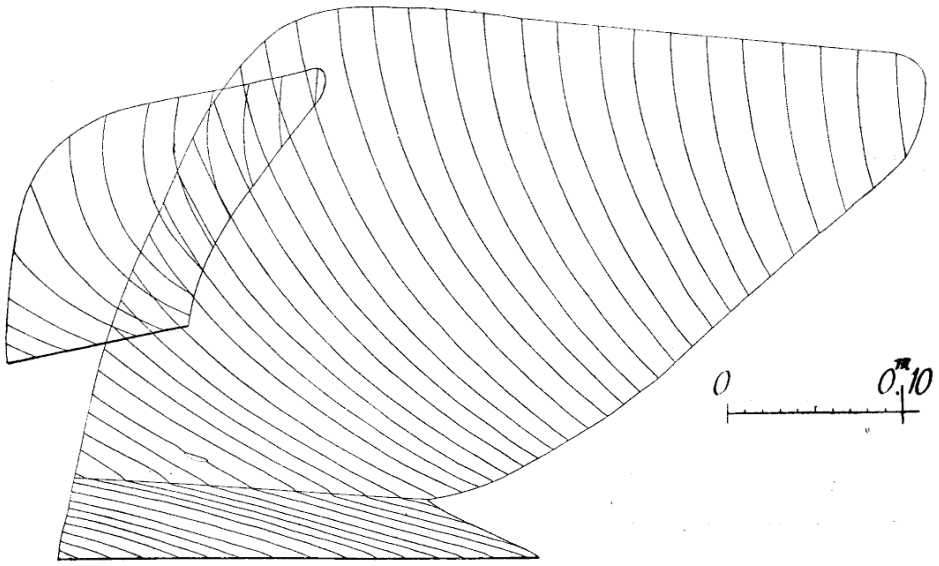


Fig. 17. — Versoir et rasette de la charrue XV.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les mauvais tracés des versoirs hélicoïdaux XII et XIII (fig. 14 et 15) dont les génératrices d'abord légèremeut concaves, puis convexes pour devenir fortement concaves, ceux des mauvais raccordements du soc avec les versoirs des machines XIV et XV (fig. 16 et 17) expliquent les différences d'énergie nécessitées par ces diverses charrues.

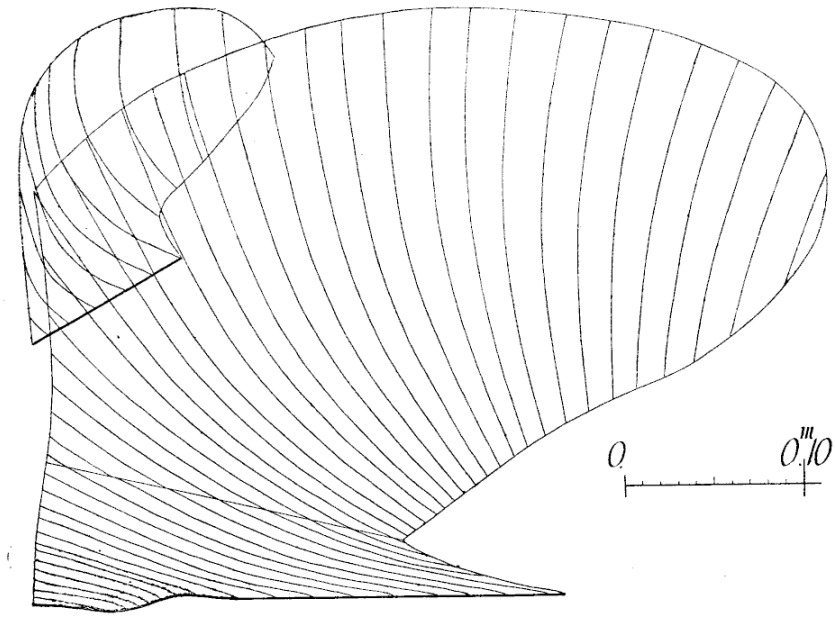


Fig. 18. — Versoir et rasette de la charrue XVI.

En récapitulant les essais du Plessis, on a les tractions spécifiques moyennes suivantes :

	TRACTION PAR DÉCIMÈTRE CARRÉ DES CHARRUES POURVUES DE VERSOIR (en kilogrammes)			
	cylindrique.		hélicoïdal.	
Charrues.	terre 1.	terre 2.	terre 1.	terre 2.
—	—	—	—	—
III et IV	—	—	59,5	55,2
VI et VIII.	51,2	43,4	—	—
XII et XIII	—	—	70,1	57,2
XIV, XV et XVI	57,1	48,8	—	—
Rapports moyens . . .	100	100	119,7	122

La différence est plus importante dans la terre n° 2, plus légère et plus facile à travailler que la terre n° 1.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Si l'on résume tous les rapports précédemment donnés des résistances opposées par l'ensemble de la charrue munie de versoirs de différentes configurations, on obtient le tableau récapitulatif ci-dessous:

	VERSOIR	
Essais.	cylindrique.	hélicoïdal.
—	—	—
Grignon	100	126,4
Le Plessis	100	119,7 à 122

L'économie de traction nécessitée par une charrue permet d'augmenter la surface labourée dans l'unité de temps avec la même énergie dépensée par le moteur, qu'il s'agisse d'un attelage ou d'un tracteur, et la même dépense de main-d'œuvre, laboureur ou mécanicien.

Avec les mêmes frais (attelage et laboureur) on peut travailler par jour, par exemple, de 39 à 40 ares au lieu de 33 dans la même terre et à la même profondeur, suivant qu'on utilise le versoir cylindrique ou le versoir du type hélicoïdal; cela est surtout important quand l'exécution des labours a été retardée par les intempéries (pluies, ou sécheresse persistante comme en 1926) et que l'agriculteur ne dispose plus que d'un temps limité pour prendre sa terre en bon état d'être labourée.

En résumé, il y a lieu de recommander les charrues pourvues d'un versoir du type cylindrique continuant le soc sans que le raccordement des deux pièces fasse un angle rentrant où s'accumulerait la terre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

EFFETS MÉCANIQUES AU VOISINAGE DU CENTRE D'ÉBRANLEMENT DE FORTES EXPLOSIONS[1]

par

M. EUGÈNE BURLOT,
Ingénieur en chef des Poudres.

M. LE PRÉSIDENT,

Vous avez bien voulu me faire l'honneur de m'inviter à exposer devant votre Société et ses invités les résultats essentiels de l'étude des effets mécaniques au voisinage du centre d'ébranlement de fortes explosions. Je vous en remercie, et, sans autre préambule, j'aborde le sujet de cette communication.

MESDAMES, MESSIEURS,

Le problème devrait être examiné à un triple point de vue, correspondant aux trois positions que peut occuper une charge explosive : aérienne, enterrée, ou immergée.

Le désir de ne point abuser de votre attention me fait une obligation de n'aborder que les « effets mécaniques de la charge aérienne » et plus encore de restreindre cet exposé aux effets mécaniques proprement dits, à l'exclusion des effets physiologiques.

Ainsi limité, le sujet intéresse de toute évidence, et à divers titres, les services techniques de la Guerre et de la Marine, et justifie leur participation active aux expériences dont je me propose de vous entretenir; il est également susceptible de retenir l'attention des savants qui étudient la mécanique des fluides, et des industriels qui fabriquent ou manipulent des explosifs. Il peut être, pour le grand public lui-même, un sujet de légitime préoccupation.

En effet, la guerre a laissé, inutilisé, un reliquat énorme d'explosifs de toute nature : capital improductif, mais qu'il faut conserver; réserve prête à être mobilisée, immédiatement utilisable ou susceptible d'être transformée comme matière première; en tout cas, réserve considérable d'énergie potentielle, dont la mise en œuvre brutale, par suite d'accident ou d'attentat criminel,

(1) Communication faite par l'auteur en séance publique le 30 octobre 1926.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

peut inquiéter, à juste titre, tous ceux qui vivent dans le voisinage de nos dépôts.

Aussi, ne serez-vous sans doute pas étonnés que l'énoncé des règles devant présider au stockage des approvisionnements de l'Artillerie et des Poudres, règles de sécurité, ait été l'objectif immédiat des premières expériences.

Elles nous reportent en pleine guerre, pour ne pas remonter plus avant. Depuis lors, nous avons profité de toutes les circonstances favorables pour tirer, de la mise en œuvre, accidentelle ou voulue, des explosifs, tous les enseignemeuts qu'elle comporte.

C'est que, dans la limite des champs d'expériences, on ne peut provoquer la détonation que de petites quantités d'explosifs. Une charge de 100 ou 150 kg exige déjà des conditions d'isolement difficiles à réaliser, et cependant, la charge est encore trop petite pour permettre l'extrapolation aux masses élémentaires de 50 et 100 t, existant dans certains entrepôts, et prévoir les effets de celles-ci par les observations faites sur celles-là. D'autres considérations pourraient être invoquées, justifiant la nécessité de ne négliger aucune circonstance susceptible d'apporter une contribution à cette étude : ne serait-ce que le prix d'une expérience dans laquelle on détruit plusieurs tonnes d'explosifs.

Eu égard à leurs buts immédiats, nos expériences peuvent se classer en deux groupes:

1° Les unes, destinées à fournir les faits d'ordre essentiellement pratique, permettant de formuler les conditions à réaliser pour assurer la sécurité intérieure et la sécurité extérieure des dépôts;

2° Les autres, relatives à l'étude des caractéristiques des ondes de choc; étude nécessaire pour expliquer, coordonner et généraliser les faits d'ordre pratique et les formules empiriques, en les rattachant aux principes de la mécanique.

*
* *

ÉTUDE DES FAITS D'ORDRE PRATIQUE.

Je serai très bref au sujet des expériences du premier goupe, quitte à vous prier de vouloir bien vous reporter à la bibliographie, mise à l'appui de cet exposé [2].

En négligeant, intentionnellement, toute description, elles se résument ainsi qu'il suit, dans ce qu'elles ont d'essentiel :

(2) E. BURLOT : *Archives de la Commission des substances explosives.*
Id. : *Mémorial de l'Artillerie française.* T. IV, 1925 et VI, 1926.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Leur nombre se chiffre par plusieurs centaines, les charges mises en œuvre variant de 50 g à 68 t.

Il n'est pas sans intérêt de préciser les caractéristiques des charges supérieures à 1.000 kg :

1° Tas cubiques de 5 t en projectiles de 155 mm, placés sur le sol du polygone de Bourges (septembre 1918) ;

2° Tas jumelés, de base carrée, et de hauteur variable, contenant 5 t $\times$ 2 de mélinites diverses, en emballages légers (fûts pétroliers) ; au total 4 expériences, et pour chacune d'elles 10 t d'explosif, détonant sur le terrain sablo-argileux des alluvions du Rhône, entre Arles et la mer (11 janvier 1919) ;

3° Tas de base carrée, de hauteur inférieure ou égale à 1,50 m jumelés ou non, et contenant 42 — 50 et 68 t d'explosif en fûts ou en obus à parois résistantes, de différents calibres. Au total 5 expériences, effectuées sur le sol crayeux de Perthes-les-Hurlus, dans la région dévastée du front (de mars à juillet 1919);

4° Tas de base carrée, non jumelés, de hauteur égale à 1,10 m contenant 5 et 10 t de mélinites diverses en fûts : expériences de La Courtine, que je me propose de décrire plus longuement.

Les enseignements demandés à cet ensemble d'expériences se classent sous quatre chefs d'observations :

1° Observations d'effets destructeurs choisis comme types : déplacement ou basculement d'un volet pesant; écrasement d'ampoules métalliques (tubes en étain, en plomb, en cuivre ou en laiton) ouvertes ou fermées;

2° Observations d'effets destructeurs véritables, d'intensité plus ou moins considérable : dégradation de cabanes à armature métallique avec panneaux de briques de 3 m $\times$ 2 m, couvertes de tuiles mécaniques ou de tuiles de zinc et munies de panneaux vitrés; dégradation de baraques en bois du type Adrian ;

3° Observations relatives aux déblais et aux projections solides ;

4° Observations relatives aux écrans de protection.

Voici l'analyse des résultats obtenus :

SÉCURITÉ EXTÉRIEURE.

Les distances dangereuses sont très sensiblement proportionnelles aux racines carrées des charges explosives c, lorsque celles-ci sont inférieures à 1.000 kg, et quel que soit le mode de définition adopté pour ces distances (définition conventionnelle basée sur le basculement du volet pesant ou définition pratique basée sur des effets destructeurs variés).

Si l'on envisage trois zones de dégâts, correspondant :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

a) à des effets destructeurs intenses (dégradations de maçonnerie);

b) à des effets destructeurs modérés (dégradations de panneaux en bois, rupture de vitres assez épaisses);

c) à des effets destructeurs négligeables (bris exceptionnels de vitres, soulèvement de tuiles),

les rayons de ces trois zones peuvent être évalués, en nombres ronds, à 50, 100, et 150 m pour 100 kg de mélinite.

Au point de vue des effets destructeurs à distance, les explosifs chloratés et les dynamites peuvent être assimilés à la mélinite. La poudre noire produit des effets comparables à ceux d'un poids moitié moindre de mélinite.

Pour les charges supérieures à 1.000 kg, les effets extérieurs à distance sont plus faibles que ne le laisse prévoir la loi :

$$d = Kc^{\frac{1}{3}}$$

autrement dit, pour un effet donné, K est fonction décroissante de la charge *c*. La comparaison des résultats qui figurent au tableau suivant en témoigne :

EXPÉRIENCES	CHARGES *c*	COEFFICIENT DE BASCULEMENT
	kilogrammes	50 p. 100
Pour les volets basculant.		
Gâvre, Sevran	300	$10\sqrt{c}$
Tahure	42.900	$5\sqrt{c}$

EXPÉRIENCES	CHARGES *c*	DÉFORMATIONS MOYENNES
	kilogrammes	
Pour les tubes d'étain.		
Sevran	4	$3\sqrt{c}$
Tahure	42.900	$\sqrt{c}$

EXPÉRIENCES	CHARGES *c*	DÉGÂTS		
		légers.	moyens.	forts.
	kilogrammes			
Pour les baraques.				
Gâvre	300	$15\sqrt{c}$	$10\sqrt{c}$	$5\sqrt{c}$
Tahure	68.000	$7\sqrt{c}$	$5\sqrt{c}$	$3\sqrt{c}$

Le fait d'entourer la charge d'une levée de terre, communément appelée « merlon », de hauteur supérieure à celle de la charge et d'épaisseur suffi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sante, se traduit par une atténuation considérable des effets extérieurs au voisinage immédiat de ce merlon. Par contre, à quelque distance de cet ouvrage de protection, l'atténuation des effets peut être à peine sensible.

SÉCURITÉ INTÉRIEURE.

Il y a intérêt évident à réduire au minimum l'importance des masses explosives, ateliers ou magasins, qui peuvent être soumis à une explosion d'ensemble, et cette condition intéresse au même degré le personnel d'usine et les habitants du voisinage.

Il faut séparer les masses pour réaliser leur indépendance. Cette séparation peut être faite soit par simple éloignement, soit par interposition de merlons masquant chaque charge par rapport à l'autre.

PROTECTION PAR SIMPLE ÉLOIGNEMENT. DÉTONATION A DISTANCE. — Les explosifs détonant dans des enveloppes légères ne donnant lieu à aucune projection possible, excitent néanmoins à distance, la détonation des charges voisines.

La *distance d'excitation* varie, non seulement avec l'importance de la charge et la nature de l'explosif, mais pour un même explosif, à une même charge, avec son état physique et notamment avec les densités de la charge excitatrice et de la charge excitée.

Influence de la densité. — Ainsi, pour la mélinite, nous avons fait varier la distance d'excitation dans le rapport de 1 à 2,5 en faisant varier la densité de la cartouche excitatrice de la densité gravimétrique à la densité maxima; et dans le rapport de 17 à 1, en faisant varier entre les mêmes limites, la densité de la cartouche excitée. La distance d'excitation est donc fonction croissante de la densité de la cartouche excitatrice et fonction décroissante de la densité de la cartouche excitée.

Influence de la charge. Loi de compensation des distances par les charges. — Les distances d'excitation croissent avec l'importance de la charge excitatrice; elles croissent très exactement comme la racine carrée des charges. Ce fait a été vérifié pour des charges allant de 50 g à 150 kg. Autrement dit, la loi d'excitation serait la même que celle qui a été reconnue applicable pour les mêmes charges aux effets destructeurs aériens :

$$d = \mathrm{K}c^{\frac{1}{2}}.$$

Le paramètre K, qui dépend, ainsi que nous venons de le dire, de la densité de l'explosif, dépend également de la nature de l'explosif, abstraction faite de son mode d'emballage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Voici quelques-unes des valeurs de K, aux faibles densités réalisées dans des emballages à parois peu résistantes :

EXPLOSIF	DENSITÉ	VALEUR DE K (probabilité de détonation correspondant à la sécurité).	DISTANCE EXPLOSIVE POUR $c = 100$ KG
			mètres
Explosif nitré (mélinite)	0,95	0,3	3
Explosif nitraté (N. I. C.)	1	0,25	2,5
Explosif chloraté (O. N° 6).	1,15	0,18	1,80
Poudre à la nitroglycérine (balistite 50/50).	1,44	$<0,13$	$<1,30$
Poudre B	0,85	0,06	0,60

On se rendra compte que l'application de la loi de la racine carrée à des charges de l'ordre de 100 t, conduit à des distances, de magasin à magasin, qui sont considérables.

PROTECTION PAR MERLONS. — Par bonheur, l'excitation de la détonation à distance ne se produit qu'avec une extrême difficulté, lorsqu'elle doit franchir un milieu inerte, solide, et notamment, une épaisseur de terre. Cette observation est la base de la protection par merlons

Il importe que la terre soit de masse suffisante, qu'elle masque complètement la charge excitatrice vis-à-vis des charges voisines, et qu'enfin, cet écran ne puisse être projeté par le premier souffle de l'explosion.

On peut admettre que ces conditions sont remplies lorsque les merlons s'élèvent franchement au-dessus du niveau de l'explosif dans le magasin, et lorsque l'entonnoir ou globe de compression des terres devant résulter de l'explosion, n'est pas susceptible de s'étendre jusqu'au pied des merlons et de les prendre en sous-œuvre.

ENTONNOIRS. — La forme et les dimensions de ces entonnoirs varient avec la forme et les dimensions de la charge et avec la nature du terrain.

Le tableau qui suit résume les caractéristiques des entonnoirs obtenus au cours de nos expériences.

Tant que les charges ne sont pas trop grandes (inférieures à 1.000 kg), ni trop allongées (longueur inférieure à 4 ou 5 fois la largeur), ni trop aplaties (hauteur au moins égale au 1/4 du carré de base), on constate que le globe est sphérique. Sa profondeur est liée au poids de la charge (exprimé en kilogrammes) par la relation :

$$h = K\sqrt[3]{P},$$

K étant un paramètre correspondant à la plasticité du sol.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

DATES DES ESSAIS	NATURE DU TERRAIN	CHARGE				DIMENSIONS DE L'ENTONNOIR				
		Nature.	Poids.	Aire de base.	Hauteur d'engerbement.	Diamètre au sol naturel. c	Diamètre au sol naturel. b	Profondeur maximum. P	Hauteur moyenne du bourrelet. h	Largeur moyenne du bourrelet. l
			kg	m × m	mètres	mètres	mètres	mètres	mètres	mètres
11-7-1916. . . .	SEVRAN — Marne argileuse, plastique, sans cailloux ni rochers (marnes de Saint-Ouen).	Mélinite en caisses.	1	0,10 × 0,20	0,05	0,64	0,65	0,30	»	0,95
22-7-1916. . . .			4	0,20 × 0,40	0,05	0,95	1,04	0,44	»	1,82
11-7-1916. . . .			9	0,20 × 0,40	0,10	1,10	1,25	0,60	»	2,12
22-7-1916. . . .			9	0,30 × 0,60	0,05	1,20	1,30	0,63	»	2,65
11-7-1916. . . .			27	0,30 × 0,60	0,15	1,86	2,00	0,90	»	3,45
22-7-1916. . . .			32	0,40 × 0,80	0,10	1,92	1,98	0,88	»	4,25
18-8-1916. . . .			36	0,60 × 1,20	0,05	1,55	1,98	0,85	»	3,50
5-8-1916. . . .			72	0,60 × 1,20	0,10	1,95	2,25	1,17	»	5,00
7-5-1918. . . .			125	1,10 × 1,10	0,10	3,00	3,00	1,40	»	»
9-4-1924. . . .	BOURGES — Marne et cailloux roulés.	Mélinite en fûts.	150	0,55 × 0,55	0,80	3,00	3,20	0,85	0,25	0,45
	LA PORCELETTE — Sable.	—	5.250	4,00 × 4,20	0,60	19,00	19,00	3,30	0,60	2,80
15-5-1924. . . .	LA COURTINE — Terre de bruyère et marne compacte, sans pierre ni rocher sur une profondeur supérieure à 6 m.	—	9.620	4,00 × 4,20	1,10	16,40	18,10	3,00	0,72	2,70
25-5-1924. . . .			4.875	3,00 × 3,20	1,10	13,00	14,20	2,30	0,50	2,00
23-5-1924. . . .	Terrain rocheux sur une profondeur supérieure à 8 m.	—	9.542	4,00 × 4,20	1,10	14,00	14,10	2,00	0,40	3,00
28-4-1919. . . .	TAHURE — Marne calcaire.	Mélinite en pétards.	1.000	2,94 × 2,94	0,47	8,60	9,20	1,70	0,52	»
		Mélinite en fûts.	42.900	8,00 × 13,20	1,10	39,00	39,00	(1)	»	»

(1) N'a pu être atteinte. Envahi par les eaux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour un sol moyennement plastique, argilo-calcaire, tel celui du laboratoire de Sevran, on a

$$K = 0{,}3.$$

Pour les charges considérables de 42 et de 68 t, expérimentées sur un sol résistant à Perthes-les-Hurlus, et de 10 t, expérimentées sur le sol également résistant de La Courtine, la profondeur a été très nettement plus petite que ne le laissait prévoir cette formule.

INFLUENCE DES PROJECTIONS. AIRE DE DISPERSION. — Le merlon constitue un masque pour l'onde explosive; il joue, en outre, le rôle essentiel de *pare-éclats*. Ces éclats proviennent des matériaux de toutes sortes constituant l'enveloppe de l'explosif, ou le magasin qui l'abrite. Ils sont projetés à des vitesses très grandes, que nous avons mesurées dans un cas particulier, où elles atteignaient 2.500 m : s. De telles vitesses sont suffisantes pour que ces éclats, à eux seuls, indépendamment de toute action due à l'onde explosive elle-même, puissent faire détoner franchement, par percussion, tous les explosifs, y compris la poudre B qui est parmi les moins sensibles, et cela à des distances considérables.

Dans le cas particulier auquel nous faisons allusion, la détonation a été obtenue par projection d'éclats métalliques provenant de caisses d'emballage de l'explosif, à une distance de 10 m, alors que l'onde explosive seule n'aurait pu provoquer l'excitation à une distance supérieure à 2 m.

Mais le merlon ajoute ses propres projections à celles qui proviennent des parois de l'entonnoir et du magasin. Il convient donc d'édifier ces merlons en terre meuble, à l'exclusion absolue de revêtements en maçonnerie ou en béton, pouvant donner lieu à des projections dangereuses à des distances indéterminées.

Ces projections ne sont pas localisées lorsque la charge est cylindrique et amorcée en son centre, ce qui est très rarement le cas. Par contre, pour des charges disposées sur une aire rectangulaire, les projections s'orientent suivant les normales aux faces du tas, dessinant ainsi une croix. Les diagonales sont des angles morts à proximité de la charge (fig. 1, 1 bis et 2.) Les effets mécaniques y sont également moins intenses.

De plus, si la charge est amorcée à l'une de ses extrémités, les effets sont maxima dans la direction opposée, suivant l'axe, et assez notablement atténués dans une direction orthogonale.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

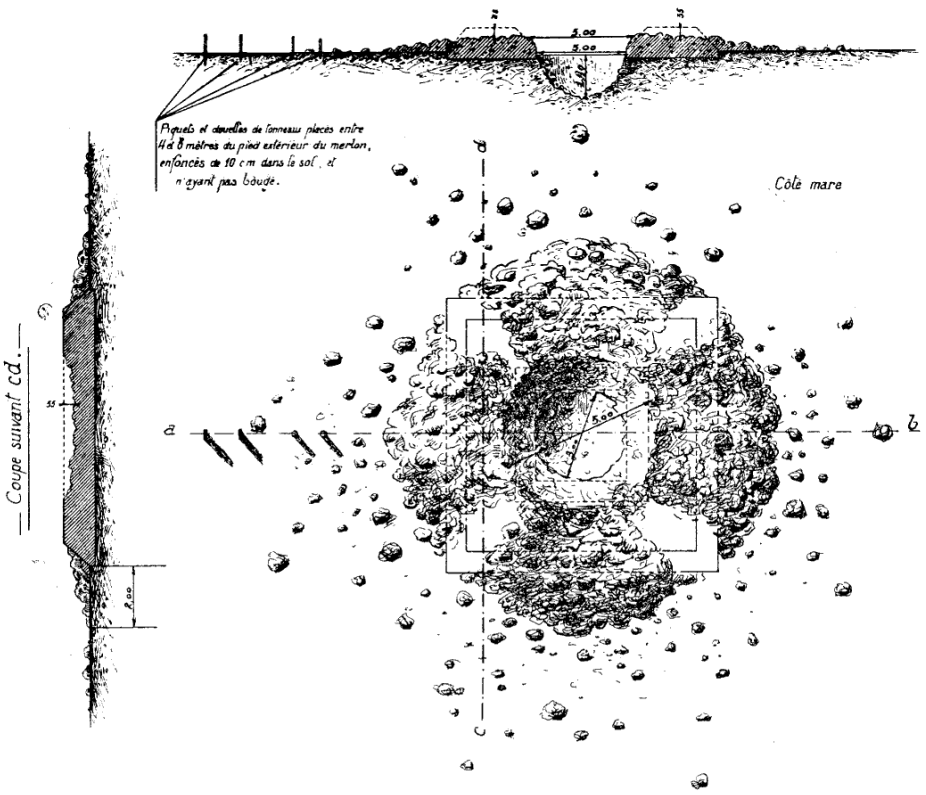


Fig. 1. — AIRE DE DISPERSION DES PROJECTIONS D'UNE CHARGE DE 125 KG ENTOURÉE DE MERLONS (SEVRAN, 7 MAI 1918).
(Les pointillés indiquent l'emplacement primitif du merlon).

Cette vue représente le dessin de l'aire de dispersion, sur le terrain, des projections d'une charge de 125 kg de mélinite enfermée dans une caisse en bois de base carrée (1,12 m × 1,12 m et 0,10 m de hauteur).

On remarquera que les angles des merlons sont restés intacts, ceux-ci n'ayant été écrêtés que suivant les normales aux côtés du carré de base.

Les diagonales sont des angles morts.

On remarquera également quelques jalons posés sur le sol (douelles de fûts, le plat face à la charge) et n'offrant qu'une très faible résistance au déplacement. Ces jalons sont demeurés en place au voisinage du merlon : ce fait montre que, dans cette région, le merlon forme écran.

L'entonnoir figuré sur ce dessin est de forme hémisphérique; il a pour profondeur 1,40 m et pour diamètre 3 m, correspondant très exactement à la formule :

$$h = 0{,}3\sqrt[3]{P}.$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

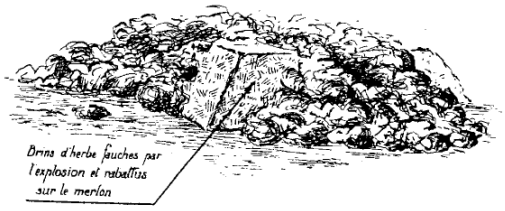


Fig. 1 *bis*. — VUE PERSPECTIVE DU MERLON DE LA FIGURE 1 APRÈS L'EXPLOSION.

Fig. 2. — ENTONNOIR PRODUIT PAR LA PLATE-FORME EXCITATRICE.
(Expériences de Perthes-les-Hurlus.) (Photographie prise en avion.)

Cette vue, prise en avion, représente l'entonnoir et l'aire de dispersion des projections d'une charge de 972 kg d'explosif, en obus de différents calibres.

Cette plate-forme explosive était flanquée, à droite et à gauche, de plates-formes semblables, protégées par des merlons de section trapézoïdale, ayant 0,90 m d'épaisseur au pied, 0,12 m au sommet et 0,40 m de hauteur.

Seule, la plate-forme excitatrice, de base carrée (3,75 m $\times$ 3,60 m) et de 0,25 m de hauteur, directement amorcée par détonateur, a fait explosion. Les merlons ont assuré la protection des deux autres plates-formes.

L'entonnoir circulaire a pour dimensions :

$$\text{diamètre} = 12{,}20 \text{ m},$$
$$\text{profondeur} = 2 \text{ m}.$$

On remarquera les projections en croix : les angles morts correspondent aux diagonales du tas d'explosif.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

* * *

ÉTUDE DE L'ONDE EXPLOSIVE.

Voici donc exposé, dans ses grandes lignes, le thème du premier groupe d'expériences. Elles nous paraissent avoir donné les enseignements que nous leur demandions. On pourra généralement faire état des résultats obtenus sans être dans la nécessité d'extrapoler, ce qui est toujours une opération hardie. Les règles actuelles de stockage, qui en résultent, sont d'ailleurs confirmées par les accidents survenus pendant la guerre dans certains parcs et ateliers de chargement.

Désormais c'est, semble-t-il, à l'étude de l'onde explosive qu'il faut s'attacher. Elle a déjà donné lieu aux remarquables travaux d'ordre mathématique de M. JOUGUET [3], aux magistrales recherches expérimentales de MM. VIEILLE [4] et HENRY LE CHATELIER [5], et plus récemment, à la belle thèse de M. LAFFITTE [6].

Cet ensemble expérimental est tout entier consacré à la propagation des ondes planes cylindriques de charges nécessairement réduites (inférieures à 100 g). La propagation sphérique de l'onde de choc intense reste à étudier expérimentalement, et les recherches dont je vais vous entretenir ne constituent qu'une première tentative pour caractériser cette onde aux abords immédiats de la charge.

Ces expériences ont été effectuées : au Laboratoire de la commission des Substances explosives à Sevran (charges inférieures ou égales à 9 kg); au polygone de la Commission d'expériences de Bourges (charges de 150 kg) et au camp de La Courtine (charges de 5 et 10 t). Celles-ci eurent lieu les 15, 23, 25 et 26 mai 1924, grâce à l'heureuse initiative de M. le doyen Maurain, directeur de l'Institut de Physique du Globe de Paris. Elles ont exigé la liaison intime, sous la haute autorité de M. Bigourdan, membre de l'Institut, assisté de M. Maurain : des institutions et établissements scientifiques; des services de la Guerre coordonnés par M. le lieutenant-colonel Bloch de l'État-Major de l'Armée; des services de la Marine, des Postes et Télégraphes, etc. Véritable mobilisation pour des buts scientifiques, s'étendant sur tout le territoire et poussant des antennes jusqu'en pays étrangers.

M. Maurain, à qui incombait l'organisation des observations à grandes distances, objet essentiel des expériences, voudra bien excuser ce coup d'œil furtif sur l'étendue de son domaine.

(3) JOUGUET : *C. R. Ac. Sc., Théorie des Explosifs* (Doin).
(4) VIEILLE : *C. R. Ac. Sc.*, et *Mémorial des Poudres*, t. X (Gauthier-Villars).
(5) H. LE CHATELIER : *C. R. Ac. Sc.*, et *Annales des Mines* (Dunod).
(6) LAFFITTE : *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris* (1925).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Notre propre champ d'observations était la zone interdite aux appareils délicats. Elle ne s'étendait pas à plus de 500 m de la charge. Voici comment nous l'avons organisé, sous la direction effective de M. l'Inspecteur général Vieille, membre de l'Institut, en tenant compte des avis formulés par la Commission des Substances explosives (Sous-Commission du Stockage), et des enseignements des expériences à échelles réduites, effectuées à Sevran et à Bourges.

ORGANISATION GÉNÉRALE DES EXPÉRIENCES. — *Nature du terrain.* — Malgré les mouvements de terrain qui affectent la région de La Courtine, il a été possible de trouver des emplacements sans relief notable sur un front de 500 m. Le sol, recouvert de hautes bruyères, a été incendié et, de ce fait, largement nettoyé, dans le but de faciliter la recherche des appareils arrachés de leur support par l'explosion. La terre est meuble, compacte, sur une profondeur de plus de 6 m, sans rocher ni pierres, à l'emplacement des plates-formes explosives des essais des 15 et 26 mai. Au contraire, des îlots rocheux affleurent à la surface des plates-formes des expériences des 23 et 26 mai.

Le choix de ces emplacements rocheux, *a priori* défavorable à l'observation des effets mécaniques dus à l'onde seule (à l'exclusion des percussions par projections solides), se justifie par l'intérêt qu'il y avait, pour les observateurs de la transmission de l'onde à grande distance (par l'air et par le sol), à expliciter l'influence de la rigidité du sous-sol immédiat sur les caractéristiques de cette propagation.

Charges. — Les fûts, couchés sur le sol, jointifs par leurs fonds et par leurs douelles, ont été engerbés sur deux couches : les fûts de la deuxième couche, logés dans les intervalles des fûts de la première. Les fûts d'appoint (3 au maximum) destinés à parfaire le tonnage désiré, étaient placés au centre et au-dessus de la deuxième couche. Cet engerbement, de base sensiblement carrée (4 m $\times$ 4 m) avait une hauteur de 1,10 m.

L'explosif était constitué par de la mélinite pulvérulente ou fondue, provenant de récupérations. L'aptitude à la détonation de l'explosif avait fait l'objet d'une étude expérimentale effectuée sur des échantillons prélevés sur des fûts de chacune des catégories. Bien que cette aptitude ait été reconnue très satisfaisante, nous nous sommes astreints à placer au centre de la plate-forme explosive, là où les effets de bourrage facilitent la détonation, les fûts les moins aptes à participer à la détonation, soit en raison de la densité de l'explosif, soit en raison de son humidité. Celle-ci avait été également déterminée sur chaque catégorie de fûts. En outre, les 4 fûts d'angle de la première couche renfermaient de la mélinite pulvérulente et sèche; c'est dans ces fûts que nous avons introduit les dispositifs d'amorçage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Amorçage. — Chaque fût d'angle de la couche inférieure avait reçu, en son centre, un pétard de cavalerie muni d'une amorce électrique.

Chaque amorce avait été reliée, par un circuit indépendant, à un interrupteur permettant d'introduire simultanément l'ensemble des circuits d'amorçage sur le courant d'une batterie d'accumulateurs.

Supports d'appareils. — Ces supports avaient été placés de part et d'autre d'un même axe passant par le centre de la plate-forme explosive, et perpendiculaire aux côtés du carré de base, ainsi qu'aux douelles des fûts. Ils étaient constitués par des éléments de voie de 0,60 m, dressés verticalement, le plat des traverses face à la charge, et solidement fixés au sol sur une profondeur de 1,50 m.

Ces supports permettaient de suspendre les appareils à des hauteurs variables, pouvant atteindre 3 m au-dessus du sol.

APPAREILS. — *Mesure des pressions.* — Indépendamment d'ampoules en laiton, plus ou moins résistantes, dont nous avons étudié les déformations pour caractériser les effets de pression à des distances variables de la charge, nous avons enregistré le développement des pressions au passage de l'onde explosive, au moyen d'accélérographes. En voici le principe :

Un piston mobile, de masse variable et connue m, est assujetti à se déplacer d'un mouvement de translation suivant son axe, à l'exclusion de tout autre mouvement. Ce piston porte un petit tableau enduit de noir de fumée, sur lequel un diapason inscrit le déplacement. La lecture par points de cette courbe donne, par différences premières, les vitesses v :
d'où :

$$mv = \int \mathrm{F}dt$$

et par différences secondes, les accélérations $\frac{d^2x}{dt^2}$,

d'où :

$$p = m\frac{d^2x}{dt^2}.$$

Ces accélérographes étaient de types différents, suivant leur éloignement de la charge, les plus robustes étant les plus rapprochés. Les figures 3 et 4 donnent le dessin de l'un d'eux et de quelques-uns de ses tracés, enregistrés à des distances variant de :

5 à 23 m,	pour les charges inférieures à 4 kg (Sevran),
61,50 m,	—	de 150 kg (Bourges),
250 et 500 m,	—	de 5 et 10 t (La Courtine).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

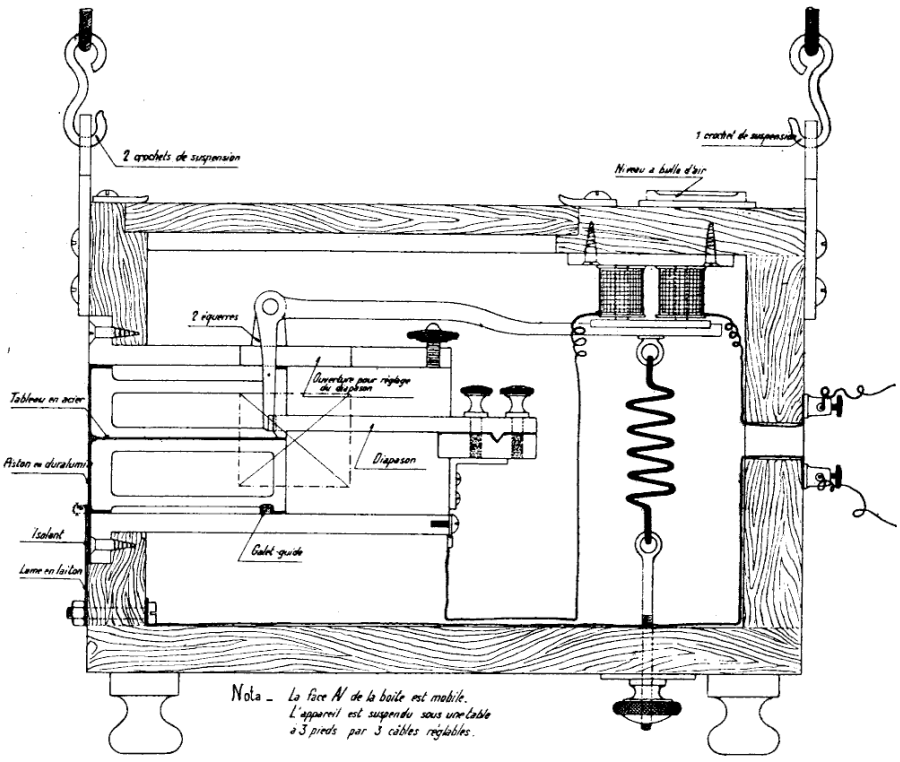


Fig. 3. — ACCÉLÉROGRAPHE POUR ÉTUDE DES ONDES DE CHOC AÉRIENNES.
(1/3 grandeur.)

Accélérographe de 31 cm². Les petites difficultés que nous avons rencontrées, pour réaliser cet appareil, sont d'ordre purement mécanique. Après quelques tâtonnements, nous avons construit et mis au point un accélérographe dont voici la description sommaire et les caractéristiques :

Le piston mobile est un cylindre creux en duralumin, allégé par des fenêtres latérales. Il coulisse dans un tube en bronze de 8 mm d'épaisseur, indéformable dans les conditions d'emploi de l'appareil. Ce piston mobile est guidé sur 84 mm (4/3 du diamètre); de petits galets-guides empêchent tout mouvement de rotation. La tête du piston qui, dans la position initiale, vient affleurer à l'orifice du tube, est renforcée pour être indéformable aux chocs modérés (inférieurs à 1 kg : cm²). L'ajustage a été réalisé sans jeu dans la glissière, les surfaces en contact étant réduites au strict indispensable pour la rigidité du système. Dans ces conditions, les frottements sont extrêmement réduits. Ils le sont également, grâce au faible coefficient de frottement des surfaces bronze-duralumin. Le tableau, en acier, coulisse dans des glissières situées dans le plan méridien.

Le diapason est du type à deux branches équilibrées. Il porte un couteau permettant de régler, au moyen de deux vis micrométriques, l'appui de la plume sur le tableau.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Une embase lourde, prenant appui sur le tube-glissière en bronze sert de support au diapason dont le pied se trouve ainsi solidement fixé. A la période d'armé, les deux branches du diapason sont maintenues écartées par une petite came solidaire d'un levier coudé amplificateur, commandé par un électro-aimant et un ressort antagoniste de tension réglable.

La rupture, par l'onde, du circuit de l'électro, libère le diapason qui, dès lors, bat librement et inscrit le déplacement du piston.

Tout le réglage consiste à faire couper ce circuit par un petit rupteur situé en avant de l'accélérographe, à une distance telle que le diapason batte librement et que son amplitude soit voisine du maximum quand le piston commence son mouvement.

L'ensemble du dispositif est fixé dans une boîte fermée, résistante, de forme parallélépipédique et comportant, comme organes accessoires : un niveau à bulle d'air, ainsi qu'un cadran gradué permettant de déterminer, avant et après chaque essai, le frottement du piston. Cette détermination résulte de la mesure de l'angle que fait l'axe du piston mobile avec le plan horizontal à l'instant où s'effectue le glissement du piston sous le seul effet de son poids.

L'électro-aimant est alimenté par une batterie de piles sèches (12 V).

Caractéristiques mécaniques des organes mobiles :

Piston :			
Longueur			8,4 cm
Diamètre			6,3 cm
Surface			31,17 cm^2
Poids total (y compris le tableau)			49,05 g
Poids par centimètre carré de section			1,55 g
Masse totale			0,05 g
Frottement (plume appuyée).	au départ	total	30 g
		par centimètre carré.	1 g environ
	au glissement complet	total	30 g
		par centimètre carré.	1 g environ
Course utile			6,5 cm
Diapason :			
Temps nécessaire à la libération			$\frac{1}{100}$ s

Tarages : Les diapasons ont été construits par nos propres soins et tarés au laboratoire de la Commission des Substances explosives, par comparaison avec deux diapasons-étalons.

Nous avons obtenu les résultats suivants (diapasons battant librement, excitation non entretenue) :

Diapason.	Nombre de périodes par seconde.	Valeur moyenne de la période.
—	—	—
		seconde
1A	477	0,002095
2A	462	0,002164
3A	2.320	0,000431

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

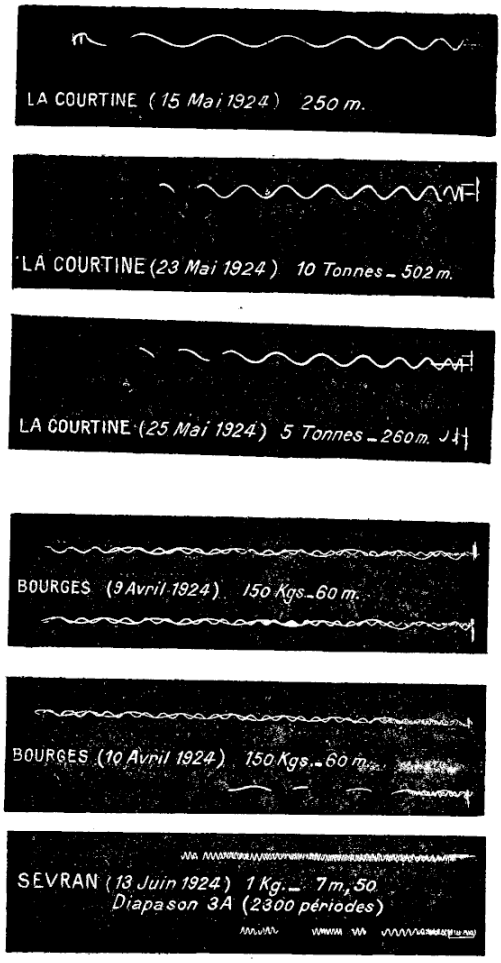


Fig. 4. — ONDES ENREGISTRÉES A LA COURTINE, A BOURGES ET A SEVRAN.

Ces graphiques sont fournis par l'accélérographe de la figure 3 à :

250 m et 500 m	de la charge de	10 t,
260 m	—	5 t,
60 m	—	150 kg,
7,50 m	—	1 kg.

On remarque sur les tracés de Bourges des 9 et 10 avril 1924 les mêmes phénomènes de condensations et de dilatations enregistrés pour les charges de 250 g de la figure 6. Les sinusoïdes allongées correspondent à la condensation initiale; les petites sinusoïdes enregistrant la vitesse négative du piston, correspondent à la première dilatation, suivie d'une nouvelle condensation inscrite par des sinusoïdes encore plus amorties, correspondant à une vitesse positive du piston.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Aux distances plus faibles, c'est-à-dire à quelques centimètres, pour une centaine de grammes, 0,50 m à 2 m pour 1 kg, les effets mécaniques trop violents sont incompatibles avec le fonctionnement régulier de ces appareils. Dans ces conditions, ne pouvant atteindre les pressions, nous avons essayé de repérer l'énergie sur une surface donnée, en nous servant d'un petit bloc crusher : l'écrasement du crusher fait connaître le travail reçu, sous certaines conditions.

Mesure de la vitesse de propagation. — Pour les charges ne dépassant pas 9 kg, et pour des distances à la charge comprises entre 0 et 1,50 m, nous avons utilisé, à Sevran, en lui faisant subir les adaptations nécessaires, la méthode différentielle de Dautriche pour la mesure des vitesses de détonation.

Pour les charges et pour les distances plus grandes (100 m — 100 kg), nous avons fait usage de chronographes, mis en circuit avec des rupteurs électriques, détecteurs d'ondes. Ces rupteurs, de différents modèles, sont, dans leur principe, constitués par une plaque fixe et un équipage mobile, dont le contact, au repos, ferme le circuit électrique. Sous la percussion de l'onde, ce contact, d'autant plus précaire que l'appareil est plus sensible, est rompu : le circuit est ouvert, le courant cesse de passer, le chronographe enregistre un signal.

La mesure, sur le terrain, de la distance entre deux rupteurs, et l'enregistrement du temps (par des diapasons) écoulé entre les deux signaux correspondants sur le chronographe, permet de calculer la vitesse moyenne de l'onde entre les deux rupteurs.

On a ainsi le moyen de tracer un diagramme en escalier, représentant les vitesses moyennes, sur différents intervalles, à partir de la charge. Une courbe continue, tracée à partir de l'origine de manière à compenser le mieux possible les décrochements du diagramme, est supposée représenter la courbe des vitesses vraies en fonction des distances. La figure 5 donne une de ces courbes.

RÉSULTATS. — *Pressions.* — La courbe du développement des pressions se présente comme une succession de condensations et de dilatations ayant des allures très différentes, ainsi que l'on peut s'en rendre compte sur la figure 6.

Nous avons pu analyser ces condensations et ces dilatations à intervalles égaux à $\frac{2}{10\,000}$ s ; il semble difficile d'aller plus loin dans cette voie au moyen de nos appareils. Ce temps est cependant encore trop grand quand on

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

étudie les faibles charges (inférieures à 1 kg). Quelle que soit la charge d'ailleurs, il est trop grand pour permettre de déterminer si l'onde a une branche de pressions croissantes à partir de l'origine ou si, au contraire, la discontinuité est absolue.

Dans l'état actuel de nos expériences tout se passe donc comme si l'accélérographe était abordé par le maximum de pression. Le front de l'onde se présente comme un mur vertical, même aux distances où la vitesse est très voisine de celle du son. Cette discontinuité de pression confère à cette onde le caractère d'une onde de choc. La ride

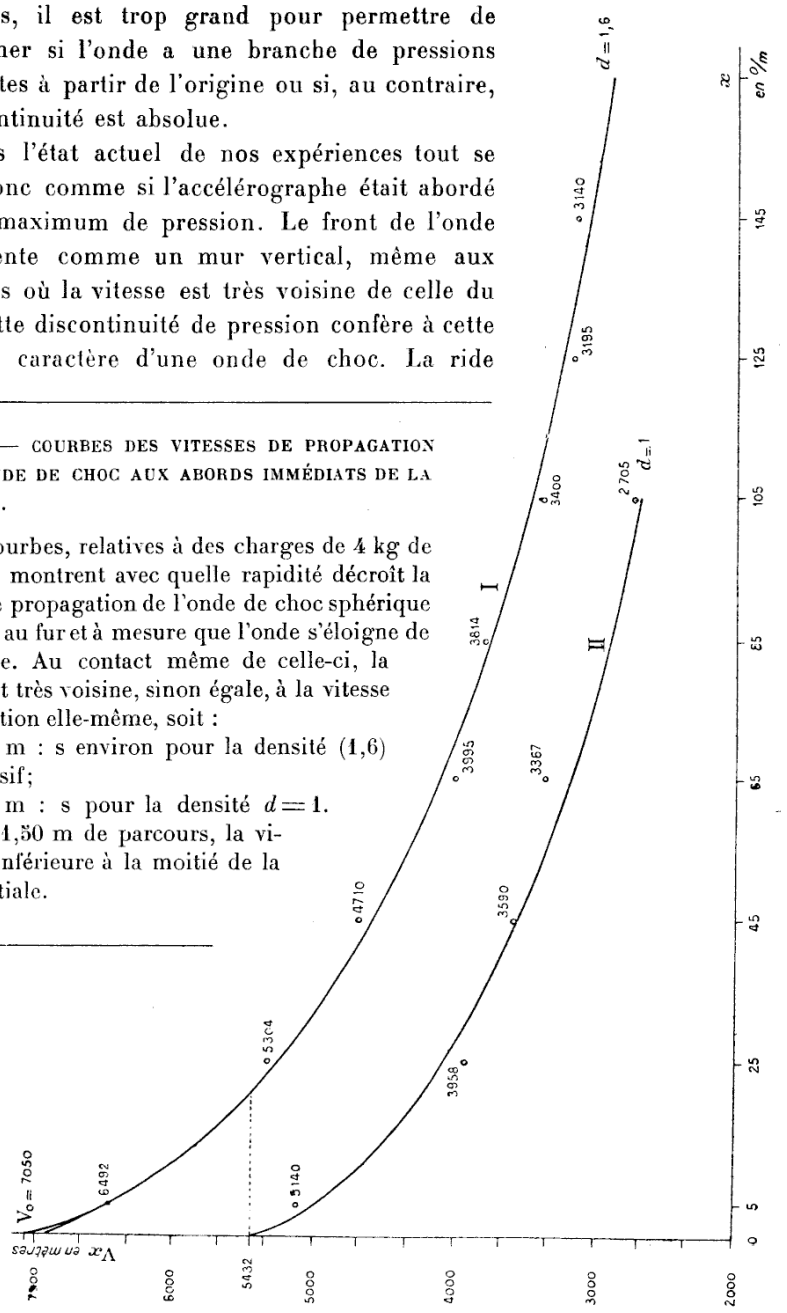


Fig. 5. — COURBES DES VITESSES DE PROPAGATION DE L'ONDE DE CHOC AUX ABORDS IMMÉDIATS DE LA CHARGE.

Ces courbes, relatives à des charges de 4 kg de mélinite, montrent avec quelle rapidité décroît la vitesse de propagation de l'onde de choc sphérique aérienne, au fur et à mesure que l'onde s'éloigne de la charge. Au contact même de celle-ci, la vitesse est très voisine, sinon égale, à la vitesse de détonation elle-même, soit :

7.000 m : s environ pour la densité (1,6) de l'explosif;

5.400 m : s pour la densité $d = 1$.

Après 1,50 m de parcours, la vitesse est inférieure à la moitié de la vitesse initiale.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

frontale (première condensation et première dilatation) a une épaisseur relativement faible, d'autant plus faible que la charge est plus petite. Ainsi, aux distances où la vitesse de l'onde n'est plus que celle du son, la compression initiale a une épaisseur de :

1,46 m pour une charge de 1 kg
4,93 m — de 9,600 kg.

Les pressions maxima correspondantes sont déjà très faibles : elles ne dépassent 700 g : cm² à 7,50 m d'une charge de 4 kg.

Au contact de l'explosif il semble que les pressions, qui n'ont jamais pu être atteintes, et qui sont indépendantes de la masse, soient de l'ordre d'un centaine de tonnes par centimètre carré. C'est dire la rapidité avec laquelle s'atténuent les pressions quand on s'éloigne de la charge.

Les condensations et dilatations qui suivent la ride du front intègrent un ensemble de phénomènes : réflexion de l'onde sur des obstacles fixes, en

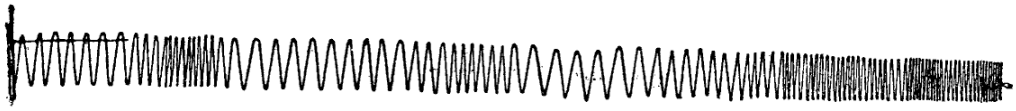


Fig. 6. — ONDE AÉRIENNE D'UNE CHARGE DE 250 G SUSPENDUE A 3,75 M DU SOL (SOL MEUBLE).
(Essai de Sevran le 23 février 1925.) (Grossissement linéaire : 18.)

Cette onde a été enregistrée à 7,50 m de la charge et à 3,75 m au-dessus du sol. La charge, elle-même, était suspendue à 3,75 m au-dessus du sol.

L'appareil enregistreur était l'accélérographe de la figure 3.

On remarque sur le graphique, qui est la reproduction photographique du tracé de l'enregistreur (ce tracé avait 8 mm de longueur), des dilatations et des condensations correspondant aux condensations et aux dilatations de l'onde.

Les dilatations et condensations qui suivent le premier groupe intègrent un ensemble de phénomènes survenant après le passage du front d'onde; parmi ceux-ci, les plus apparents sont la réflexion de l'onde par le sol et la combustion résiduelle des gaz de l'explosif incomplètement brûlés au passage de l'onde.

---

particulier sur le sol; combustion résiduelle de la masse des gaz incomplètement brûlés au passage de l'onde explosive. De telles combustions ont pu être enregistrées par la photographie (fig. 7, 8 et 9).

La réflexion de l'onde par le sol peut donner lieu à des surpressions notables, pouvant atteindre les 2/3 de la condensation initiale. De ce fait, une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 7. — Origine

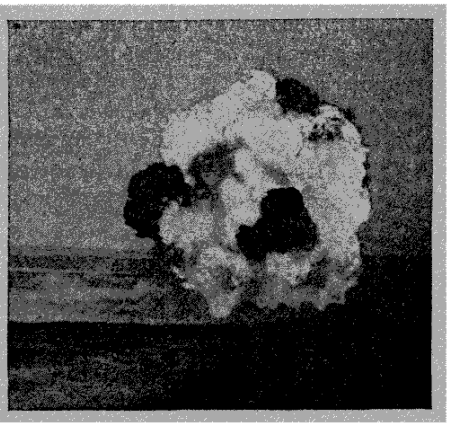


Fig. 8. — Après 0,5 seconde.

Fig. 9. — Après 2 secondes.

Fig. 7, 8 et 9. — OBSERVATIONS VISUELLES SUCCESSIVES D'UNE MÊME EXPLOSION.

A 350 m de la charge de 10 t (exactement 9.600 kg d'explosif sec), l'observateur perçoit les phénomènes dans l'ordre suivant : lueur; transmission d'une secousse par le sol; claquement sec de l'onde aérienne.

Ces trois phases se succèdent en un temps t voisin d'une seconde. La gerbe des gaz et des fumées se développe ensuite et évolue en un temps beaucoup plus long.

La cinématographie effectuée à 650 m (charges de 100 kg, 10 et 42 t) permet d'analyser de manière plus précise les phénomènes lumineux et de distinguer dans leur évolution trois phases très nettes (figures 7, 8 et 9 relatives à la charge de 42 t) se succédant dans l'ordre suivant :

1° Un globe incandescent, régulier, hémisphérique (fig. 7);

2° L'épanouissement de grosses masses incandescentes et d'autres masses contenant une forte proportion de carbone ainsi que des jets de gaz lancés verticalement (fig. 8);

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

3° L'apparition, sur les bords de la gerbe, des projections solides, avec étalement de la masse gazeuse à sa partie supérieure, en forme de cumulus, et contraction de la partie inférieure qui tend à se réduire à une forme pédiculée (fig. 9).

La *première phase* correspond à la détonation de l'explosif dans son propre volume. C'est la phase des hautes températures et des grandes pressions à laquelle correspond vraisemblablement la pression maximum de l'onde de choc, l'origine de l'effondrement du sol et les effets de fauchage en coup de hache aux abords immédiats de la charge.

La *deuxième phase* est consécutive à la formation du globe de compression qui fonctionne dès lors comme obusier à axe vertical pour les gaz qui l'ont creusé, et pour les matériaux que ces gaz, projetés à grande vitesse, arrachent aux parois.

En outre, des réactions complémentaires entre les gaz de la première phase donnent lieu à des inflammations au cours de cette seconde phase. Ces réactions sont peut-être sous la dépendance de l'aspiration d'air frais vers l'entonnoir caractérisant cette phase.

La *troisième phase* est celle des projections solides. Elle marque la fin du phénomène.

Le film tourné à La Courtine le 25 mai 1924, par les soins du Comité de Cinématographie de l'Office national des Inventions, présente dans son développement les mêmes caractères généraux. De plus, il se prête à quelques mesures intéressantes que nous résumons ci-dessous :

Dimensions apparentes de la gerbe (détonation de 5 t de mélinite sur le sol).

TEMPS	HAUTEUR TOTALE	LARGEUR MAXIMUM	HAUTEUR DU PÉDICULE	LARGEUR DU PÉDICULE	OBSERVATIONS
secondes	mètres	mètres	mètres	mètres	La cadence est de 25 images à la seconde. L'origine des temps coïncidant avec la mise de feu, la 1re image correspond à $t < \frac{1}{25}$ s.
$< 1/25$	56	56	»	»	
12/25	56	90	»	»	
1	71	105	15	67	
1,5	80	112	15	67	
2	83	112	10	75	

Entre autres particularités, on observe un jet de gaz fauchant au niveau du sol. Sa vitesse d'écoulement peut être suivie sur les sept premières images.

Temps.	Longueur du jet.	Vitesse moyenne dans chaque intervalle.
—	—	—
secondes	mètres	mètres/seconde
$< 1/25$	7,5	190
2/25	24	412
3/25	45	525
4/25	64	475
5/25	98	850
6/25	128	750
7/25	146	450

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

charge placée sur le sol, ou à une très faible distance, donne des pressions plus élevées que la même charge suspendue à grande hauteur.

Un phénomène d'appel d'air vers le centre d'ébranlement se produit après la détonation de la charge, par la diffusion et la condensation des gaz. Sa durée est variable avec la charge, et d'un tout autre ordre de grandeur que celui correspondant au passage du front d'onde. Il met en jeu des compressions beaucoup plus faibles, sensiblement constantes. Ainsi, pour la charge de 1 kg à 10 m, la dilatation frontale, dont la valeur maximum est égale à 54 g : cm², débute à 0,0043 s et finit à 0,01 s. L'appel d'air se manifeste par une dépression de 0,64 g : cm² (vent de 7 à 8 m : s) ; il débute à $t = 0{,}0512$ s et finit à $t = 0{,}139$ s.

L'étalement de l'onde dans le temps est manifeste : le temps de passage du front, relatif à la charge de 9.600 kg, croît de 88×10^{-4} s à 146×10^{-4} s lorsque la distance au centre d'ébranlement croît de 50 à 250 m.

L'étalement dans l'espace ne résulte pas directement de nos mesures.

Aux distances qui correspondent aux faibles condensations, les pressions maxima et les intégrales de pressions sont inversement proportionnelles aux distances :

$$P \times D = \text{Constante},$$
$$I \times D = \text{Constante}.$$

Ces pressions décroissent plus rapidement et sont moins soutenues que ne le laisseraient supposer les considérations théoriques énoncées sous la forme suivante, dite « loi de similitude » :

Les temps nécessaires pour obtenir, dans deux expériences, les mêmes variations de vitesses ou de pressions, sont dans le rapport linéaire de similitude λ *des charges,*

ou encore :

En des points homologues (situés à des distances qui se correspondent dans le rapport linéaire des similitudes des charges) les pressions et les vitesses de l'onde sont égales, aux temps (t) *et* (λt).

De ce fait, l'intégrale de pression aux distances correspondantes, pour les grandes et les petites charges, n'est pas proportionnelle à la racine cubique du rapport des charges. Elle croît moins rapidemant. Au voisinage immédiat de la charge, les impulsions I tombent plus rapidement que ne le comporte la loi de proportionnalité aux distances.

Il en est de même des pressions. Le principe de similitude est inapplicable dans cette région. Le phénomène peut se compliquer de dyssymétries dans la répartition des pressions autour de la charge, dyssymétries qui sont sous la dépendance de la forme de la charge et de son mode d'amorçage. Les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

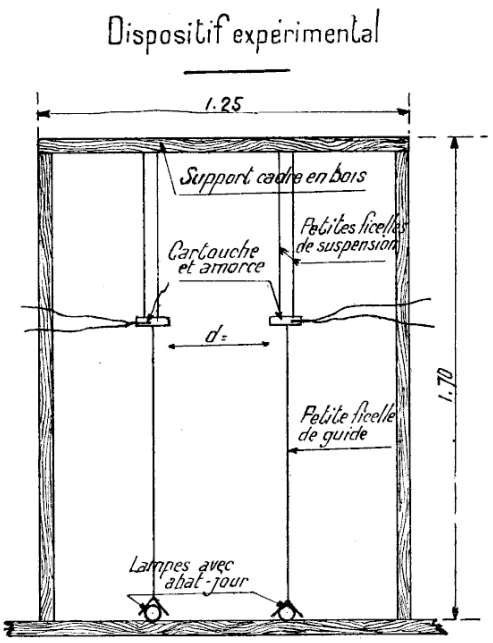


Fig. 10. — DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL.

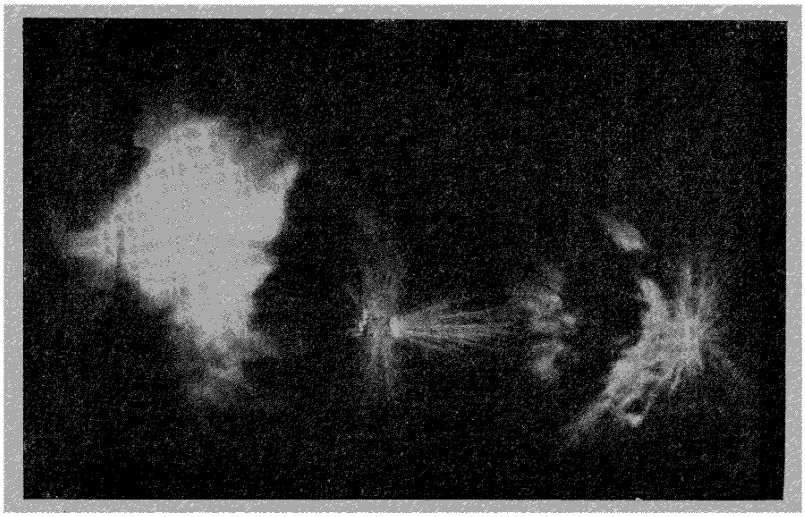


Fig. 11. — RENCONTRE DES ONDES AÉRIENNES DE C.IOC.

Le dispositif expérimental de la figure 10 montre deux cartouches (mélinite), mises en opposition et détonant avec un retard que l'on peut faire varier entre certaines limites.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La photographie de la figure 11 est relative à l'étude des interférences des ondes de choc aériennes de ces deux cartouches.

On procède de nuit aux expériences et l'on enregistre photographiquement les phénomènes lumineux résultants.

On constate ainsi la production de groupes de flammes (fig. 11) : l'un au centre, affectant la forme d'une triple aigrette, correspond à la détonation de l'une des cartouches. Il révèle une double dyssymétrie :

1° Localisation de l'aigrette sous la dépendance de la forme de la cartouche : Les axes de ces aigrettes sont confondus avec l'axe de la cartouche (cylindrique à axe horizontal) et les normales à ces axes.

Les angles morts correspondent aux plans diagonaux.

2° Absence d'aigrette à l'extrémité de la cartouche correspondant au détonateur, et accentuation de l'aigrette à l'extrémité opposée dans le sens de la détonation.

A gauche de ce groupe d'aigrettes on observe une grande plage lumineuse, produite par la réinflammation des masses gazeuses provenant de la combustion incomplète des gaz de la mélinite. Cette réinflammation est rendue possible par le mélange de ces gaz, encore à très haute température, avec l'air.

La tache lumineuse de droite, correspondant à la dernière cartouche, présente des caractéristiques moins nettes.

---

effets des pressions sont orientés suivant le rayon de propagation de la détonation (fig. 10 et 11).

Célérité. — La charge d'explosif, détonant au sol, donne naissance à une onde sphérique aérienne qui se propage dans les environs immédiats du point initial avec des vitesses considérables, de plusieurs milliers de mètres à la seconde. Ces vitesses décroissent très rapidement, de manière continue, et tendent vers la vitesse du son.

Les vitesses les plus grandes que nous ayons mesurées, sur les premiers centimètres de parcours de l'onde aérienne, sont très voisines de la vitesse de détonation de l'explosif, et systématiquement plus faibles.

L'accélération négative est sous l'étroite dépendance des conditions dans lesquelles s'effectue la détente des gaz en arrière du front d'onde. Ce mécanisme se traduit par :

1° des dyssymétries dans la propagation, *au voisinage de la charge*, quand celle-ci n'est pas amorcée en son centre ou quand ses dimensions sont variables, suivant les divers azimuts ;

2° des vitesses décroissantes, dès l'origine, pour une onde dirigée (suivant l'axe d'une charge allongée, amorcée à l'une de ses extrémités) et d'autant plus rapidement décroissante que la masse de l'explosif est plus faible.

La loi de compensation permettant de calculer, en fonction des charges,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la distance correspondant à une vitesse donnée, serait, pour l'ensemble de nos essais, de la forme :

$$d = Kc^n$$

avec :

$$\frac{1}{3} < n < \frac{1}{2}.$$

Mais la précision des mesures n'est pas telle que l'on puisse, ici, infirmer la loi de similitude, laquelle se traduirait par :

$$n = \frac{1}{3}.$$

La vitesse de l'onde est fonction de la nature de l'explosif.

C'est ce dont témoignent les résultats numériques suivants :

NATURE DE L'EXPLOSIF	POIDS	DISTANCE AU CENTRE DE L'EXPLOSIF	VITESSE MOYENNE DANS L'INTERVALLE
	kilogrammes	mètres	mètres/seconde
Poudre noire	300	0 à 20	530
Explosif chloraté	150	0 à 20	590
Acide picrique	100	0 à 20	638

Les différences présentées par trois explosifs sont plus accusées que ne le révèle cette comparaison, si l'on tient compte des masses mises en œuvre.

En définitive, le phénomène le plus remarquable, mis hors de doute par ces expériences, ainsi qu'il l'avait été pour les propagations d'ondes planes cylindriques, comme le laisse d'ailleurs prévoir la théorie, est la décroissance extrêmement rapide des vitesses de l'onde. Celle-ci a, dès l'origine, les caractères d'onde de choc, et des vitesses pouvant, dans certains cas, atteindre 7.000 m : s. Après 1,50 m de parcours, pour une charge de mélinite de 4 kg, la vitesse restante n'est plus que la moitié de la vitesse initiale.

Enfin, l'on n'a plus que très approximativement la vitesse du son à :

20 m, d'une charge de 4 kg,

60 m, d'une charge de 25 kg,

100 m, d'une charge de 100 kg,

250 m, d'une charge de 10.000 kg.

CONCLUSIONS.

L'ensemble des résultats obtenus, à ce jour, dans l'étude de l'onde de choc sphérique aérienne, au voisinage immédiat du centre d'ébranlement, justifie les conclusions suivantes :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1° Au *point de vue théorique* : les équations de propagation des ondes de choc aériennes ne sont point vérifiées de manière satisfaisante aux abords d'une charge, au sol, parce qu'elles ne paraissent pas satisfaites, au moins dans l'une de leurs conséquences immédiates : la loi de similitude. Des paramètres physiques : viscosité de l'air, conductibilité calorifique, négligés en première approximation, et qui ne figurent pas dans l'expression réduite de ces équations, doivent jouer un rôle d'autant plus important que les condensations sont plus grandes.

2° Au *point de vue pratique* : les effets mécaniques (dégâts extérieurs) d'une grande charge d'explosif (dépôts des parcs de stockage), pour autant qu'ils dépendent de la pression maximum réalisée et de l'intégrale des pressions, seront plus faibles que ceux que l'on pourrait calculer par similitude à partir des charges expérimentales usuelles, nécessairement faibles ($\leqslant$ à 100 kg). Et de fait, les expériences de Perthes-les-Hurlus (40 et 50 t) ont incontestablement accusé cette atténuation des effets extérieurs.

En outre, l'observation que les pressions sont orientées aux abords de la charge, tandis qu'elles s'exercent en tous sens aux grandes distances, permet d'inférer qu'un ouvrage de protection (merlons) particulièrement efficace aux abords immédiats, pourra ne jouer qu'un rôle secondaire et peut-être négligeable en des points éloignés du centre d'ébranlement. C'est également ce que nous avons constaté lors des expériences de Perthes.

L'intérêt de ces observations, d'ordre pratique, est lié aux servitudes qu'implique la nécessité du stockage de grandes masses d'explosifs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LA PROPAGATION DES ONDES DES FORTES EXPLOSIONS DANS LE SOL ET DANS L'AIR

(EXPÉRIENCES DE LA COURTINE) [1]

par

CH. MAURAIN,

directeur de l'Institut de Physique du Globe de l'Université de Paris.

MESDAMES, MESSIEURS

Les explosions dont vient de vous entretenir M. l'Ingénieur en chef des Poudres Burlot, ont été utilisées pour l'étude de la propagation des ondes jusqu'à de grandes distances dans le sol et dans l'air. Dans l'exposé que je vais avoir l'honneur de vous faire des expériences et de leurs résultats, je n'insisterai pas sur le détail des observations, et je ne reproduirai pas les considérations théoriques et les calculs auxquels donne lieu l'interprétation de leurs résultats. Je renverrai à ce sujet aux mémoires publiés au *Journal de Physique*, en ce qui concerne la propagation dans le sol, et aux *Annales de l'Institut de Physique du Globe*, en ce qui concerne la propagation dans l'atmosphère [2]. J'essaierai d'indiquer surtout l'intérêt général des expériences et de leurs résultats.

L'étude directe du Globe terrestre est localisée dans une couche bien mince par rapport à ses dimensions. Vers l'intérieur, on est très vite arrêté; les puits de mines qui descendent jusqu'à une profondeur de 1.000 m sont assez rares, et les sondages qui ont dépassé 2.000 m sont tout à fait exceptionnels. Vers l'extérieur, les mesures directes sont possibles dans un domaine plus vaste, mais cependant encore fort limité : les avions et les ballons montés ont rarement dépassé 10 km; les ballons-sondes emportent des appareils couramment jusqu'à 12 ou 15 km, assez souvent jusqu'à 20 ou 25, et très exceptionnellement au-dessus.

(1) Communication faite par l'auteur en séance publique le 30 octobre 1926.

(2) Ch. Maurain, L. Eblé et H. Labrouste, *Sur les ondes séismiques des explosions de La Courtine* (*Journal de Physique*, série VI, t. VI, p. 65, 1925); — Ch. Maurain, *Sur la propagation des ondes aériennes*, fascicule spécial des *Annales de l'Institut de Physique du Globe*, 1926. Dans ces mémoires est donnée une bibliographie relative à ces sujets, et particulièrement des publications auxquelles ont donné lieu les expériences de La Courtine.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Des deux côtés il a donc fallu s'adresser à des méthodes indirectes pour étudier les propriétés physiques des couches inaccessibles.

*
* *

Relativement aux couches profondes du Globe, on a quelques renseignements généraux; la densité moyenne du Globe a été déduite des expériences relatives à l'attraction newtonienne; la rigidité peut être évaluée d'après l'amplitude des marées, celle des déviations périodiques de la verticale et les déplacements du pôle. Mais il ne s'agit là que d'évaluations moyennes portant soit sur l'ensemble du Globe soit sur des fractions très considérables et d'ailleurs mal délimitées. Certaines particularités, par exemple les anomalies de la pesanteur, celles du champ magnétique terrestre, peuvent donner des indications plus localisées et même apporter une aide pratique aux méthodes de prospection. Mais il n'existe actuellement qu'une méthode susceptible de renseigner sur les propriétés physiques de l'intérieur du Globe aux différentes profondeurs; c'est celle qui est fondée sur l'étude de la propagation des ondes séismiques.

Cette propagation des ondes séismiques dans le Globe est très complexe ; en réduisant les phénomènes à ce qu'ils paraissent avoir d'essentiel, on peut dire que les tremblements de terre donnent naissance à trois sortes d'ondes, dont l'une reste localisée au voisinage de la surface, mais dont les deux autres s'enfoncent dans le Globe et n'arrivent aux différents points de la surface qu'après avoir parcouru des trajectoires qui s'enfoncent plus ou moins profondément dans le Globe, suivant la distance à l'origine. La théorie de la transmission des mouvements dans les solides permet d'obtenir des expressions de ces vitesses dans lesquelles figurent trois quantités : la densité et deux coefficients mécaniques, le coefficient d'élasticité et le coefficient de rigidité; de la discussion des observations séismologiques en des observatoires répartis sur le Globe on peut déduire la valeur numérique des vitesses de propagation des deux sortes d'ondes aux différentes profondeurs, et par suite, à l'aide des expressions dont je viens de parler, on obtient des renseignements numériques sur ces trois propriétés. On possède ainsi une méthode d'une grande généralité pour l'étude du Globe terrestre, et c'est là surtout ce qui fait l'intérêt actuel du développement de la séismologie.

*
* *

Un point particulièrement important et délicat dans l'étude de la propagation des ondes séismiques est l'étude de leur propagation dans les couches

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les plus voisines de la surface. En effet, les ondes provenant des couches plus profondes traversent celles-là avant de parvenir aux observatoires; elles peuvent y subir des modifications provenant de réfractions ou réflexions partielles; il est donc très utile pour l'étude générale de savoir ce qui se passe dans les couches superficielles.

L'étude des ondes provenant des tremblements de terre au voisinage de leur origine donne des renseignements à ce sujet, mais cette étude est très difficile. Voici pourquoi : Un tremblement de terre n'est généralement pas localisé de manière étroite; c'est un mouvement qui s'étend à une région assez grande et de forme irrégulière; le mouvement en lui-même est d'ordinaire très complexe. Il en résulte que, dans un observatoire peu éloigné de la région origine, parviennent des ondes qui arrivent de directions diverses après des trajets différents. De plus, comme on ne sait pas prévoir les tremblements de terre, on doit, dans les observatoires séismologiques, maintenir les séismographes en marche continuelle, et cela empêche de donner au papier enregistreur une grande vitesse de déroulement; habituellement la vitesse du papier est de 10 à 12 mm par minute. Comme conséquence de ces deux ordres de faits, l'enregistrement dans un observatoire d'un tremblement de terre naturel peu éloigné donne des graphiques très condensés et très confus, desquels il est très difficile de tirer des indications précises.

La production des ondes lors d'explosions provoquées réalise au contraire des conditions très favorables pour l'étude de la propagation autour de l'origine. Le tremblement de terre artificiel se produit alors en un point bien déterminé et à une heure fixée à l'avance. On peut munir les appareils enregistreurs d'un papier à développement très rapide, puisqu'il suffit de les faire fonctionner pendant un temps très court. On peut donc obtenir des graphiques nets et très étalés, susceptibles de donner des indications précises.

Des expériences assez nombreuses de ce genre ont été faites autrefois; elles sont exposées en particulier dans un livre de Fouqué [3] qui en a lui-même exécuté de très intéressantes en collaboration avec Michel-Lévy. Mais à cette époque l'attention n'avait pas été attirée sur l'existence de plusieurs sortes d'ondes séismiques de propriétés distinctes, et on ne saurait dire à quelles ondes se rapportent les résultats obtenus alors. Il est à signaler que Fouqué et Michel-Lévy ont utilisé pour la première fois, dans des expériences de ce genre, un appareil enregistreur qui donnait sur une plaque photographique mobile une image provenant d'un faisceau lumineux réfléchi sur un bain de mercure.

(3) F. Fouqué, *Les tremblements de terre*, Baillière, Paris, 1888; chapitre XII.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Lors des expériences de La Courtine, j'avais établi avec la collaboration de MM. Eblé et Labrouste, dans les caves des bureaux de poste de La Courtine, Felletin et Ussel, trois stations reliées par un circuit électrique entre elles et avec l'origine des explosions, en vue de l'enregistrement de l'heure et de divers signaux sur les papiers enregistreurs.

Le poste de La Courtine était à une distance de 5.590 m de l'origine lors de deux des explosions et de 7.660 m lors des deux autres. Il était muni d'un séismographe à ressorts à trois composantes indépendantes, étudié en vue de ces expériences par M. Eblé et moi, et construit par la maison J. Richard; cet appareil pourra servir dans tous les cas analogues, et nous l'avons utilisé depuis, lors d'explosions assez puissantes exécutées pour les besoins de l'exploitation dans les carrières des Établissements Poliet et Chausson à Gargenville (Seine-et-Oise) [4]. Ce séismographe se compose de trois appareils dont l'un enregistre la composante verticale du mouvement du sol et les deux autres deux composantes horizontales, pour lesquelles il est commode de prendre la composante parallèle à la direction de propagation et la direction perpendiculaire. Les trois enregistrements se font sur un même papier photographique dont la vitesse est de 1 cm : s. L'agrandissement des amplitudes par rapport à celle du mouvement du sol, était en moyenne de 800 pour les composantes horizontales et de 450 pour la composante verticale.

Les deux autres postes, situés à des distances moyennes d'environ 15 et 24 km des emplacements des explosions, étaient munis de séismographes du type d'observatoire S. O. M. à pendule horizontal, à masses de 450 kg. Ces appareils ont été établis sur les indications de MM. Rothé et Labrouste par la Société d'Optique et de Mécanique de précision (S. O. M.), qui les construit de manière courante. Cette société avait eu la bienveillance de nous prêter 4 de ces appareils, et a, de plus, envoyé à La Courtine, pendant toute la durée des expériences, M. l'ingénieur Mouronval, qui nous a apporté une précieuse collaboration. Les appareils avaient subi quelques modifications en vue de ces expériences, en particulier en ce qui concerne la vitesse de déroulement du papier.

Le directeur de l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg, M. Rothé, avait fait établir deux autres postes par ses collaborateurs Mlle Dammann et

(4) Ch. Maurain et L. Eblé, *Séismographe à trois composantes, à enregistrement optique* (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, t. CLXXIX, p. 337; 1924); — *Sur la propagation des ondes séismiques dans le calcaire* (*Comptes rendus*, t. CLXXXI, p. 1077; 1925, et : *Annales de l'Institut de Physique du Globe*, t. IV, p. 141; 1926).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Bois. L'un de ces postes, placé à Guéret à une soixantaine de kilomètres des explosions, s'est trouvé trop loin pour donner des enregistrements étudiables; à l'autre, placé dans les caves du collège d'Aubusson, à 26 km environ des explosions, ont été obtenus de superbes enregistrements.

*
* *

Nos appareils ont enregistré avec netteté deux sortes d'ondes; les plus rapides sont des ondes à vibrations longitudinales, dont les amplitudes ont été de l'ordre de quelques dixièmes de micron; les autres sont des ondes marquées sur les trois composantes et qui correspondent probablement aux ondes à propagation superficielle désignées par le nom d'ondes longues en séismologie; leur amplitude est plusieurs fois plus grande que celle des précédentes. Entre ces deux catégories ont été enregistrées d'autres ondes qui correspondent probablement aux ondes transversales de la théorie, mais qui ont été marquées de manière trop faible pour que des mesures précises fussent possibles à leur sujet.

Sur les ondes longitudinales on a pu faire dans nos postes 5 déterminations de la vitesse de propagation, qui ont donné les valeurs suivantes, en mètres par seconde : 6.200, 5.320, 5.610, 4.940 et 5.320, moyenne 5.524; une autre détermination donnerait, d'après une inscription très faible au poste le plus éloigné, 7.220; mais la faiblesse de la trace enlève toute précision à cette détermination.

Sur les ondes longues, nous avons fait 8 déterminations; les valeurs de la vitesse obtenues sont 2.940, 2.640, 2.710, 2.950, 3.200, 2.600, 2.670, 2.700, moyenne 2.800 m : s.

Il est remarquable que ces valeurs peuvent être réparties en deux groupes, l'un correspondant aux déterminations faites lors des première et troisième explosions, dont les emplacements étaient très voisins (distance, 50 m), l'autre aux deuxième et quatrième, qui avaient le même emplacement. Aussi bien pour les ondes longitudinales que pour les ondes longues, toutes les valeurs du premier groupe sont supérieures aux valeurs du second; les moyennes sont :

pour les ondes longitudinales, 1er groupe 5.905, 2me groupe 5.270.
— — longues — 3.030 — 2.660.

Il semble que cette division des valeurs des vitesses en deux groupes puisse être reliée à la nature des terrains parcourus par les ondes. La région, dont la carte géologique a été dressée par M. de Launay, comprend surtout

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

deux sortes de terrains, granite et gneiss. Les emplacements des première et troisième explosions étaient dans le granite, ceux des deux autres dans le gneiss; le granite semble donc jouer un rôle relatif plus grand dans la transmission des ondes du premier groupe entre leur origine et les stations d'observation, surtout si on admet, ce qui paraît possible d'après l'aspect de la carte géologique, que les ondes arrivées les premières aient suivi non pas tout à fait la ligne droite entre l'explosion et une station, mais un chemin se maintenant surtout dans le terrain où les ondes avaient pris naissance. On peut ainsi supposer que les différences observées entre les valeurs de la vitesse de propagation proviennent d'une différence entre les vitesses de propagation dans le granite et dans le gneiss, dont la schistosité, dans cette région, est, comme me l'a fait remarquer M. Léon Bertrand, à peu près parallèle aux directions de propagation.

M. Rothé et ses collaborateurs ont obtenu pour la vitesse des ondes les plus rapides 5.600 m : s, c'est-à-dire une valeur très voisine de celles que nous avons déduites de nos observations. Ils ont rapproché ce résultat des valeurs déduites de l'enregistrement de l'explosion d'Oppau, à Strasbourg et dans plusieurs autres observatoires, qui sont assez voisines des précédentes.

D'après ce qu'on sait de la composition de la croûte terrestre, il semble que les propriétés mécaniques du granite ne soient pas très différentes des propriétés moyennes de cette croûte rocheuse. Or les vitesses de propagation que nous avons obtenues sont notablement plus faibles que celles qu'on admettait depuis longtemps pour la propagation des ondes séismiques au voisinage de la surface terrestre. Les valeurs admises étaient celles déduites de l'observation des ondes provenant de tremblements de terre lointains, environ 7.000 m : s pour les ondes longitudinales et 3.500 pour les ondes longues. Nos valeurs s'accordent bien au contraire avec celles auxquelles a été conduit un séismologue yougoslave, A. Mohorovicic, d'après une longue étude des ondes provenant de certains tremblements de terre de l'Europe centrale à des distances de l'origine de seulement quelques centaines de kilomètres; cet accord vient appuyer des conceptions émises par ce séismologue, au cours de ses travaux, sur la propagation des séismes dans la croûte terrestre superficielle et dans les couches plus profondes. Il serait trop long d'exposer ici ces conceptions, dont on pourra trouver un résumé dans le mémoire du *Journal de physique* cité plus haut.

*
* *

J'indiquais tout à l'heure que les propriétés mécaniques moyennes de la croûte terrestre paraissent assez voisines de celles du granite. Mais cette

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

croûte renferme des éléments très divers, et il est utile d'étudier la propagation des ondes séismiques dans des terrains différents, de manière à pouvoir se rendre compte des altérations que subissent les ondes en passant d'un milieu à un autre.

Nous avons, M. Eblé et moi, avec l'aide de M. Labrouste, étudié la propagation dans le calcaire à l'occasion d'explosions portant sur quelques centaines de kilogrammes de dynamite faites pour les besoins de l'exploitation des carrières de Gargenville. Nous avons obtenu, dans deux expériences concordantes, 2.140 m : s comme vitesse des ondes longitudinales, c'est-à-dire une valeur beaucoup plus faible que pour les terrains granitiques de La Courtine.

Ces résultats montrent quelle complexité peut présenter la propagation des ondes séismiques dans les couches les plus superficielles. Si on suppose qu'en un point une couche de calcaire du genre de celui de Gargenville recouvre des terrains granitiques du genre de ceux de La Courtine ou formé d'autres roches ayant des propriétés voisines des propriétés moyennes de la croûte terrestre, des ondes séismiques arrivant des couches profondes subiraient, à la surface de ces deux milieux très différents, des réflexions et réfractions complexes, et un séismographe établi à la surface enregistrerait des ondes assez déformées par rapport aux ondes primitives.

*
* *

Nous avons cherché si les vitesses de propagation obtenues dans ces expériences pour les ondes longitudinales s'accordaient avec les valeurs qu'on peut déduire de l'expression théorique de la vitesse à laquelle conduit la théorie de l'élasticité. Cette expression est

$$V = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \sqrt{\frac{1-\sigma}{(1+\sigma)(1-2\sigma)}}$$

où E représente le coefficient d'élasticité dit module d'Young, ρ la densité et σ le coefficient de Poisson (rapport de la contraction transversale à l'allongement dans la traction d'une tige). Les valeurs de σ pour les roches sont généralement peu différentes de $\frac{1}{4}$, et le facteur en σ qui figure dans l'expression de V, égal à 1,095 pour $\sigma = \frac{1}{4}$, varie peu pour les valeurs de σ voisines de $\frac{1}{4}$. On peut donc écrire approximativement

$$V = 1{,}095 \sqrt{\frac{E}{\rho}}.$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le cas des expériences de La Courtine, les ondes se sont propagées sur de grandes distances dans des roches granitiques ayant sans doute des propriétés quelque peu différentes; nous avons réuni de nombreuses déterminations de E obtenues sur des échantillons de granite par des méthodes diverses: je n'en donnerai pas ici le détail (voir le mémoire au *Journal de physique*) et dirai seulement que les valeurs calculées sont assez voisines de la vitesse que nous avons obtenue, les unes un peu plus faibles, quelques-unes un peu plus grandes. Dans le cas des expériences de Gargenville, les ondes se sont propagées sur une distance plus faible, 1.500 m, dans un calcaire assez homogène; des mesures de E ont été faites au laboratoire des Ponts et Chaussées sur plusieurs échantillons de ce calcaire, et la densité de ces échantillons a été déterminée; ces valeurs portées dans la formule précédente donnent exactement la même valeur de la vitesse que les expériences de propagation.

Ces comparaisons montrent qu'on peut obtenir une valeur assez approchée de la vitesse de propagation dans une roche en utilisant l'expression théorique de la vitesse et la valeur du coefficient d'élasticité et apportent ainsi un appui à la méthode indirecte d'étude de l'intérieur du Globe fondée sur l'observation des ondes séismiques.

*
* *

Cette méthode indirecte est, je l'indiquais tout à l'heure, à peu près la seule susceptible d'une application générale.

Pour étudier l'atmosphère au delà des régions où nous pouvons envoyer des appareils de mesure, on dispose au contraire d'assez nombreuses méthodes indirectes; parmi elles figurent celles où on utilise, comme dans la précédente, la propagation d'ondes dans l'atmosphère. Ici on peut disposer de plusieurs sortes d'ondes. Les ondes lumineuses fournissent des renseignements divers par leur absorption, leur réfraction, leur diffusion. La propagation des ondes électromagnétiques présente des particularités curieuses qui paraissent liées aux propriétés météorologiques et électriques de l'atmosphère, et il est probable que, lorsque l'étude systématique de ces particularités sera plus avancée, elle offrira un procédé d'étude de l'atmosphère de grande généralité.

Enfin, on peut utiliser pour l'étude de l'atmosphère des ondes sonores assez puissantes à leur origine pour parcourir dans l'atmosphère de longs trajets. Pour cela, il faut les recevoir après un parcours plus ou moins long dans l'atmosphère, ce qui n'est guère possible que si elles reviennent au sol. C'est ainsi que l'étude de la haute atmosphère par ce procédé se trouve reliée

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à l'observation des zones d'audition et de silence qui se produisent dans la propagation du son des fortes explosions. Les explosions fortuites et certaines éruptions volcaniques fournissent des occasions de telles expériences. Mais, pour que les résultats soient nets, il est nécessaire que de très nombreuses observations soient faites, et il est désirable qu'en plus de l'écoute simple à l'oreille, on utilise des appareils enregistreurs de genres divers. Cela ne peut être réalisé que si l'expérience est longuement préparée et a lieu à une date déterminée.

*
* *

Lors des expériences de La Courtine, plusieurs milliers d'observations des ondes aériennes ont été faites soit à l'oreille, soit à l'aide d'appareils. En particulier ont été employés des appareils enregistreurs, la plupart mis en expériences par les soins du Service géographique de l'Armée et des Services de la Marine. L'heure de la réception des ondes a été déterminée en de nombreux points avec précision, et la durée de propagation est ainsi bien connue, ce qui est capital pour l'interprétation des résultats. Grâce au grand nombre des observations et des enregistrements, la discussion faite a permis de définir jusqu'à plusieurs centaines de kilomètres des explosions les zones de réception et de non-réception des ondes pour les trois premières expériences; pour la quatrième, faite dans des conditions un peu différentes des autres (explosif enterré), les observations positives n'ont pas été assez nombreuses pour permettre une discussion aussi serrée que pour les trois premières, et il n'a pas été dressé de carte des régions de réception et de non-réception.

Pour les distances supérieures à quelques centaines de kilomètres, il y a eu encore des observations positives d'ondes aériennes; mais les heures indiquées sont assez divergentes, et la densité des observations n'est pas suffisamment grande pour qu'on puisse décider si parmi ces observations il en est qui se rapportent certainement aux explosions étudiées. C'est le cas en particulier pour les observations faites en dehors de France; beaucoup ont été faites avec grand soin; mais, en inscrivant sur des cartes les heures de réception indiquées, aux points correspondants, on voit que manifestement ces observations ne se rapportent pas à une même série d'ondes, et il a été impossible de décider si certaines d'entre elles se rapportent aux expériences de La Courtine.

*
* *

Les cartes des figures 1, 2 et 3 représentent les zones de réception des ondes provenant des trois premières explosions. Les régions couvertes de hachures N.-S. ont reçu des ondes pour lesquelles la vitesse apparente, c'est-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à-dire le quotient de la distance comptée sur le sol et de la durée de propagation, est sensiblement égal à la vitesse de propagation du son; on peut les appeler zones de réception normale. Les régions couvertes de hachures E.-O. ont reçu des ondes pour lesquelles la vitesse apparente est notablement inférieure à la vitesse du son; on peut les appeler zones de réception anormale.

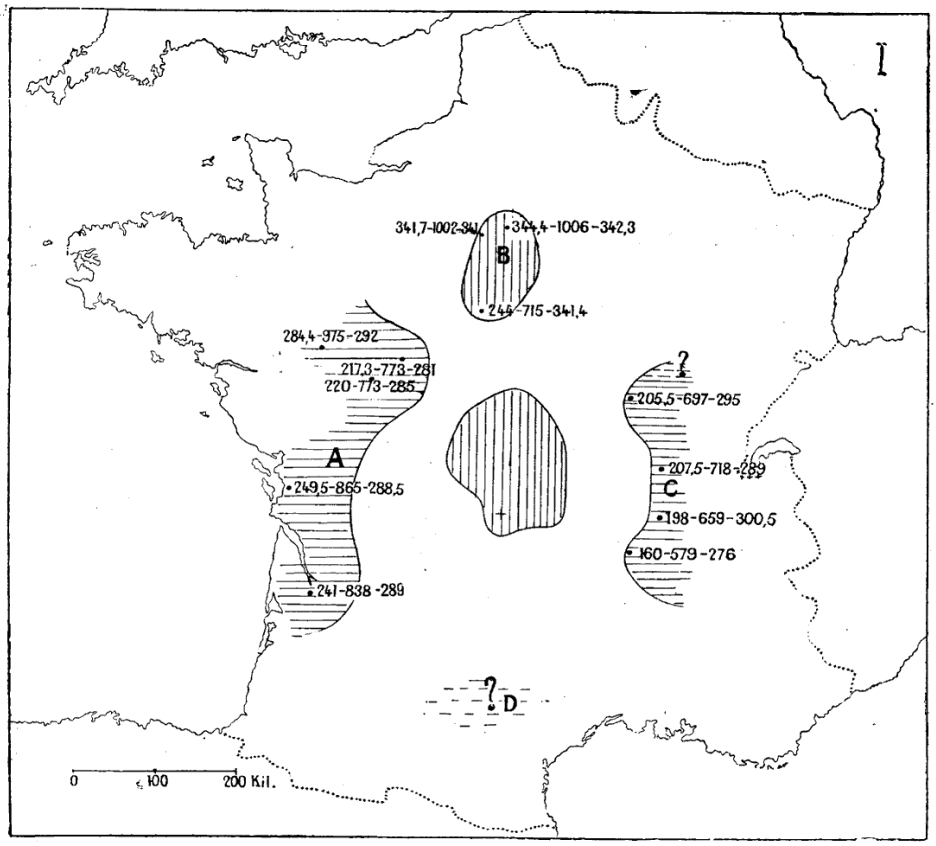


Fig. 1. — Réception des ondes aériennes dans la première expérience de La Courtine. — Les zones couvertes de hachures N.-S. correspondent à une réception avec vitesse normale par rapport au sol; les zones couvertes de hachures E.-O., à une réception avec retard. — L'emplacement de l'explosion est figuré par une croix.

Sur les cartes sont marqués quelques points à côté desquels figurent trois nombres; le premier représente la distance en kilomètres du point à l'emplacement de l'explosion; le deuxième, la durée de la propagation en secondes; le troisième, le quotient des deux précédents, c'est-à-dire la vitesse de propagation apparente rapportée au sol (en mètres par seconde). L'emplacement des explosions est représenté par une croix.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Comme on le voit sur les cartes, pour chacune des expériences, il y a autour de l'origine une zone de réception normale qui s'étend de manière très inégale dans les diverses directions. Des zones de réception anormale ont été constatées lors des trois expériences dans un secteur plus ou moins étendu autour de l'Ouest ou du Sud-Ouest, et aussi, lors de la première

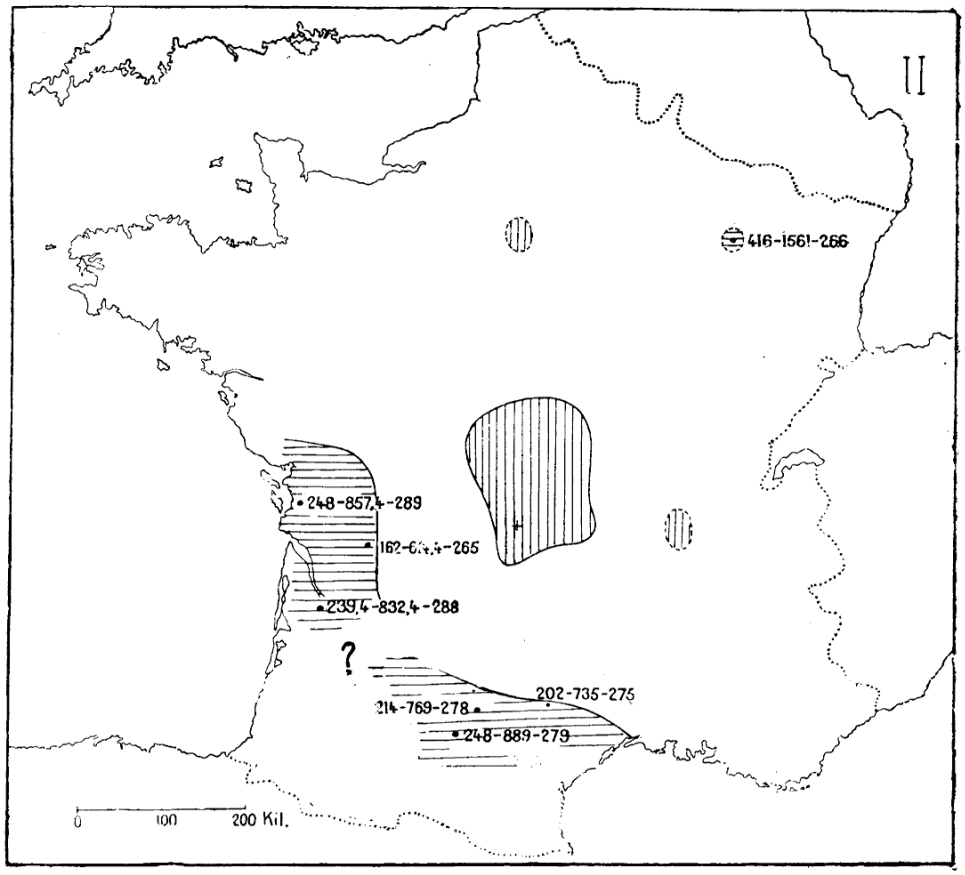


Fig. 2. — Réception des ondes aériennes dans la deuxième expérience de La Courtine.

expérience, dans un secteur vers l'Est. Entre ces zones et la zone centrale il n'y a pas de réception sensible. Ce sont des zones de silence nettement établies. Les cartes indiquent quelques autres zones lointaines de réception, dont certaines douteuses, pour la discussion desquelles je renverrai au mémoire détaillé.

Il n'est pas non plus possible de s'étendre ici sur les circonstances météorologiques, qui ont été l'objet d'observations spéciales très nombreuses par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

appareils fixes et par sondages aérologiques effectuées par les soins de l'Office national météorologique. J'indiquerai seulement que, dans les deuxième et troisième expériences, la direction générale vers laquelle soufflait le vent était à peu près celle de la plus grande extension de la zone centrale de réception; lors de la première, les vents étaient assez faibles dans les couches

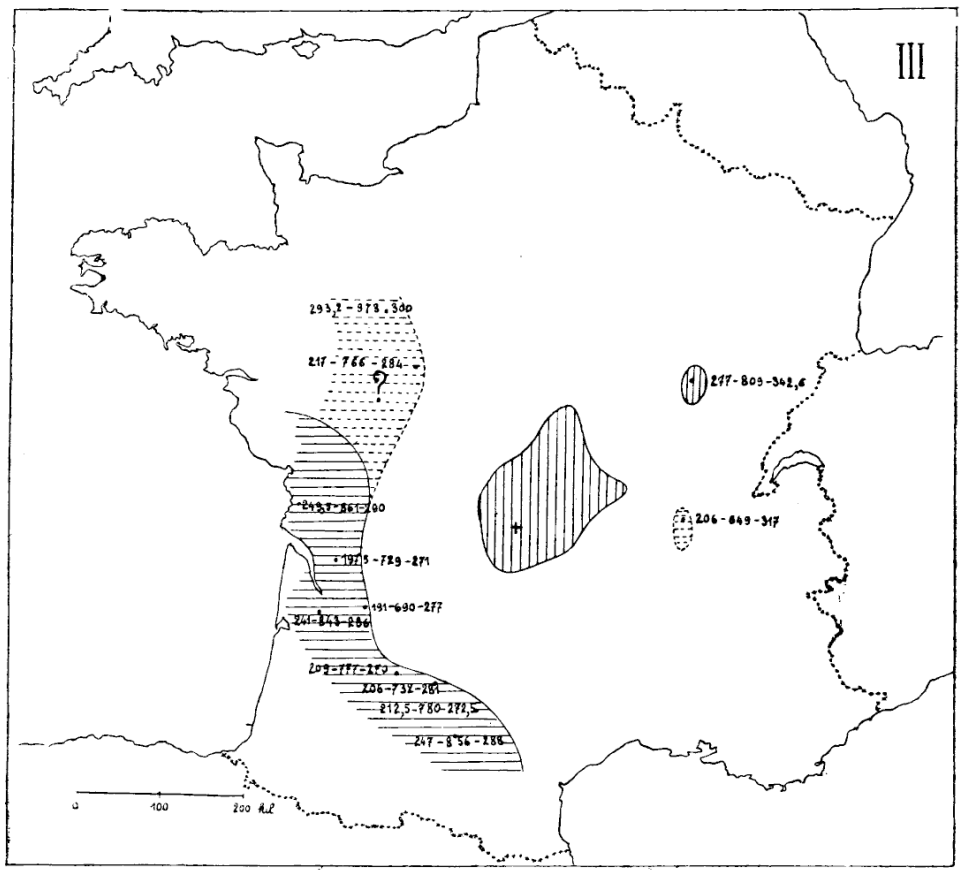


Fig. 3. — Réception des ondes aériennes dans la troisième expérience de La Courtine.

basses de l'atmosphère; le bulletin de l'Office national météorologique de ce jour donne l'indication suivante : les vents très faibles et variables ont dominé toutefois plutôt du Nord-Ouest sur la moitié Ouest (de la France) et du Sud sur la moitié Est.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Les circonstances qui peuvent influer sur les trajectoires des ondes dans l'atmosphère sont celles susceptibles de modifier la vitesse de propagation. Une variation graduelle de la vitesse de propagation entraîne une courbure de la trajectoire. Un raisonnement élémentaire indique le sens de la courbure liée à une variation de la vitesse avec l'altitude : soit une onde pane primitivement verticale par exemple se propageant dans une région de l'atmosphère où la vitesse décroît à altitude croissante ; la partie inférieure de l'onde progresse plus vite que la partie supérieure, par suite l'onde s'incline vers le haut, c'est-à-dire que la trajectoire de l'onde présente une courbure vers le haut. Si la vitesse croît avec l'altitude, c'est l'inverse qui se produit, la trajectoire présente une courbure vers le bas.

La vitesse de propagation des ondes aériennes dépend de la température, du vent et de la composition de l'atmosphère. Examinons rapidement le rôle de ces trois éléments.

Dans les couches inférieures de l'atmosphère, ou troposphère, c'est-à-dire jusqu'à 10 ou 11 km dans nos régions, la température moyenne décroît à altitude croissante, et il en est de même de la vitesse de propagation, qui est proportionnelle à la racine carrée de la température absolue. Si donc la distribution des températures suivant la hauteur dans une région est normale, c'est-à-dire est conforme à la moyenne, les rayons sonores ont dans cette région une courbure vers le haut; en particulier, les rayons qui partent d'une origine située à la surface du sol tendent à s'incurver vers le haut. Si, comme il arrive assez fréquemment, la distribution des températures en hauteur dans certaines couches de l'atmosphère est inverse de la distribution moyenne (on dit alors qu'il y a inversion de température) la courbure des rayons sonores, du fait de la variation de la température, est au contraire vers le sol dans ces couches. Au-dessus de la troposphère, dans la stratosphère, les indications obtenues par ballons-sondes montrent que la température moyenne varie peu avec la hauteur jusqu'aux plus grandes hauteurs pour lesquelles on a des renseignements suffisants, 20 à 25 km.

Le vent entraîne les ondes sonores, et la vitesse de propagation de celles-ci peut alors être considérée comme la résultante de leur vitesse propre et de la vitesse du vent. Dans la troposphère, la vitesse moyenne du vent croît avec l'altitude. Si une telle distribution du vent en hauteur, c'est-à-dire la distribution normale, existe dans une région, la vitesse de propagation totale d'une onde aérienne croît avec la hauteur (toutes choses égales d'ailleurs) dans la direction vers laquelle souffle le vent, et les rayons ont, de ce fait,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une courbure vers le sol. Dans la direction opposée au vent, c'est l'inverse, les rayons sont incurvés vers le haut. En particulier, les rayons qui partent d'une origine située à la surface du sol tendent à s'incurver vers le sol dans la direction du vent et vers le bas dans la direction opposée. Naturellement, une distribution du vent en hauteur inverse de la précédente, qui existe parfois, donnerait lieu à des phénomènes inverses. D'ailleurs, la variation de la vitesse du vent avec la hauteur peut présenter des caractères assez variés; par exemple, il arrive que la vitesse du vent reste à peu près constante jusqu'à une certaine hauteur et croît au-dessus très rapidement, ce qui entraîne des courbures accentuées des rayons sonores dans la couche correspondante.

Dans les couches de la stratosphère qui s'étagent au-dessus de la troposphère, la répartition du vent en hauteur se présente tout autrement que celle de la température; la vitesse moyenne du vent y décroît assez rapidement à hauteur croissante, ce qui est une variation inverse de celle qui se produit dans la troposphère [5]. Il résulte de là que, dans la stratosphère, des rayons sonores qui se propagent dans la direction inverse de celle du vent ont en général une courbure vers le bas et tendent ainsi à revenir vers le sol. Il est à remarquer que, du fait de la constance approximative de la température dans la stratosphère, l'action de la température sur la vitesse ne vient pas, en général, y modifier celle du vent, qui s'exerce ainsi de manière plus régulière que dans les couches basses de l'atmosphère. On peut donc penser que cette action du vent dans la stratosphère intervient de manière assez fréquente dans la production de zones de non-réception suivies de zones de réception lointaine dans une direction inverse de celle du vent [6].

Une variation dans la composition de l'atmosphère entraîne aussi une variation de la vitesse de propagation des ondes. Une variation de la composition avec l'altitude paraît résulter de l'application de la loi de Laplace aux différents constituants de l'atmosphère. La rapidité de la raréfaction à altitude croissante dépend de la densité; elle est plus grande pour les gaz lourds comme l'oxygène et l'azote que pour les gaz légers comme l'hydrogène ou l'hélium. Dans la troposphère, l'atmosphère est très agitée, des courants verticaux la brassent continuellement, tendant ainsi à établir une uniformité moyenne de la composition; d'ailleurs à ces hauteurs, la sélection théorique serait très faible. Dans la stratosphère, la constance approximative de la température en hauteur permet de supposer que les courants verticaux sont

(5) Ch. Maurain, *Sur la vitesse du vent dans la haute atmosphère par temps clair* (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, t. CLXIX, p. 79 et 1419, 1919); — *La variation de la vitesse du vent avec l'altitude* (*Société française de Navigation aérienne*, 8 juin 1921; *Revue générale des Sciences*, 15 février 1922, p. 76).

(6) Ch. Maurain, *Influence des vents dans la stratosphère sur la propagation du son* (*Société météorologique de France*, 5 déc. 1922; *Annuaire de la Société*, t. LXVI, p. 28).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

peu importants; on peut donc penser que la loi sélective de raréfaction s'applique alors, et que l'atmosphère contient une proportion de plus en plus forte de gaz légers, hélium et surtout hydrogène, lequel deviendrait prépondérant à partir d'une hauteur de 70 ou 80 km. La vitesse de propagation du son dans un gaz est inversement proportionnelle à la racine carrée de la densité; si donc la proportion des gaz légers dans l'atmosphère augmente avec la hauteur, la vitesse de propagation croît aussi avec la hauteur, et il doit en résulter dans ces couches élevées, une courbure des rayons sonores vers le bas, courbure tendant à ramener vers le sol les rayons qui sont parvenus dans ces régions.

Si on suppose que dans une région de l'atmosphère la vitesse de propagation a la même valeur V en tous les points d'un plan horizontal d'altitude y au-dessus d'un plan origine dans lequel V a la valeur V_0, de la loi de réfraction

$$n \sin i = C^{te} = n_0 \sin i_0,$$

où n représente l'indice dans le plan de réfraction et i l'angle du rayon avec la verticale, on déduit l'expression approximative du rayon de courbure de ce rayon.

$$\frac{1}{\rho} = \frac{\sin i}{V}\frac{dV}{dy} = \frac{\sin i_0}{V_0}\frac{dV}{dy} = \frac{1}{V_1}\frac{dV}{dy}$$

V_1 étant la vitesse dans le plan pour lequel la tangente au rayon est horizontale.

En supposant en particulier que V est une fonction linéaire de l'altitude y, de la forme

$$V = V_0 + Cy,$$

l'expression précédente devient

$$\frac{1}{\rho} = \frac{\sin i_0}{V_0} C = \frac{C}{V_1},$$

c'est-à-dire que le rayon de courbure est constant, chaque rayon a la forme d'une circonférence dont le rayon dépend du coefficient C qui exprime la rapidité de la variation de la vitesse avec l'altitude et, pour une valeur donnée de C, dépend de l'angle de départ i_0.

Pour se rendre compte de l'influence des différentes causes de variation de la vitesse qui ont été indiquées dans ce qui précède, il suffit d'évaluer les coefficients C correspondant à ces diverses causes de variation. C'est ce procédé qui a été employé pour la discussion des résultats obtenus lors des expériences de La Courtine, dont je vais résumer les conclusions.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Dans les trois expériences, on a constaté l'existence d'une zone de réception centrale avec une durée de propagation des ondes correspondant sensiblement à la vitesse normale; cette zone est dyssymétrique, et sa dyssymétrie est en liaison manifeste avec la direction dominante du vent; son extention la plus grande est en gros du côté vers lequel soufflait le vent, et son extension minimum dans la direction inverse. L'interprétation de cette dyssymétrie est dans l'action incurvatrice du vent indiquée plus haut.

D'ailleurs, dans chacune des expériences se sont produites des zones de réception lointaine, séparées de la zone centrale par des zones sans réception sensible, et pour lesquelles la durée de propagation est notablement plus grande que celle qui correspondrait à une vitesse de propagation normale au voisinage du sol. L'interprétation naturelle de ces faits consiste à supposer que des rayons sonores se sont élevés dans l'atmosphère et ont été ensuite rabattus vers le sol. Mais jusqu'à quelle hauteur se sont élevés ces rayons, et quelle a été la cause de leur incurvation vers le sol?

L'incurvation vers le sol pourrait être due à des inversions de température ou à l'action du vent; mais ces deux éléments ont une répartition si variable dans la troposphère qu'il est difficile d'attribuer à leur action dans cette région de l'atmosphère la cause des zones de non-réception et de réception lointaine souvent observées, et en particulier de celles qui se sont produites si nettement dans les expériences de La Courtine. De faibles inversions de température constatées lors de ces expériences ne permettent pas d'expliquer les résultats obtenus. Le fait que, dans les trois expériences, on a constaté l'existence d'une zone de réception lointaine dans les directions qui s'étalent autour de la direction inverse de celle du vent (en particulier dans les deuxième et troisième expériences, lors desquelles la direction générale du vent était mieux définie que lors de la première), porterait à admettre un rôle de la variation du vent dans la stratosphère avec la hauteur, la décroissance de la vitesse du vent à hauteur croissante dans ces régions de l'atmosphère produisant, comme il a été indiqué plus haut, une incurvation des rayons les ramenant vers le sol. Il est possible que cette action du vent dans la stratosphère soit intervenue dans une certaine mesure, c'est même probable, mais l'ensemble des résultats obtenus dans les expériences de La Courtine semble nécessiter l'intervention d'autres actions d'un caractère plus général et plus symétrique.

Ces résultats présentent en effet les caractères remarquables suivants. Dans la première expérience, il y a eu réception lointaine non seulement dans un large secteur occidental, mais aussi dans un large secteur oriental;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la distance à l'origine du bord intérieur des zones de réception lointaine est du même ordre de grandeur dans les trois premières expériences : dans la première : 180 km environ à l'Ouest et au Nord-Ouest et dans le secteur oriental une distance qui est plus variable mais est comprise entre 160 et 200 km; dans la deuxième, à l'Ouest 152 km, au Sud 187; dans la troisième, à l'Ouest 170, au S.-S.-O. 196. Toutes ces distances s'écartent peu d'une moyenne voisine de 180 km. De plus, la vitesse de propagation apparente est à peu près la même dans toutes les expériences pour un point déterminé; par exemple pour Bordeaux, où les observations ont été particulièrement nombreuses et précises (à l'observatoire et au voisinage), les vitesses de propagation apparentes ont été environ 288 m : s à la première et à la deuxième expérience, 286 à la troisième et 296 à la quatrième. Ces caractères assez fixes me paraissent difficilement conciliables avec une explication générale fondée sur le rôle des éléments météorologiques dans les couches basses de l'atmosphère, et ils me semblent suggérer l'interprétation suivante, qui fait intervenir la haute atmosphère.

Il doit exister dans la haute atmosphère des causes générales de variation de la vitesse de propagation avec la hauteur entraînant une courbure des rayons avec retour vers le sol dans toutes les directions et cela dans des conditions moyennes bien déterminées; mais il faut, naturellement, pour que des rayons reviennent de la haute atmosphère au sol avec une intensité suffisante pour être perçue, qu'ils soient d'abord dirigés vers la haute atmosphère avec une forte intensité, et c'est sur ce point qu'interviennent les éléments météorologiques dans les couches basses.

Une variation de composition de l'atmosphère avec enrichissement en gaz légers à hauteur croissante produirait justement dans la haute atmosphère une courbure des rayons vers le bas et dans toutes les directions, comme cela a été indiqué plus haut. Parmi les propriétés de la haute atmosphère, il en est une autre qui entraînerait une action générale du même genre : Lindemann et Dobson ont conclu d'une étude des météores (étoiles filantes) que la température ne reste pas constante dans la stratosphère à toute hauteur, mais qu'elle se relève à partir d'une hauteur d'une cinquantaine de kilomètres, de telle manière qu'elle reprendrait une valeur voisine de celle au voisinage du sol ou même plus élevée (alors que dans les premières couches de la stratosphère la température moyenne est d'environ — 56° dans nos régions). D'après ce qui a été dit plus haut de l'influence d'une variation de la température avec la hauteur, dans les couches de la haute atmosphère où se produirait cette inversion très accentuée de la température, les rayons sonores seraient incurvés de manière à être rabattus vers le sol.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

De la discussion numérique faite d'après les résultats des expériences de La Courtine, il résulte que l'inversion de température dans la haute atmosphère indiquée par Lindemann et Dobson est insuffisante pour produire à elle seule les effets observés dans ces expériences, et il convient d'admettre une variation de la composition de l'atmosphère avec enrichissement en gaz légers, à moins que n'interviennent d'autres causes insoupçonnées de variation de la vitesse de propagation des ondes. Les teneurs en hydrogène auxquelles conduisent les conditions observées pour les zones de réception lointaine (distance et durée de propagation) sont bien cohérentes avec celles qu'on peut déduire de la loi de raréfaction de Laplace.

Quant à la distribution des éléments météorologiques dans les couches basses de l'atmosphère, elle me paraît intervenir de deux manières : 1° en produisant, par rapport à la propagation générale, des perturbations différentes dans les différentes directions; 2° en favorisant ou défavorisant l'accès vers les hautes régions de l'atmosphère d'ondes aériennes susceptibles de revenir au sol après s'être incurvées dans la haute atmosphère par le mécanisme général indiqué ci-dessus; dans certaines directions les ondes dirigées vers le haut à partir de l'origine auraient une intensité insuffisante pour qu'un retour au sol fût constaté; dans d'autres directions, l'intensité serait insuffisante pour qu'un retour au sol fût décelable; ce serait en particulier fréquemment le cas dans la direction inverse de celle du vent, dans laquelle, comme cela a été indiqué plus haut, les rayons sont en général, à partir de l'origine, incurvés vers le haut par l'action du vent.

En somme, il semble qu'il existe dans la haute atmosphère des causes générales et symétriques d'incurvation des rayons sonores, dont la principale serait la variation de composition de l'atmosphère et une moindre un relèvement de la température dans les hautes couches, et que les dyssymétries constatées dans les phénomènes de réception lointaines sont dues à l'influence des éléments météorologiques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE DU 13 NOVEMBRE 1926

Présidence de M. A. MESNAGER, *président.*

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 30 octobre est adopté.

Sont nommés membres de la Société :

M. Charles ARNU, M. Jean BECQ, M. Robert SATET, les ÉTABLISSEMENTS UNGEMACH, qui ont été présentés dans la dernière séance.

M. MESNAGER, *président.* — J'ai le regret de vous annoncer la mort de deux membres de notre Conseil, survenue pendant les vacances :

M. Pierre Larivière, qui, depuis fort longtemps, présidait notre Comité des Constructions et des Beaux-Arts, et M. Henri Petit, qui, depuis 1921, faisait partie du Comité d'Agriculture.

M. Pierre Larivière est mort subitement en juillet dernier.

Le mois précédent il avait présidé la réunion du Comité des Constructions et des Beaux-Arts avec son entrain et sa bonne grâce habituels, apportant une ample moisson de sujets à soumettre aux études de ses collègues. Rien ne faisait prévoir sa fin prochaine.

M. Larivière est entré au Conseil de la Société d'Encouragement en 1899, il y a 27 ans, sur le rapport de M. Huet. Il y remplaçait M. Appert, au sein du Comité des Constructions et des Beaux-Arts.

Je constate, non sans mélancolie, que tous ceux qui faisaient partie alors de ce comité, même Pillet nommé le même jour que lui, ont aujourd'hui disparu :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Roussigneux, architecte, président; Bunel, architecte en chef de la Préfecture de Police; Davanne président du Comité d'Administration de la Société française de Photographie; comte Dufresne de Saint-Léon, Inspecteur général de l'Université; Guillaume, de l'Institut; de Salverte, maître des requêtes honoraire au Conseil d'État; Huet, Inspecteur général des Ponts et Chaussées; Voisin-Bey, Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite; Romilly, ancien président de la Société française de Physique; Froment-Maurice, fabricant d'orfèvrerie; Pector, membre du conseil d'Administration de la Société française de Photographie; Bouguereau, le peintre.

M. Larivière ne tardait pas à prendre une place importante dans ce comité où son zèle et ses avis étaient appréciés à leur haute valeur. Aussi, en 1913 était-il élu vice-président de la Société d'Encouragement, fonction qu'il occupa jusqu'à la fin de 1920, c'est-à-dire pendant la longue et dure période de la guerre, période pendant laquelle les membres du Bureau ont eu à fournir un important effort individuel pour suppléer à l'insuffisance du personnel, mobilisé.

Le Comité des Constructions et des Beaux-Arts, auquel il apportait constamment, grâce à ses lectures, des sujets d'études l'élisait en 1918 président en remplacement de M. Voisin-Bey dont il avait été longtemps le collaborateur assidu et fidèle.

Je ne rappellerai pas tous les rapports qu'il a eu occasion de faire et les sujets qu'il a dû étudier avant d'être président de ce comité; je me contenterai de remarquer qu'ils portaient sur les sujets les plus différents : photographie, perfectionnement des appareils et des procédés de travail, amélioration des habitations, amélioration des procédés de travail des ouvriers. Il était apte à tout étudier et à présenter sur tous les sujets des conclusions claires et précises.

Comme président, on lui doit d'avoir fait à proprement parler vivre le Comité qu'il dirigeait, de l'avoir orienté vers des questions de haut intérêt pour les constructions et l'amélioration de la vie dans les villes. Il avait fait entreprendre l'étude d'appareils destinés à mesurer les trépidations causées aux habitations par la circulation des véhicules. Ces appareils, qu'il a fallu des études patientes et savantes pour mettre au point, permettent de déterminer la nature des trépidations gênantes pour les habitants et de celles qui sont nuisibles à la conservation des édifices. Ils fourniront les éléments pour rechercher les perfectionnements à apporter à la construction de nos habitations afin d'y échapper aussi complètement que possible.

Il était toujours à l'affût des perfectionnements nouveaux et j'abuserais de votre complaisante attention si je voulais énumérer les progrès qu'il a signalés à l'étude de ses collègues et ceux sur lesquels il a appelé leur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

examen pour des récompenses, progrès dans la construction en béton armé, progrès dans la fabrication des ciments, dans l'art du cinéma, de la photographie, etc., etc. Il a été des premiers à s'intéresser à l'évolution de l'art décoratif qui a abouti au si brillant succès de l'année dernière.

L'aménité qu'il apportait dans ses relations lui permettait de solutionner facilement les difficultés et les compétitions qui se produisent infailliblement dans toutes les sociétés; grâce à lui, chacun les oubliait rapidement et ne gardait que le souvenir de ses bons offices.

Sa disparition est une grande perte pour la Société d'Encouragement à l'Industrie nationale pour laquelle il a été jusqu'au dernier jour un si utile et dévoué collaborateur. Puissent les unanimes regrets qu'il y laisse et le faible hommage que nous rendons à ses grandes qualités et à ses éminents services être une atténuation à la douleur de sa famille!

M. Henri Hitier, *secrétaire général*, prononce les paroles suivantes :

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale a toujours tenu à grouper dans ses comités les hommes de science et les hommes de la pratique, l'industriel et l'agriculteur qui utilise dans son usine ou sur la terre les découvertes que le savant a faites à son laboratoire et qui souvent ont pu ainsi être mises au point.

C'est au titre de grand agriculteur ayant pendant une longue carrière dirigé une des plus belles fermes de l'Ile-de-France qu'en 1921 **Henri Petit** avait été appelé à faire parti de notre Conseil au sein du Comité d'Agriculture. Il avait pour cela tous les titres.

Henri-Charles Petit naquit à la ferme de Champagne, commune de Savigny-sur-Orge en Seine-et-Oise, le 26 octobre 1846. Il fit au collège Sainte-Barbe de fortes études mathématiques et fut admis dans un bon rang à l'École centrale, mais il avait trop de sang d'agriculteur dans les veines, il démissionna ne pouvant se résoudre à abandonner la carrière agricole.

De 1865 à 1870 il fut stagiaire à Champagne, sous la conduite de son père Charles Petit.

La ferme de Champagne était cultivée par la famille Petit depuis 1744. Jean Petit, qui la prit à bail à cette date, la céda en 1774 à son neveu et depuis lors les fils succédèrent aux pères. Henri Petit fut le quatrième du nom qui naquit à Champagne; il y vit naître son petit-fils.

Pendant cent ans, les cultivateurs de Champagne furent plus attentifs à leur situation de maîtres de poste (Fromenteau) qu'à leurs cultures. La ferme devait surtout produire la nourriture de la cavalerie et servir à rétablir les chevaux de diligence fatigués.

Charles Petit fut le premier qui consacra toute son activité à la culture des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

terres; il succéda à son père en 1844. Après plusieurs années de travail pendant lesquelles nombreuses furent pour lui les déceptions, il comprit qu'il fallait abandonner les anciens errements. S'inspirant des leçons puisées à Roville auprès de Mathieu de Dombasle et prévoyant les conséquences qui devaient résulter des travaux de Champonnois, il installa dès 1854 l'une des premières distilleries agricoles. Ce fut le succès : augmentation de la sole de betteraves, entretien d'un nombreux bétail, amélioration des terres, accroissement des rendements.

Travaillant près de son père, Henri Petit put s'initier à sa profession dans les meilleures conditions; il allait bientôt montrer combien il avait su profiter des leçons et des exemples qu'il avait reçus.

En mai 1870, âgé de moins de 24 ans, Henri Petit prend la direction de la ferme de Champagne; quelques semaines après éclate la guerre, il part comme garde mobile; pendant cinq mois l'ennemi occupe Champagne. Les débuts d'un jeune fermier sont toujours difficiles, mais ceux de notre confrère l'ont été d'une façon exceptionnelle; les pertes qu'il subit furent, du fait de la guerre, de l'occupation de l'ennemi, considérables. Mais Henri Petit était de ces hommes que l'adversité et les difficultés n'abattent pas et dont elles ne font, au contraire, que tremper le caractère. Il redoubla d'activité et de courage; et comme nulle part plus qu'à Champagne ne peut mieux s'appliquer le vers de notre vieux fabuliste : « C'est le fond qui manque le moins », dès 1871 Henri Petit obtenait sur sa ferme de magnifiques récoltes.

A Champagne, Charles Petit, de 1865 à 1870, avait fait un emploi abondant mais exclusif des guanos comme engrais, il en avait obtenu d'abord des résultats excellents mais on ne tarda pas à constater un fléchissement sensible de la qualité des grains et des racines. Henri Petit, prévoyant que les fumures étaient mal équilibrées, fut des premiers, parmi les praticiens, à utiliser l'acide phosphorique dans les sols; grâce à un emploi copieux des engrais phosphatés les produits de la ferme recouvrèrent bientôt toutes leurs qualités.

En même temps, les rendements s'accroissaient d'une façon notable, grâce aux soins culturaux donnés à la terre, aux méthodes de sélection, sommaires mais rigoureusement suivies du blé et de la betterave. Les blés notamment récoltés à Champagne furent recherchés comme blés de semences; les betteraves donnèrent un poids de plus en plus élevé de sucre à l'hectare.

La petite usine montée par Champonnois devint rapidement insuffisante, Henri Petit l'agrandit, ne négligeant aucun des perfectionnements qui, dans l'outillage, les méthodes de distillation et de fermentation, permettaient de retirer des racines récoltées le maximum d'alcool.

L'obtention de l'alcool ne constituait, au reste, pour Henri Petit qu'une partie des avantages que l'agriculteur doit attendre de la culture des betteraves.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les résidus de la distillerie servaient à l'entretien d'un nombreux bétail. Il y eut durant longtemps à Champagne un troupeau de moutons composé de bêtes achetées maigres, destinées à consommer les pulpes, et revendues, après 4 à 6 mois, à l'état de bêtes grasses.

Il en fut ainsi tout au moins jusqu'en 1878-1879. A cette époque Henri Petit se rendit compte de l'intérêt que présentait le croisement industriel qu'il pratiqua dès lors avec grand profit en utilisant le croisement Southdown Berrichon en vue de la production des agneaux de lait.

Quand, en 1891, à la ferme de Champagne fut attribuée la prime d'honneur pour le département de la Seine-et-Oise, tous les agriculteurs furent unanimes à ratifier la décision du jury et à s'en féliciter. Si chaque exploitation agricole a, pourrait-on-dire, sa caractéristique, vous permettrez à un de ceux qui ont eu la bonne fortune de visiter pendant longtemps, chaque année, les cultures de Champagne et toujours avec un nouvel intérêt et un nouveau profit, de rappeler que ce qui caractérisait avant tout Champagne était le parfait travail donné à la terre, qu'il s'agisse des labours pour ameublir et approfondir le sol, qu'il s'agisse des déchaumages, des binages et des sarclages pour le débarrasser de toute trace de mauvaises herbes, qu'il s'agisse des roulages, des hersages pour préparer les semailles, faire de la terre, à laquelle on va confier par exemple la graine de betterave, une véritable terre de jardin.

Mais aussi, en année ordinaire, Henri Petit retirait à Champagne, par hectare, 30 à 35 hl d'alcool; il récoltait 30 à 35 qu de blé, 30 à 35 qu d'avoine 8.000 à 10.000 kg de luzerne et cela sur des surfaces de 60 à 70 ha de betteraves, 70 à 80 ha de blé, 40 à 45 ha d'avoine.

En 1902 un magistral rapport de M. Heuzé devant l'Académie d'Agriculture mettait en relief les méthodes culturales suivies à Champagne et les titres d'Henri Petit au prix Dailly. Ce prix a toujours été considéré comme un hommage s'adressant à la fois à l'agriculteur émérite que l'Académie entend distinguer et, à travers lui, à toute une lignée d'hommes fidèles à la terre dont celui-ci a continué la tradition.

Qui en était plus digne qu'Henri Petit, le successeur émérite des Jean, Charles, Pierre, Jules, Charles Petit sur la ferme de Champagne, l'allié de ces grandes familles agricoles de l'Ile-de-France qui portent les noms de Pluchet, Tétard, Rémond, Rabourdin, Decauville, etc!

Notre confrère Henri Petit, au début de la guerre, était allé à Champagne remplacer son fils; celui-ci, hélas! était tué quelque temps après, à la tête de la section qu'il commandait. La guerre n'était pas encore terminée que la ferme était transformée par une œuvre américaine en école de rééducation des mutilés, et depuis la fin des hostilités le lotissement, qui s'étend si loin

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans les environs de Paris, a complètement transformé la destination des terres du plateau de Champagne.

Mais les noms de la ferme de Champagne et des Petit qui ont rendu celle-ci célèbre ne périront pas; les exemples que les Petit ont donnés sur cette exploitation ont puissamment contribué à répandre en France et à l'étranger les bonnes méthodes culturales. L'agriculture française leur est redevable d'une large part des progrès qu'elle a faits au cours du siècle dernier et dans les premières années de ce siècle.

Champagne fut cependant loin d'absorber toute l'activité de notre regretté collègue H. Petit. Dès 1883, en effet, il avait acheté la propriété de Gommonvilliers, commune d'Igny, à 15 km de Champagne et 15 km de Paris. Les terres étaient en mauvais état et soumises à l'assolement triennal. Dans une telle situation, à proximité de Paris, c'était une erreur. Les terres furent vite nettoyées, drainées et, en peu d'années, les 80 ha consacrés surtout à la production des légumes et des fruits donnèrent un beaucoup plus gros rapport.

Henri Petit, en dehors de Champagne et de Gommonvilliers, trouvait encore moyen de consacrer une partie de son temps aux associations d'intérêt professionnel et général agricole où ses avis, ses conseils étaient très recherchés.

C'est ainsi qu'Henri Petit était président du Syndicat agricole de Seine-et-Oise en 1892, quand les traités de commerce vinrent à échéance. Il fut de ceux qui luttèrent pour que l'État restât maître de ses tarifs de douanes au moins en ce qui concernait les produits agricoles. Il fallait aussi obtenir des droits de douane compensateurs qui permissent au cultivateur français de maintenir la production de notre sol en face de la concurrence étrangère.

Au Syndicat de la Distillerie agricole, Henri Petit lutta pour que l'alcool allemand entrant en franchise jusqu'en 1892, n'amenât pas la ruine de la distillerie française. Les distillateurs eurent gain de cause et la prospérité étant revenue, la production française augmenta. C'est à créer des débouchés notamment du côté des emplois industriels de l'alcool, qu'Henri Petit s'ingénia pendant qu'il était président du Syndicat de la Distillerie agricole de 1900 à 1903.

Henri Petit était membre de l'Académie d'Agriculture dont il fut un des présidents, vice-président de la Société des Agriculteurs de France, membre du conseil du Musée social, du Conseil de l'Association nationale d'Expansion économique, etc., etc.; il avait été promu, en 1922, officier de la Légion d'honneur.

Toutes ces fonctions auxquelles il avait été appelé par le libre choix de collègues et de confrères, tous ces titres n'avaient nullement altéré la simplicité et l'extrême courtoisie qui distinguaient notre collègue et ceux de nous

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui ont eu le bonheur de le connaître plus intimement aiment à répéter que pour ses amis, qui étaient nombreux, Henri Petit avait un cœur d'or.

Quelle dut être alors la peine des siens, de la noble femme qui fut la compagne fidèle et dévouée de sa vie, de ses enfants et petits-enfants quand soudain, en mai dernier, rentrant dans son appartement de la rue Danton, Henri Petit fut atteint de cécité, et que la fièvre le cloua sur son lit. Ce n'était plus qu'à l'accent de leur voix qu'Henri Petit reconnaissait ceux de ses confrères qui, prévenus de sa maladie allaient prendre de ses nouvelles; il avait conservé une parfaite lucidité d'esprit et continuait à montrer le plus vif intérêt pour tout ce qui regardait l'agriculture et les diverses sociétés dont il faisait partie. Si ses forces physiques étaient diminuées, il semble que ses forces morales grandissaient encore. Il était, au reste, soutenu dans cette rude et dernière épreuve par l'affection des siens et par une foi chrétienne profonde. C'est doucement, en bon ouvrier qui a bien rempli sa tâche, qu'Henri Petit a quitté cette terre le 31 août dernier.

Trop peu d'années, Henri Petit aura été l'un des nôtres, mais il s'était acquis parmi tous ses collègues, l'estime et la sympathie que méritaient son beau caractère et les éminents services que dans sa longue vie il avait toujours rendus à l'agriculture et à son pays.

MM. H. Hitier et Ch. de Fréminville, *secrétaires généraux*, présentent et analysent quelques ouvrages entrés récemment dans la Bibliothèque.

M. Hitier présente les ouvrages suivants :

Manuel pratique de météorologie, par J. Rouch. 3e éd. Paris, Masson et Cie, 120, boulevard Saint-Germain (6e), 1925 (Don de l'auteur) ;

Métallurgies du plomb, du nickel et du cobalt et alliages de ces métaux, par Marcel Fourment et Léon Guillet (Encyclopédie minière et métallurgique). Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1926;

Ligue générale pour l'aménagement et l'utilisation des eaux. — Région du Sud-Est. Aménagement et utilisation des eaux. *Congrès de Grenoble-Lyon* (16-22 juillet 1925). Rapports. Discussions. Vœux. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, Léon Eyrolles, 3, rue Thénard (5e), 1926;

Congrès international du Cuir. Congrès de la Société des chimistes des industries du cuir, Paris, 20-25 septembre 1925, organisé par les Groupements syndicaux français de l'industrie et du commerce des cuirs et peaux et la Société des chimistes des industries du cuir. Paris, Edition de « Le cuir technique » (Don de M. Jossier, membre du Conseil d'administration) ;

La pratique des sanatoriums. Conditions hygiéniques et techniques de construction, d'organisation et de fonctionnement. Direction médicale et administrative. Réglementation des cures. Soins spéciaux. Résultats, d'après

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les vingt premières années d'exercice des Sanatoriums de Bligny, par L. GUINARD. Lyon, Société anonyme de l'Imprimerie A. Rey, 4, rue Gentil, 1925 (Don de l'auteur);

MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE ET DES BEAUX-ARTS. — *Dictionnaire archéologique de la Gaule, Epoque celtique*, continué après la lettre L par les soins de M. Emile CARTAILHAC. Tome 2, 6e fascicule. Paris, Imprimerie nationale, 1923;

Le sel. Ses usages agricoles, par E. MARRE (Bibliothèque Vermorel, n° 138. Les petits manuels des Syndicats agricoles). Paris, Librairie agricole, 26, rue Jacob (6e); Villefranche (Rhône), Librairie du Progrès agricole et viticole;

La Guinée française. Numéro spécial, hors série, de la Vie technique, industrielle, agricole et coloniale. Paris, 14, rue Séguier (6e);

L'Afrique occidentale française. Numéro spécial, hors série, de la Vie technique, industrielle, agricole et coloniale.

M. DE FRÉMINVILLE présente les ouvrages suivants :

The first six books of the elements of Euclid in which coloured diagrams and symbols are used instead of letters for the greater ease of learners, by OLIVER BYRNE. London, William Pickering, 1847 (Don de M. L. A. Legros, membre correspondant);

The development of road locomotion in recent years, by L. A. LEGROS (Excerpt Minutes of Proceedings of the meeting of the Institution of Mechanical Engineers, 18 november 1910), London, Storey's Gate, St. James's Park, Westminster, S. W. (Don de l'auteur, membre correspondant);

Les groupes coordonnés d'équations physiques. Applications à quelques lois de l'électricité et du magnétisme, par L. GENILLON. Paris, Les Presses universitaires de France, 49, boulevard Saint-Michel (5e), 1926 (Don de l'auteur);

Terminologie horlogère établie avec la collaboration des ÉCOLES D'HORLOGERIE SUISSES ET FRANÇAISES. Genève, Edité par l'Annuaire du commerce suisse, Chapalay et Mottier S. A. (Don de M. Arcay, membre de la Société);

Thermodynamique et chimie, d'après la 2e éd. de l'ouvrage de Pierre DUHEM, par A. BOUTARIC. Paris, J. Hermann, 6, rue de la Sorbonne (5e), 1926;

Théorie et pratique du moteur à deux temps, par Marc CHAUVIERRE. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1926;

La transformation de l'énergie électrique. I : Transformateurs, par René CARTON et Pierre DUMARTIN (Collection Armand Colin, Section, de mécanique et d'électricité industrielles, n° 78). Paris, Librairie Armand Colin, 103, boulevard Saint-Michel (5e), 1926;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les moteurs à combustion, par Edmond MARCOTTE (Collection Armand Colin, Section de mécanique et d'électricité industrielles, n° 77). Paris, Librairie Armand Colin;

Aide-mémoire-formulaire de la T. S. F. théorique et pratique. Radiotélégraphie. Radiotéléphonie Radiotélémécanique. Radiotélévision, par E. PACORET. Paris, Albert Blanchard, 3, place de la Sorbonne, 1926;

Œuvres de Fermat publiées par les soins de MM. Paul TANNERY et Charles HENRY, sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. Supplément aux tomes I-IV : Documents inédits publiés avec notices sur les nouveaux manuscrits par M. C. de Waard. Paris, Gauthier-Villars et C^ie^, 55, quai des Grands-Augustins, 1922;

A new automatic screw-cutting lathe, by F. TWYMAN and J. H. DOWELL (Reprinted from the Proceedings of the Optical Convention 1926, part I), Aberdeen, The University Press;

A new measuring micrometer, by J. H. DOWELL (Reprinted from the Proceedings of the Optical Convention 1926, part II). Aberdeen, The University Press.

M. MESNAGER, *président.* — M. Pierre van Deuren, colonel du Génie de réserve, commandeur de l'ordre de la Couronne de Belgique, officier de l'ordre de la Légion d'honneur et de nombreux ordres étrangers, est une des personnalités les plus marquantes de l'Armée belge.

Après de brillantes études à l'École militaire de Belgique, section du génie, il fut autorisé par le gouvernement belge à faire des études complémentaires à la Sorbonne, à Paris, où il fut reçu docteur ès sciences de notre université, en 1904, à l'âge de 26 ans.

Il fut alors nommé professeur à l'École militaire de Belgique, où il enseigna pendant de nombreuses années, notamment le cours de probabilités, qu'il traita d'une façon absolument nouvelle.

Actuellement, il exerce à l'École militaire les fonctions d'examinateur permanent pour les sciences mathématiques, y recueillant ainsi la succession du général Leman, le défenseur de Liége.

Au cours de sa carrière scientifique, le colonel van Deuren s'est attaqué aux problèmes les plus divers, leur donnant des solutions originales, toujours remarquables par leur simplicité.

Lors de la guerre, il quitta le domaine de la science pure pour entrer immédiatement dans l'action.

Dès le début de 1915, il fut nommé à l'État-Major général, directeur de la Téléphonie, de la Télégraphie et de la Signalisation militaires. Ce service prit une extension considérable; il le mit complètement sur pied.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ces fonctions d'organisateur ne suffisaient pas à son activité : il créa, de toutes pièces, un mortier de tranchée qui, correspondant admirablement aux nécessités de la guerre de tranchées, rendit les plus grands services sur le front belge, notamment sur l'Yser.

En 1918, le colonel van Deuren organisa un procédé de défense contre les sous-marins qui fut adopté par les marines française et américaine.

Après la guerre, l'activité du colonel van Deuren se tourna vers le domaine industriel et financier. Il s'attacha à développer l'industrie du ciment Portland pour suivre l'extension du béton armé; il s'intéressa particulièrement à l'introduction en Belgique des super-ciments dont tout le monde apprécie aujourd'hui les merveilleuses qualités.

Dans le domaine financier, il contribue d'une manière décisive à la constitution du vaste consortium des Cimenteries et Briqueteries réunies, à Anvers, au capital de 100 millions de francs, fabriquant 40 p. 100 du ciment Portland artificiel de la Belgique.

Il s'est attaché à la solution du problème de la route, développant en Belgique la route en béton à haute résistance dit « soliditit ». Il a pris également une part de premier ordre à la diffusion de ce mode de revêtement en France.

Ce procédé, après avoir fait ses preuves depuis 15 ans à Milan, s'est répandu, en France, à Lyon et sur les routes nationales des environs de cette ville, sur une trentaine de kilomètres, aux abords de Paris sur la route de Paris à Fontainebleau par Corbeil. Enfin le soliditit a fait son entrée à Paris il y a plus de deux ans sur le cours Albert-Ier et s'étend aujourd'hui sur l'avenue Hoche, le quai d'Orsay, le Cours-la-Reine, les rues de Liége, Ernest-Renan, de Flandre, Saint-Ambroise, Darboy, Larrey, Descartes, Thoin, Poncelet, etc.

Cette année, l'inlassable activité du colonel van Deuren a mis au jour une solution d'un problème touchant au premier chef l'avenir de l'Afrique équatoriale, je veux parler de l'ouverture à la navigation des rapides du fleuve Congo et de l'utilisation de la colossale énergie que représente la chute de ses eaux. Ce problème intéresse à la fois la Belgique et la France, puisque ces deux pays possèdent des terres riveraines de ce fleuve.

Je donne la parole au colonel van Deuren pour sa conférence sur l'aménagement du fleuve Congo.

M. P. VAN DEUREN, colonel du Génie de réserve de l'Armée belge, fait une communication sur un *projet d'aménagement du fleuve Congo* dont il est l'auteur.

Le bassin du Congo forme un réseau fluvial navigable sur près de 20.000 km. Malheureusement le bas Congo, sur 400 km, entre le Stanley-Pool et le commencement de son estuaire, à Matadi, n'est pas navigable : il présente des cataractes,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des rapides, des rochers à fleur d'eau; dans cette région, il coule le plus souvent entre des rives rocheuses presque à pic, s'élevant quelquefois à 300 et 500 m de hauteur. Son niveau s'y abaisse de 280 m. Tout le trafic fluvial du Congo belge, immense colonie de l'étendue du quart de l'Europe, devrait naturellement aboutir à ce couloir qui est « embouteillé ». Pour le « déboucher », M. van Deuren propose de barrer le fleuve — il y a, en moyenne 1 km de largeur — en sept points, de créer ainsi sept biefs de très grande profondeur, réunis par des écluses rachetant des différences de niveau de 40 m environ, et d'utiliser la force motrice de l'eau dans des usines hydro-électriques, placées au pied des barrages. Il montre d'abord l'intérêt du problème et de la solution grandiose qu'il en propose.

Actuellement, on reconstruit bien la voie ferrée de Kinchassa, sur le Stanley-Pool, à Matadi, qui sert de débouché à tout le trafic qui aboutit au Stanley-Pool, mais c'est au prix de grandes difficultés techniques qui ne seront vaincues que dans quelques années et cela pour aboutir à un port comme Matadi qui, adossé à une falaise et tout proche de la frontière portugaise, ne se prête à aucun agrandissement; d'ailleurs, cette voie de chemin de fer, une fois améliorée, ne transportera au plus que 1 million de tonnes dans chaque sens : c'est insignifiant eu égard au développement économique possible de la colonie qui, tant au point de vue agricole que minier, paraît illimité.

La ligne de Kinchassa à Matadi est la seule voie ferrée de sortie qui soit belge. Actuellement, les riches minerais du Katanga (or, cuivre, diamant, charbon, riches minerais radifères) sont exportés par les voies ferrées anglaises qui aboutissent à Beira ou au Cap. Sur ces deux voies, les produits du Katanga représentent 60 p. 100 du trafic. Les autres voies ferrées reliant le bassin du Congo à la côte, lignes aboutissant à Port-Soudan, Mombassa, Dar-es-Salam, appartiennent aussi à des étrangers. Il y a donc intérêt à trouver une solution qui soit nationale.

En rendant navigable le bas Congo, on peut reporter toute l'activité commerciale, maritime et fluviale, en un point voisin de Boma, sur la rive droite, où la création d'un grand port mondial est facilement réalisable. Enfin, l'énergie à capter représente 100 millions de chevaux, soit celle de tout le charbon brûlé dans le monde chaque année!

La réalisation du projet de M. van Deuren ne rencontrerait aucune difficulté technique vraiment insurmontable. La construction des barrages à sec, par détournement des eaux étant impossible (le débit varie de 30.000 m^3 : s à 70.000 m^3 : s), il conçoit leur construction de la façon suivante qui est à peu près celle qui a été adoptée sur le Nil à Assouan, avec cette différence qu'au Congo le travail sera plus facile et plus sûr grâce à l'existence de rives et de fonds rocheux.

On construira dans le fleuve, au moyen de caissons à air comprimé, des piles de maçonnerie sur lesquelles on jettera un immense pont de maçonnerie, tout entier au-dessus du niveau d'étiage; il constituera le mur de barrage. Dans ce mur, on disposera des vannes capables d'assurer le débit du fleuve à toute époque, compte tenu des pressions en amont. Le barrage terminé, on obturera les espaces laissés libres entre les piles au moyen d'enrochements bétonnés. On pourra ainsi évacuer 120.000 m^3 : s, ce qui donne une très large marge de sécurité. On a construit de cette façon, aux États-Unis, sur le Tennessee, un barrage de cette sorte, dont l'exécution était au moins aussi difficile, pour capter 600.000 ch.

Une différence de niveau de 40 m entre deux biefs est en général rachetée par un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chapelet d'écluses. Ici, comme rien ne limite le volume d'eau éclusé, on pourra utiliser des sas de 25 m, avec des bateaux-portes de même hauteur, comme au barrage d'Assouan.

La réalisation financière paraît seule présenter une difficulté vraiment sérieuse; il faut déjà compter dépenser 700 millions de francs-or, en supposant seulement 357.000 ch captés. Mais il s'agit là d'une œuvre de très longue haleine dont la réalisation demandera de nombreuses années. Heureusement, le projet se prête à une réalisation partielle et progressive, M. van Deuren montre qu'une fois construit le barrage le plus bas, l'affaire « payera »; il sera alors possible de poursuivre la réalisation sans faire appel à des capitaux nouveaux; mais cela n'est possible que si, dès maintenant, on voit grand. E. L.

M. MESNAGER, *président*. — Je remercie et félicite en votre nom à tous le colonel van Deuren de sa brillante conférence dans laquelle il a su si bien, avec sa parole chaude et colorée, mettre en évidence les conditions du problème et la possibilité de la solution. Nous ne pouvons que souhaiter de voir bientôt commencer l'application de ses idées qui contribueront à l'accroissement du patrimoine de l'humanité.

La séance est levée à 18 h. 45 m.

SÉANCE PUBLIQUE DU 27 NOVEMBRE 1926

Présidence de M. MESNAGER, *président*.

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 13 novembre est adopté.

Est présenté pour devenir membre de la Société :

M. RIMAILHO (Emile) (C. ✠, ✠), lieutenant-colonel d'artillerie en retraite, 83, avenue du Bois-de-Boulogne, Paris (16e), présenté par M. Ch. de Fréminville (1927).

M. MESNAGER, *président*. — Dans la séance qu'il vient de tenir en comité secret, notre Conseil d'Administration a nommé membre de ce conseil, M. Pierre JURIEN DE LA GRAVIÈRE, en remplacement de M. Lucien BORDET, décédé, qui était président de la Commission des Fonds. Cette nomination devra être ratifiée par l'assemblée générale, conformément aux statuts.

Dans sa dernière séance, le Comité des Constructions et des Beaux-Arts m'a nommé président de ce comité en remplacement de M. LARIVIÈRE, décédé.

Dans sa dernière séance, la Commission des Fonds a nommé pour la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

présider M. LAFOSSE, membre de cette commission depuis 1903, et qui, très fréquemment, a été rapporteur de cette commission pour l'examen des comptes de la Société.

M. P. LEBEAU, professeur à la Faculté de Pharmacie de Paris, fait une communication sur un *nouveau procédé de préparation du fluor*.

Pendant plus de dix ans, l'appareil simple imaginé par Moissan, en 1886, pour isoler le fluor, lui servit à préparer ce gaz dont il poursuivit l'étude; il n'y apporta que quelques améliorations de détail. En 1899, il reconnut que l'acide fluorhydrique anhydre n'attaque pas le cuivre à la température ordinaire; ce métal remplace donc le platine dans la confection du tube en U de son appareil, mais les électrodes restent en platine car le cuivre se recouvre, dès le passage du courant, d'une couche isolante de fluorure de cuivre qui finit par interrompre complètement l'électrolyse.

L'appareil de Moissan, ainsi modifié, pouvait débiter 1 à 2 litres de fluor à l'heure.

L'étude de la préparation du fluor fut reprise après la mort de Moissan par différents expérimentateurs; les premiers ne firent guère que modifier le dispositif de Moissan; ils ne changèrent rien aux électrodes qui restèrent en platine, ni à l'électrolyte qui resta l'acide fluorhydrique anhydre additionné de fluorure acide de potassium. Les premiers appareils sont ceux :

de C. Poulenc et Meslans (1900) à diaphragme, celui-ci constitué par le fluorure de cuivre formé au début de l'électrolyse;

de Gino Gallo (1910), petit appareil très simple, utilisable surtout dans les cours, et dans lequel on emploie un creuset de platine comme cathode;

d'Otto Ruff, qui est en somme un appareil de Poulenc et Meslans dans lequel on a isolé l'anode du diaphragme et utilisé un mastic composé de fluorine et de cérésine.

Dans les appareils suivants, vu les hauts prix du platine et son usure rapide dans les appareils précédents, on a eu recours à au moins une anode en graphite. Tels sont les appareils :

des Américains Argo, Mathews, Humiston et Anderson (1919), véritable four électrique, chauffé à une température qui s'élève de 227° à 800° à mesure que passant de HF. KF, sel acide, à KF, sel ordinaire, HF est électrolysé, et dont l'anode est en graphite Acheson, beaucoup moins altérable que les graphites qui avaient été employés auparavant;

de Meyer et Sandow (1920) à diaphragme; l'électrolyte est contenu dans un creuset de graphite Acheson qui sert de cathode; l'anode est aussi en graphite Acheson; l'électrolyte est KF, HF;

de Joseph Simons (1924), inspiré des appareils précédents, mais à régénération du bain qui, s'épuisant en acide fluorhydrique HF, tend vers le fluorure de potassium KF, beaucoup moins fusible que le fluorure de potassium acide KF. HF.

L'auteur a été amené à établir, en collaboration de M. Damiens, le procédé de préparation qu'il décrit ensuite, par ses recherches sur la préparation électrolytique du glucinium (1899). En employant comme électrodes le graphite artificiel de la société Le Carbone, il a constaté qu'en électrolysant du fluorure double de glucinium et de potassium à 250-300°, il n'y avait pas formation de fluor à l'anode

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mais formation d'un composé gazeux nouveau, le tétrafluorure de carbone CF^4, bouillant à — 130°, composé extraordinairement stable même aux températures élevées et dont l'étude le conduisit au procédé et à l'appareil qui sont actuellement employés au laboratoire pour la préparation du fluor. Ce procédé et cet appareil sont caractérisés par :

l'absence complète de platine et de carbone ou de graphite ;

la non-formation de CF^4, corps qui se formait certainement en quantités plus ou moins grandes dans tous les appereils utilisant le graphite ;

l'utilisation, comme électrolyte, d'un composé nouveau, très stable et facile à préparer, KF. 3HF ; ce corps fond à 56° ; il est très peu dissociable à la température ordinaire ; un de ses trois HF peut être électrolysé sans que la température du composé final KF. 2HF dépasse 100° ;

l'emploi d'un creuset de nickel non attaqué par le sel fondu, entre 56° et 100°, employé comme cathode ;

l'emploi d'une tige de nickel comme anode.

Le rendement de cet appareil est très supérieur à celui de tous les électrolyseurs antérieurs : il est de 96,50 p. 100 du rendement théorique à 56° et de 85,47 p. 100 à 110°. Il suffit de 15 à 20 V pour obtenir une électrolyse très régulière.

La préparation du fluor dans le laboratoire est donc devenue une opération facile et peu coûteuse ; elle a été pratiquée pendant une année sans difficulté. Les inventeurs du procédé mettaient au point un appareil industriel à grand débit et à alimentation continue du bain en électrolyte, qu'ils se proposaient de présenter le jour même au public pour la première fois à la Société d'Encouragement lorsque, la veille, une explosion s'est produite dans cet appareil sans que la cause de cette explosion ait pu être établie. M. Damiens a été blessé à la face par des projections de fluorure acide de potasssium.

Le fluor paraît devoir servir en chimie organique à effectuer certaines oxydations à basse température, et à préparer des composés fluorés. Jusqu'à présent ses emplois industriels paraissent limités à la préparation facile et rapide de l'ozone et de l'eau oxygénée, l'oxygène et l'eau étant oxydés très facilement à froid par ce gaz.

E. L.

M. MESNAGER, *président*. — Je remercie M. LEBEAU de son intéressante communication et je le félicite, ainsi que son infortuné collaborateur, M. DAMIENS, de son ingéniosité et des résultats remarquables auxquels tous deux sont parvenus. Nous regrettons vivement le triste accident qui a privé notre réunion de ce soir de la présence de M. DAMIENS, mais nous avons été heureux d'apprendre que sa vue n'est plus en danger et nous lui souhaitons un prompt et complet rétablissement.

La séance est levée à 18 h. 15 m.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 9 NOVEMBRE 1926

Combustibles à employer sur les camions à gazogène

par

M. PAUL DUMANOIS,
membre du Conseil.

M. A. GREBEL a bien voulu nous communiquer une correspondance qu'il a reçue de France et de l'étranger, à la suite de la conférence qu'il a faite en séance publique de notre Conseil, le 12 juin 1926 [1], sur les *Moyens d'économiser l'essence d'importation*.

Parmi tous ces documents, l'un d'eux émanant de M. BURELLE, ingénieur, directeur d'industrie de transports à Lyon, et d'ailleurs membre de notre Société, présente un intérêt tout particulier par les enseignements qu'il comporte. Cet ingénieur, en effet, utilisateur de moyens de transports, a essayé sur ses camions, dans le but industriel d'améliorer son prix de revient, divers carburants : (tétraline, alcool) et divers combustibles à gazogènes (charbon de bois, agglomérés de charbon de bois et bois).

Bien qu'il trouve le gaz pauvre un peu mou, il se déclare satisfait du bois dont il consomme 100 à 110 kg au lieu de 40 à 42 litres d'essence pour le même service.

Des expériences qu'il a faites, il résulte que le bois qui lui a donné les meilleurs résultats dans les gazogènes Berliet, était du chêne sans écorce avec peu d'aubier, séché à l'air, à moins de 20 p. 100 d'humidité et débité en petits parallélépipèdes de 12 cm³ (2 cm × 2 cm × 3 cm). Ce bois lui revient à 25 fr les 100 kg. Le bois séché à l'étuve a l'inconvénient de déposer des goudrons dans les parties du gazogène limitées à la zone de réaction.

M. BURELLE partage l'opinion du conférencier sur l'utilisation irrationnelle du gaz pauvre dans des moteurs usuels à essence, sous prétexte de permettre le passage instantané de la marche au gaz pauvre à la marche de l'essence ; il préconise l'emploi de moteurs spécialement étudiés pour le gaz pauvre, suralésés, surcomprimés et susceptibles d'être décomprimés pour les départs et les reprises à l'essence. Cette opinion est particulièrement intéressante en ce sens, qu'elle émane d'un utilisateur.

Le grand reproche qu'on a adressé, en effet, aux camions à gazogène, est la perte de puissance par rapport à l'essence. Il est certain que, malgré l'augmentation

(1) Voir le *Bulletin* de juin 1926, p. 447. Dans cette étude, il s'est glissé trois fautes typographiques qu'il convient de corriger comme suit :
page 469, 10e ligne, au lieu de « complexité », lire : « complexion » ;
page 473, 6e ligne, au lieu de « 50 kg », lire : « 50 p. 100 ;
page 475, 15e ligne, au lieu de « réchapissent », lire : rechapent ».

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de compression que permet le gaz pauvre, on ne peut obtenir avec un moteur donné, la même puissance qu'avec l'essence et qu'il faut une cylindrée plus grande. Il semble d'ailleurs qu'avec un moteur établi spécialement pour le gaz pauvre, même à compression élevée, il soit plus facile, soit en limitant le remplissage, soit en remédiant au phénomène de détonation, de réaliser une marche acceptable à l'essence, que de réaliser avec le gaz pauvre une marche avec puissance suffisante en utilisant un moteur fait pour l'essence· En un mot, il ne faut pas sacrifier l'emploi normal au cas accidentel.

On trouvera d'ailleurs dans *Chaleur et Industrie* de novembre le texte *in extenso* de la lettre de M. BURELLE, accompagnée de commentaires, dont la forme légèrement humoristique ne gâte pas le fond sérieux.

M. GREBEL montre notamment que, avec un tonnage de bois gazéifié directement, on peut produire trois fois plus d'énergie mécanique que si on commence à le transformer en charbon de bois.

En résumé, et c'est la conclusion qui semble résulter de l'échange d'idées fait à propos de la conférence de M. GREBEL en ce qui concerne l'emploi de gazogène sur les camions, la parole est maintenant aux utilisateurs. En dépit de toutes les doctrines théoriques, de toutes les considérations *a priori* que l'on peut échanger autour d'une table, ce sont eux qui départageront les partisans respectifs du bois, du charbon de bois et des agglomérés de charbon de bois.

COMITÉ DE COMMERCE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 4 NOVEMBRE 1926

Compte rendu du VIIIe Congrès de la Natalité (Paris, 23-26 septembre 1926)

par

M. GEORGES RISLER,
vice-président de la Société.

Le VIIIe Congrès de la Natalité a eu lieu cette année à Paris, à la demande de la Chambre de Commerce de cette ville.

Il a été ouvert par un magistral discours de son président, M. Auguste Isaac, grand apôtre de la natalité dans notre pays, qui a fait ressortir la situation très grave de la France avec son excédent annuel de 70.000 naissances en face de 300.000 en Angleterre, 500.000 en Allemagne, et plus de 800.000 en Italie.

Il y a cependant chez nous un léger progrès tandis qu'il y a recul relatif en Angleterre et en Allemagne.

Dans quelle mesure les 3 millions d'étrangers installés en France ont-ils contribué à augmenter la natalité? Ce serait à examiner.

Les considérations morales très élevées évoquées par notre éminent Président ont vivement touché et ému l'assistance ; elles ont été suivies d'un résumé de ce qui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avait été fait pendant le cours de l'année 1925 et l'indication de ce qu'il serait utile d'entreprendre maintenant.

M. le Directeur de l'Hygiène, représentant le Ministre du Travail, lui a répondu quelques mots aimables en nous assurant du vif intérêt que le Ministre portait à cette question qu'il considère comme primordiale pour l'avenir de la France.

Immédiatement après, les Sections se sont réunies pour commencer leurs travaux.

Elles étaient présidées :
Pour la législation, par M. Auguste Isaac;
Pour l'hygiène et l'habitation, par M. Georges Risler;
Pour l'économie et l'action professionnelle, par M. Charles-Georges Picot;
Pour la morale et l'enseignement, par M. Duval-Arnould;
Et pour la documentation, par M. Lefèvre-Dibon.

Des questions du plus haut intérêt ont été traitées dans ces différentes sections, telles que : *L'État héritier*, par M. Joseph Barthélemy;
La famille et les assurances sociales, par M. G. Pernod;
La réforme du code civil en matière de séduction, par M. A. Lacan;
Les primes départementales et communales à la natalité, par M. Vieuille;
La question du « Foyer français », par M. Olchansky.

A la Section de l'Hygiène et de l'Habitation, *la lutte contre la mortalité du premier âge* a été largement envisagée dans un rapport très complet, malheureusement rempli de constatations profondément attristantes, par M. le Dr Jean Ferrand; il a donné lieu à une longue et très intéressante discussion.

L'habitation familiale autour des grandes villes, par M. Louis Wattine, et *l'œuvre des offices publics d'habitations à bon marché en 1925*, par M. Georges Risler, ont aussi retenu l'attention des membres de cette Section.

Il en a été de même pour le rapport sur *la mortalité française et ses rapports avec l'âge moyen de la population*, par M. Théodore, qui a montré que la France devenait peu à peu une nation de vieillards, ne pouvant avoir par conséquent, qu'une mortalité très élevée.

M. Pottier a parlé sur *les habitations à loyer modéré et les classes laborieuses*. Il n'a pas dissimulé les graves erreurs commises par la Ville de Paris à l'occasion des constructions d'un prix si élevé qu'elle a fait édifier. Comment serait-on surpris qu'avec une gestion semblable les impôts municipaux soient pour les contribuables parisiens le *double* en 1926 de ce qu'ils étaient en 1925?

M. Lefas a entretenu la Section de l'Économie et de l'Action professionnelle de *la répercussion des impôts directs et des taxes de consommation sur la famille nombreuse*.

Le délégué de la Caisse de Compensation des allocations pour charges familiales de la Région parisienne a donné des détails très intéressants sur les résultats des opérations de cette institution dans notre département, et M. Bonvoisin y a ajouté des considérations sur l'obligation ou la liberté pour ces diverses entreprises. Il va sans dire que le Congrès s'est énergiquement prononcé pour la liberté.

M. le Dr Lécuyer a réclamé un enseignement de la démographie à l'école, ce qui serait certainement utile, car lorsqu'on questionne des enfants sur la population de quelques pays de l'Europe, on obtient des réponses vraiment extraordinaires.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Sur leur propre pays, les évaluations de ces jeunes élèves varient entre 2 millions et 100 millions.

Des conférences ont été faites :

par M. GEORGES RISLER, vice-président du Conseil supérieur de la Natalité, sur *la crise du logement et la famille nombreuse* ;

par M. FRANÇOIS-MARSAL, sur *les conditions morales de la vie familiale et le relèvement de la natalité* ;

et par M. l'ABBÉ VIOLLET, sur *l'éducation de la jeunesse en vue de la famille.*

Le banquet traditionnel a réuni nombre de congressistes, dans une réunion qu'on peut qualifier de familiale.

La séance solennelle a eu lieu dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne, où un très beau discours a été prononcé par M. Isaac, un autre par le Directeur de l'Hygiène au Ministère, suivis de quelques mots de notre ami, M. Ambroise Rendu, doyen du Conseil municipal, et l'on s'est séparé en se disant : A l'année prochaine!

Ces réunions sont certainement utiles et procurent un réel réconfort aux natalistes et aux pères de ces vaillantes familles qui constituent la force essentielle de la France.

Elles ont été pour beaucoup dans le renversement qui s'est produit et qui a fait succéder à une ère de déficit dans la natalité, une période d'excédent, malheureusement encore trop peu importante, mais qui, si l'action excellente qui a été entreprise est vigoureusement menée, deviendra de plus en plus considérable.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN NOVEMBRE 1926

MAGER (HENRI). — **Les sourciers et leurs procédés.** La science des eaux et l'art de faire sourcer les eaux souterraines. 3e édition. Œuvre nouvelle. In-8 (21 × 13) de XX + 352 p., 130 fig. Paris, Dunod, 1926. **17187**

GABEAUD (M.). — **Introduction mathématique aux sciences techniques de l'ingénieur.** 3e édition. (*Encyclopédie industrielle et commerciale*). In-8 (25 × 16) de 438 p., 191 fig. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, L. Eyrolles, 1926. **17188**

VOOG (PAUL). — **Contribution à l'étude du graissage.** Onctuosité. Influences moléculaires. In-8 (25 × 16) de 277 p., 23 fig. Paris, Librairie Delagrave, 1926. **17189**

Agendas Dunod 1927. In-18 (15 × 10) :

Assurances, par PIERRE VÉRON et FÉLIX POURCHEIROUX. 4e édition, de LII + 456 p. **17190**

Automobile, par GABRIEL LIENHARD. 15e édition, de XX + 432 + 80 p., 321 fig. **17191**

Banque, par HENRI DUFAYEL. 8e édition, de LXXV + 212 p. **17192**

Bâtiment, par E AUCAMUS, révisé par PH. ROUSSEAU. 46e édition, de XXXVIII + 436 + 112 p., 93 fig. **17193**

Chemins de fer, par L. VIOLET. 46e édition, de XXXIV + 348 p. **17194**

Chimie, par ÉMILE JAVET. 46e édition, de XLIV + 427 + 116 p. **17195**

Commerce, par G. LE MERCIER. 13e édition, de LXXIX + 456 p. **17196**

Construction mécanique, par J. IZART. 46e édition, de XVI + 327 + 84 p., 143 fig. **17197**

Électricité, par J.-A. MONTPELLIER, révisé par L.-D. FOURCAULT. 46e édition, de XXXIV + 424 p., 128 fig. **17198**

Métallurgie, par LOUIS DESCROIX, revu par S. BRULL. 43e édition, de XX + 324 + 88 p., 41 fig. **17199**

Mines, par J. ROUX-BRAHIC. 46e édition, de XX + 458 + 96 p., 105 fig. **17200**

Physique industrielle, par J. IZART. 7e édition, de XX + 352 + 76 p., 103 fig. **17201**

Travaux publics, par E. AUCAMUS, révisé par PH. ROUSSEAU. 46e édition, de XXIV + 416 + 108 p., 96 fig. Paris, Dunod. **17202**

SYNDICAT DES PRODUCTEURS ET DISTRIBUTEURS DE GAZ ET D'ÉLECTRICITÉ DU SUD-EST. — **L'électricité dans ses applications en dehors des heures de pointe.** Compte rendu des réunions tenues les 10, 11, et 12 mars 1926 à l'occasion de la Foire de Lyon, sous les auspices du Syndicat des Producteurs et Distributeurs de gaz et d'électricité du Sud-Est et de la Compagnie du gaz de Lyon. In-8 (27 × 21) de 192 p., fig. Lyon, 49, rue de la Bourse, 1926 (*Don du Syndicat des Producteurs et Distributeurs de gaz et d'électricité du Sud-Est*). **17203**

BIETTE (L.). — **Les revêtements des voies publiques de Paris.** Conférence faite aux Ingénieurs des Travaux publics de la Ville de Paris, le 12 décembre 1925. (*Encyclopédie industrielle et commerciale*). In-8 (25 × 16) de 115 p., 29 fig. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, L. Eyrolles, 1926. **17204**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BLANC (A. E. M.). — **Le chef mécanicien-électricien.** Encyclopédie rationnelle et appliquée à l'usage des techniciens et praticiens de l'industrie, de la marine et des chemins de fer. Tome III : **Mécanique générale** (Mécanique rationnelle, résistances mécaniques, constructions industrielles). In-12 (19 × 12) de 664 p., fig. 381-800. Paris, Desforges, Girardot et Cie, 1926. **17205**

BARATTE (J.). — **Manuel de biscuiterie.** (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de 236 p., 114 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1926. **17206**

BEAU (MAURICE) et BOURGAIN (Ch.). — **L'industrie fromagère.** (*Encyclopédie agricole* publiée sous la direction de M. G. WERY). In-12 (19 × 12). I : **La science fromagère**, de 218 p., 13 fig.; II : **La pratique fromagère**, de 216 p., 68 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1926-1927. **17207-8**

***

CHAPPELLET (J.). — **Méthode de rectification du tracé des courbes de chemins de fer par correction des flèches.** (*Encyclopédie industrielle et commerciale*). In-8 (24 × 16) de 83 p., 46 fig. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, L. Eyrolles, 1926. **Pièce 13140**

CONFÉDÉRATION NATIONALE DES ASSOCIATIONS AGRICOLES. — **Les revendications des agriculteurs (novembre 1926).** In-8 (24 × 16) de 16 p. Paris, 39, rue d'Amsterdam (8e). **Pièce 13141**

VASSIVIÈRE (JOSEPH). — **La journée anglaise et ses bienfaits.** (*Fédération des industriels et commerçants français*). In-8 (21 × 13) de 55 p. Paris, Librairie Félix Alcan. **Pièce 13142**

L'Afrique occidentale française en 1924. Production, commerce, trafic maritime. Numéro spécial du *Bulletin mensuel de l'Agence économique de l'Afrique occidentale française.* In-4 (31 × 24) de 36 p., fig. Paris, Agence économique du Gouvernement général de l'Afrique occidentale française, 27, boulevard des Italiens (2e); Librairie Émile Larose, 1925. **Pièce 13143**

GUILD (J.). — **A trichromatic colorimeter suitable for standardisation work** (Reprinted from the *Transactions of the Optical Society*, Vol. XXVII, n° 2, 1925-26). In-8 (26 × 18), p. 106-129, 7 fig. Cambridge University Press (*Don de l'auteur*) **Pièce 13144**

***

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS EGROT ET GRANGÉ. — **Épuration des eaux industrielles. — Stérilisation des eaux alimentaires.** Paris. 23, rue Mathis (19e) **Catalogue.**

***

SERVICE TECHNIQUE DE L'AÉRONAUTIQUE. — **Bulletin technique, n° 36** (octobre 1926) : *Erreurs de mesures et tolérances accordées aux calibres vérificateurs de cones et de filetages*, par le Commandant FRAICHET, 32 p., 8 fig. Issy-les-Moulineaux (Seine), 2, rue Jeanne-d'Arc. **Pér. 117**

ASSOCIATION PARISIENNE DE PROPRIÉTAIRES D'APPAREILS A VAPEUR. — **Bulletin annuel. 51e exercice, 1925.** Paris, 66, rue de Rome. **Pér. 33**

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. — **Recueil de lois, ordonnances, décrets, règlements et circulaires concernant les services dépendant du Ministère des Travaux publics,** dressé par les soins de l'administration centrale. 2e série. Tome XXXIII, année **1925** (2e, 3e et 4e trimestres). Paris, Imprimerie nationale. **Pér. 144**

SOCIÉTÉ DE SECOURS DES AMIS DES SCIENCES. — **Compte rendu du soixante-neuvième exercice** (*63e séance publique annuelle tenue le 5 juin 1926, à l'Institut Pasteur*). Paris, Gauthier-Villars et Cie. **Pér. 151**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ÉCOLE POLYTECHNIQUE. — **Journal.** IIe série, 25e cahier. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925. **Pér. 281**

INSTITUTION OF AERONAUTICAL ENGINEERS. — **Minutes of Proceedings,** n° **19** : *Practical flying*, by, M. L. BRAMSON, p. 7-19; *The metal construction of aeroplanes, its advantages, its present state; its future*, by E. DE VOITINE, p. 20-55. London, 34, Broadway, Westminster, S. W. 1. **Pér. 503**

INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. — **Minutes of Proceedings.** Vol. **221**, 1925-26 (part I). London, Great George Street, Westminster, S. W. 1. **Pér. 189**

INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. — **Selected Engineering Papers,** nos **33** : *A standard cycle for all types of internal combustion motor*, by W. J. WALKER, 18 p., 7 fig. — **34** : *The efficiency of regain in straight and bent draugh-tubes*, by A. H. GIBSON and S. LABROW, 23 p., 9 fig. — **35** : *Sudan government railways and stamers*, by F. G. A. PINCKNEY, 19 p., I pl. — **36** : *Whirling and vibrating speeds of loaded and unloaded shafts*, by T. M. NAYLOR, 12 p., 2 fig. — **37** : *Screw-pile mooring-berths*, by M. A. MUIRDEN. 14 p., 6 fig. — **38-39** : *Construction of a break-water-head at Madras*, by C. R. WHITE, p. 1-21, 7 fig.; *Madras Harbour : A head for the new north arm sheltering the reformed harbour-entrance*, by F. J. E. SPRING, p. 23-29. — **40** : *The method of symmetrical co-ordinates in the theory of polyphase circuits*, by B. HAGUE, 38 p., 14 fig. — **41** : *Maintenance dredging in Bombay harbour and docks, and upkeep of the navigational lighting of the port*, by E. L. EVERATT, 35 p., 6 fig. — **42** : *Some properties of mild steel, with special reference to its behaviour at high temperatures*, by E. J. RANG, 14 p., 8 fig. London, Great George Street, Westminster, S. W. 1., 1926. **Pér. 189**

INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. — **Institution lecture to students** (session 1924-25) : *The constructional engineering of aircraft*, by E. K. PIERSON, 54 p., 22 fig. London, Great George Street, Westminster, S. W. 1., 1925. **Pér. 189**

INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. — **Vernon-Harcourt Lecture**, 1925-26 : *The development of harbour and dock engineering*, by Sir C. R. S. KIRKPATRICK, 44 p., 5 fig., I pl. London, Great George Street. Westminster, S. W. 1., 1926. **Pér. 189**

INSTITUTION OF NAVAL ARCHITECTS. — **Transactions.** Vol. LXVIII, **1926**. London, 5, Adelphi Terrace, W. C. 2. **Pér. 222**

AMERICAN INSTITUTE OF MINING AND METALLURGICAL ENGINEERS. — **Transactions.** Vol. LXXIII. New York, N. Y., 29 West 39 th Street, 1926. **Pér. 201**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Scientific Papers**, Vol. XX (1926), n° **522** : *Pure zinc at normal and elevated temperatures.* Part I : *Some physical properties*, by J. R. FREEMAN, P. F. BRANDT; Part II : *Crystal structure*, by F. SILLERS, p. 661-695, 17 fig. — Vol. XXI (1926). nos **527** : *Short tests for sets of laboratory weihgts*, by A. T. PIENKOWSKY, p. 65-93. — **528** : *Experimental study of the relation between intermittent and nonintermittent sector-wheel photographic exposures*, by R. DAVIS, p. 95-139, 28 fig. **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Technologic Papers**, Vol. XX (1926), nos **314** : *Shear test of reinforced concrete beams*, by W. A. SLATER, A. R. LORD, R. R. ZIPPRODT. p. 387-495, 79 fig. — **316** : *Analysis of synthetic tanning materials*, by E. WOLESENSKY p. 519-527. — **317** : *Action of sodium sulphate in synthetic tanning materials*, by E. WOLESENSKY, p. 529-544. — **318** : *Endurance tests of tires*, by W. L. HOLT, P. L. WORMELEY, p. 545-551, 2 fig., I pl. **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Circular**, n° **304** : *Properties and manufacture of concrete building units*, 49 p., 8 fig. (1926). **Pér. 61**

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE. — BUREAU OF STANDARDS. — **Simplified practice recommendation**, nos **41** : *Package sizes for insecticides and fungicides*, 7 p. — **51** : *Die head chasers (For selfopening and adjustable die heads)*, 13 p. Washington, 1925. **Pér. 61**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LISTE DES NOUVEAUX MEMBRES

ADMIS PENDANT L'ANNÉE 1926

A FAIRE PARTIE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

M. Adam (E.), secrétaire de la Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité, 3, rue Henri-Duchêne, Paris (15e).

M. Arnu (Charles), ingénieur, chef du Service des fours à coke des Usines Neuves-Maisons, à Neuves-Maisons (Meurthe-et-Moselle).

M. Aubry (Émile) (I ⚙), Ingénieur des Arts et Manufactures, 200, rue Lafayette, Paris (10e).

M. Badin (Raoul, Édouard) (✲), ancien élève de l'École polytechnique, ingénieur, 97, boulevard Saint-Michel, Paris (5e) (membre à vie).

M. Becq (Jean), ingénieur aux Établissements Farman, 1, rue Théophile-Gautier, Neuilly-sur-Seine (Seine).

M. de Bonneville (Emmanuel), Ingénieur de l'École des Mines de Saint-Étienne, directeur des Hauts Fourneaux de Rouen, à Grand-Quévilly (Seine-Inférieure).

M. Boreau (Gabriel), administrateur-délégué de la Société d'Études d'Instruments de Musique (30 *bis*, rue Cauchy, Paris, 15e), 5, rue Baillet-Reviron, Versailles (Seine-et-Oise).

M. Brunehant (Louis, Auguste), agriculteur, 19, boulevard Pasteur, Soissons (Aisne).

M. Clerget (Pierre) (✲), ingénieur, 42, boulevard Flandrin, Paris (16e).

Compagnie des Lampes, 41, rue La-Boétie, Paris (8e) (membre perpétuel).

M. Duhamel (Élisée), ancien élève de l'École polytechnique, ingénieur, directeur technique de la Compagnie générale des Industries textiles (peignage de laines), 142 ter, Grand'Rue, Roubaix (Nord) (membre à vie).

École supérieure pratique de Commerce et d'Industrie, 79, avenue de la République, Paris (11e).

Établissements Ungemach, Société alsacienne d'alimentation, 19, rue de Wissembourg, Strasbourg (Bas-Rhin).

M. Foillard (Antoine) (✲), ingénieur, ingénieur en chef aux Anciens Établissements Sautter-Harlé, 117, rue Saint-Dominique, Paris (7e).

M. Lequeux (Raoul) (✲), Ingénieur des Arts et Manufactures, ingénieur-constructeur de matériel de laboratoire, 64, rue Gay-Lussac, Paris (5e).

M. Marsat (Antoine), ingénieur aux Anciens Établissements Sautter-Harlé, allée du Moulin, Verrières-le-Buisson (Seine-et-Oise).

M. Michel-Schmidt (Maurice) (✲, ⚙, ⚓, Ⓜ), Ingénieur des Arts et Manufactures, entrepreneur et directeur général des travaux d'extension du port du Havre, 183, boulevard de Strasbourg, Le Havre (Seine-Inférieure) (membre perpétuel).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Monnier (Alfred), ingénieur, industriel (lampes à incandescence électrique), 11 *bis*, rue de Torricelli, Paris (17e).

M. Pillot (Ernest), maître de verreries, Bar-sur-Seine (Aube).

M. Planche (René), ingénieur-constructeur, 6, boulevard de la Station viticole, Villefranche-sur-Saône (Rhône).

M. Poirson (Eugène, Jean, Félix) (✻, ⁑), Ingénieur I. E. G., ingénieur-conseil de la Société d'Électrochimie, d'Électrométallurgie et des Aciéries électriques d'Ugine, 3, allée Pompadour, Bellevue (Seine-et-Oise).

M. Rollet de l'Isle (Maurice) (C. ✻), ingénieur-hydrographe général de la Marine du cadre de réserve, 35, rue Du Sommerard, Paris (5e).

M. Sarazin (Jean), Ingénieur-agronome, officier des Eaux et Forêts, Collo (Algérie).

M. Schœller (André) (⁑), Ingénieur E. C. P., licencié en droit, directeur technique des Boulonneries et Ferronneries de Vieux-Condé, 17, rue Victor-Hugo, Vieux-Condé (Nord).

M. Seguin (Augustin) (⁑), ingénieur, 26, rue François-Ier, Paris (8e).

M. Servonnet (Hyacinthe) (✻, ⁑, ◐), Ingénieur des Arts et Manufactures, ingénieur principal adjoint, chef-adjoint des Services des Ateliers de Machines du Chemin de fer du Nord, 40, avenue Junot, Paris (18e).

Société anonyme d'Éclairage et d'Applications électriques, lampes de mines, boulevard de la Scarpe, Arras (Pas-de-Calais).

Société houillère de Liévin, à Liévin (Pas-de-Calais).

Société de Recherches mécaniques et physiques, 40, rue de l'Échiquier, Paris (10e).

M. Sohm (Michel) (✻), ingénieur en chef des travaux du jour de la Compagnie des Mines de Bruay (Pas-de-Calais).

M. Venot (Fernand), Ingénieur des Arts et Manufactures, gérant de la Société « Venot-Peslin », 62, rue Taitbout, Paris (9e).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES

NOMS DES AUTEURS MENTIONNÉS

DANS LA CENT VINGT-CINQUIÈME ANNÉE DU BULLETIN
(JANVIER-DÉCEMBRE 1926)

125e année.

Les nombres en chiffres romains indiquent le ou les mois du cahier. Le nombre en chiffres arabes qui les suit indique la page.

A

ALLEMAGNE (Henry-René d'). — Le village du jouet à l'Exposition internationale des Arts décoratifs de Paris, 1925 . . . . . V 399

— Le Salon des Artistes décorateurs (Paris, 11 mai-8 juillet 1926) (Extrait du procès-verbal de la séance du 27 mai 1926 du Comité des Constructions et des Beaux-Arts) . VI 504

AMMANN (P.), ARIBERT (M.), BERTIN (A.), BRETONNET (F.), CHALOT (C.), NOACHOVITCH (G.), THIRIET (A.), VIDAL (L.). — *Parasolier et papier de parasolier.* XI 819

ANDRADE (Jules). — *Horlogerie et chronométrie* . . . . . III 222

ANDROUIN (M.-J.). — Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur le système de suspension pneumatique des véhicules, imaginé par M. Jacques PATOUREAU (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). . . . . IV 289

— La fatigue industrielle . . . XII 831

ARIBERT (M.). — Voir AMMANN.

AUBRY (E.). — Voir BOREAU.

AUCLAIR (Joseph). — Communication sur les progrès des gazogènes transportables et leur évolution probable (Compte rendu de la séance publique du 13 février 1926) . . . . . III 208

AURÈS (P.) . . . . . III 232

B

BARDIN (René). — *Le guide du dessinateur-mécanicien* . . . . . III 220

BASSET (André). . . . . III 233

BEAUMONT (Jean). — Voir MAGNE.

BECHMANN (Georges). — Rapport, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur le « moine », appareil pare-suie et pare-étincelles, imaginé et construit par M. Jules LEMOINE . . . . . I 30

— — (Compte rendu de la séance publique du 9 janvier 1926) . . . II 130

— — (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). IV 296

BECHMANN (Lucien). — Voir BOURDEL.

BEL (Jean Marc). — Rapport, au nom du Comité de Commerce, sur les travaux géologiques de M. Paul FOURMARIER et en particulier sa carte géologique du Congo belge (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926) . . . . IV 287

— L'Afrique équatoriale française et son premier chemin de fer de Brazzaville à Pointe-Noire. . . . . XI 722

— Analyse de : *L'annuaire industriel*, par PERNET, GENSEL et THIRION . V 416

BERTHELOT (Charles). — Communication sur les récents progrès réalisés dans la construction et l'exploi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tation des fours à coke (Compte rendu de l'Assemblée générale du 12 décembre 1925). . . . . I 64
— — (Mémoire) . . . . . III 145
BERTHELOT (Daniel). — Analyses de : *Théorie du rayonnement et des quanta*, par J.-H. JEANS . . . . . III 225
— — *Piles primaires et accumulateurs. Bibliographie et Liste des brevets récents*, par Charles FÉRY, Charles CHÉNEVEAU et Gaston PAILLARD. III 227
BERTIN (A.). — Voir AMMANN.
BERTRAND (Gabriel). - Nouvelles expériences sur l'étouffage des cocons de vers à soie par la chloropicrine. Technique et campagne de 1925. VI 480
BIED (J.) — *Recherches industrielles sur les chaux, ciments et mortiers.* . XI 819
BLOUD (Henry). — *Le problème cotonnier et l'Afrique occidentale française. Une solution nationale. Bibliographie.* III 231
BOCHET. — Le calcul des dimensions à donner aux trappes d'expansion des générateurs aquatubulaires (Extrait du procès-verbal de la séance du 1er juin du Comité des Arts mécaniques). . . . . X 710
BONVOISIN (G.). — Le développement de l'institution des allocations familiales (6e Congrès, Marseille, 10-13 mai 1926) . . . . . VI 496
BORDAS (F.). — Analyse de : *La protection sociale et la Santé*, par G. ICHOK. III 227
BOREAU (Gabriel). — Communication sur le « violonista », appareil pneumatique (brevets E. AUBRY et G. BOREAU) réalisant automatiquement, avec un violon et un archet normaux, le jeu du violoniste (Compte rendu de la séance publique du 20 mars 1926). . . . . IV 357
— — (Mémoire) . . . . . VI 431
BOURDEL (Joseph). — Rapport, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur M. Lucien BECHMANN, architecte de la maison des Étudiants de l'Université de Paris (Fondation Deutsch de la Meurthe) (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). IV 218
BOURON (H.). — Voir GREBEL.
BRENOT (Paul). — Communication sur l'industrie de la radioélectricité, son importance, son évolution, ses besoins, son avenir (Compte rendu de la séance publique du 20 mai 1926). VI 501
— — (Mémoire) . . . . VII-VIII-IX 595
BRETONNET (F.). — Voir AMMANN.
BRUNOT (L.). . . . . III 232, 233
BURELLE . . . . . XII 912
BURLOT (Eugène). — Communication sur les effets mécaniques produits au voisinage du centre d'ébranlement des fortes explosions (Compte rendu de la séance publique du 30 octobre 1926). . . . . XI 810
— — (Mémoire) . . . . . XII 854

C

CALMETTE (A.). — Voir ICHOK.
CANS (Paul). — Voir MASSON.
CARPENTIER (Jean). — Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur les lampes à pétrole perfectionnées, imaginées par Paul ROSTAING (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). IV 292
CELERIER (J.). . . . . III 233
CHAILLOUS (P.). — Voir THOMSEN.
CHALOT (C.). — Voir AMMANN.
CHALUMEAU (C.). — Création d'un service d'autobus électriques avec exploitation en régie directe par la Ville de Lyon. . . . . X 656
CHARRON (F.). — Voir LYON.
CHARTON . . . . . III 233
CHASSEVENT (L.). — Recherches sur le plâtre. . . . . XI 789
CHÉNEVEAU (Charles). — Voir FÉRY.
CHESNEAU (G.). — Analyse de : *Explosifs, poudres, gaz de combat*, par Paul PASCAL. . . . . XI 818
CLÉMENT (L.) et RIVIÈRE (C.). — Communication sur les récentes applications des vernis cellulosiques, application à la carrosserie automobile (Mémoire) . . . . . II 101
— — (Compte rendu de la séance publique du 27 février 1926). . III 213

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CLERGET (Pierre). — Voir RENARD.
COLMET-DAÂGE (G.). — Les différents types de trottoirs roulants proposés pour Paris (Extrait du procès-verbal de la séance du 15 décembre 1925 du Comité des Constructions et des Beaux-Arts) . . . . . I 75
CORNU-THÉNARD. — Rapport, au nom de la Commission des Fonds, sur les comptes de l'exercice 1924 . . . X 631
CURIE (Maurice). — Voir FÉRY.
CUVELETTE (Ernest). — Voir GRUNER.

D

DABAT (L.). — Analyse de : *Météorologie et physique agricoles*, par Paul KLEIN et Joseph SANSON. . . . III 230
DAMIENS. . . . . XII 911
DAVOUST (Charles). — Communication sur les matières grasses de récupération (Compte rendu de la séance publique du 13 mars 1926). . . IV 351
— — (Mémoire) . . . . . V 365
DEUREN (Colonel P. van). — Communication sur un projet d'aménagement du fleuve Congo (Compte rendu de la séance publique du 13 novembre 1926) . . . . . XII 907
DUCOMET (Vital). — Voir SCHRIBAUX.
DUMANOIS (Paul). — Analyses de : *Horlogerie et chronométrie*, par Jules ANDRADE. . . . . III 222
— — *La pratique du graissage*, par T.-C. Thomsen. Traduit de l'anglais par P. CHAILLOUS . . . . . III 223
— Combustibles à employer sur les camions à gazogène (Extrait du procès-verbal de la séance du 9 novembre 1926 du Comité des Arts mécaniques). . . . . XII 912
DUVAL (Jean). — *Le problème de chimie* . . . . . III 224

F

FERET (R.). — La brique de pavage type U. S. A. (Extrait du procès-verbal de la séance du 27 avril 1926 du Comité des Constructions et des Beaux-Arts). . . . . V 410
— Analyse de : *Recherches industrielles sur les chaux, ciments et mortiers*, par J. BIED . . . . . XI 819
FERRIÉ (le général G. A.). — Le système de téléphonie secrète imaginé par M. Émile POIRSON (Extrait du procès-verbal de la séance du 14 janvier 1926 du Comité des Arts économiques). . . . . II 137
— — (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926) IV 253
— Méthode thermométrique pour la mesure du rendement des turbines hydrauliques imaginée par M. Émile POIRSON (Extrait du procès-verbal de la séance du 14 janvier 1926 du Comité des Arts économiques) . II 138
— Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur l'attribution du prix Galitzine à M. Gustave RIBAUD pour ses recherches sur les fours électriques à induction de haute fréquence, et à M. Gilbert ROUGIER pour l'étude et la réalisation de cellules photoélectriques aux métaux alcalins (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926) . . . . . IV 251
— Communication sur les applications diverses de la technique de la haute fréquence (Compte rendu de la séance publique du 29 mai 1926). VI 503
— — (Mémoire). . . . . VII-VIII-IX 615
FÉRY (Ch.). — Les perfectionnements récents de l'accumulateur au plomb. I 49
— Rapports, au nom du Comité des Arts économiques (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926) sur :
les lampes électriques « Norma » à incandescence précises et sans réglage pour phares d'automobiles de MM. Antoine MARSAT et Alfred MONNIER. . . . . IV 274, 292
la lampe « Opticia » n'émettant pas de radiations ultra-violettes imaginée par Maurice CURIE . . . IV 276
FÉRY (Charles), CHÉNEVEAU (Charles) et PAILLARD (Gaston). — *Piles pri-*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

maires et accumulateurs. Bibliographie et Liste des brevets récents . . . III 227
FOILLARD (Antoine). — Voir SAUVAGE.
FONTVIOLANT (Bertrand de). — Rapport, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur les titres au Prix Alphand de M. Henry MIAULT, artisan-décorateur, sculpteur, ciseleur, émailleur, créateur de modèles de bijoux d'art (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926) . . IV 255
FOURMARIER (Paul). — Voir BEL.
FRÉMINVILLE (Ch. de). — Rapport sur l'attribution de la médaille Dumas en 1925 (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). . . . . IV 261
— Rapport sur les médailles de bronze décernées aux contremaîtres et aux ouvriers des établissements industriels et des exploitations agricoles (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926. IV 298
— La collaboration des patrons et des ouvriers aux États-Unis et ses conséquences économiques, accompagné des rapports *in extenso* des syndicalistes britanniques composant la mission organisée par le *Daily Mail* (mars-avril 1926) . . . . . XI 751

G

GAROLA (C.-V.) et LAVALLÉE (P.). — *Céréales*. . . . . V 413
GENSEL. — Voir PERNET.
GIRAUD (H.). — Les travaux de la Commission des économies de combustible de la Préfecture de la Seine et les économies réalisées dans les services de la Direction des Travaux de Paris . . . . . II 117
GREBEL (A.). — Communication sur les moyens d'économiser l'essence d'importation (Mémoire). . . . . VI 447
— — (Compte rendu de l'Assemblée générale du 12 juin 1926). . . . X 709
— . . . . . XII 913
GREBEL (A.) et BOURON (H.). — *Gaz et cokes* . . . . . III 225
GROMORT (Georges). — Voir RISLER.
GRUNER (E.). — Rapports, au nom du Comité de Commerce (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926) sur :
la ligue des Sociétés de la Croix-Rouge et concluant à l'attribution à cette association de la grande médaille d'or à l'effigie de Chaptal. IV 244
le rôle prépondérant joué par M. Ernest CUVELETTE dans la restauration des houillères du Nord et du Pas-de-Calais. . . . . IV 285
— Analyse de : *Les grandes industries modernes*. T. IV : *Les transports maritimes*, par Paul de ROUSIERS . . XI 821
GUILLERY. — Analyse de : *Le guide du dessinateur-mécanicien*, par René BARDIN. . . . . III 220
GUINARD (L.). — *La pratique des sanatoriums*. . . . . XI 820

H

HACHETTE (André). — Rapport, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur l'appareil photographique « Noxa » de M. Louis LEMAIRE (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). IV 294
HARDY (G.). . . . . III 232
HARTMANN (G.-H.-C.). — *Les mécanismes* . . . . . III 220
HELFENSTEIN. — Voir MASSON.
HILL (Sir Claude). . . . . IV 250
HITIER (Henri). — Rapports, au nom du Comité d'Agriculture (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926) sur :
l'attribution du prix Meynot en 1925. IV 255
les travaux de François MALET, directeur général de l'Agriculture au Maroc . . . . . IV 279
— Analyses de : *Céréales*, par C.-V. GAROLA et P. LAVALLÉE. . . . . V 413
— — *Les professions agricoles*, par Jean PONSARD . . . . . V 414
HOMBERG (Octave). — *Politique et finances* . . . . . XI 823

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

I

ICHOK (G.). — *La protection sociale et la santé*. Préface de A. CALMETTE . III 227

J

JEANS (J. H.). — *Théorie du rayonnement et des quanta*. Traduit de l'anglais par G. JUVET. . . . . III 225

JOSSIER (Gabriel). — Le secrétage des poils de lapins employés en chapellerie (Extrait du procès-verbal de la séance du 8 décembre 1925 du Comité des Arts chimiques). . . I 68

— Le secrétage des poils de lapins au moyen d'azotate d'urée (Extrait du procès-verbal de la séance du 11 mai 1926 du Comité des Arts chimiques). VI 503

JOUAUST (R.). — Communication sur l'état actuel de la technique des courants de haute fréquence dans ses rapports avec la radiotélégraphie (production, mesures, détection, amplification) (Compte rendu de la séance publique du 1er mai 1926). VI 498

— — (Mémoire) . . . . VII-VIII-IX 511

JULLIEN (Commandant L.). — Communication sur les applications pratiques de la téléphonie sans fil (diffusion, postes fixes et postes mobiles, navires, avions, chemins de fer, téléphonie hertzienne sur fil) (Communication à la séance publique du 15 mai 1926) . . . . . VI 501

— — (Mémoire) . . . . VII-VIII-IX 564

JUSTINARD (L.) . . . . . III 233

JUVET (G.). — Voir JEANS.

K

KARPINSKY (Stéphane). — Communication sur la baratte à production continue (baratte « Butyro ») et le laveur-malaxeur de beurre (Mémoire). . . . . II 95

KLEIN (Paul) et SANSON (Joseph). — *Météorologie et physique agricoles*. III 230

KOENIGS (G.). — Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur l'attribution des médailles décernées aux lauréats du concours des camions à gazogène de 1925 (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). . . . . IV 265, 296

L

LAOUST (E.) . . . . . III 233

LAVALLÉE (P.). — Voir GAROLA.

LEBEAU (P.). — Communication sur un nouveau procédé de préparation du fluor (Compte rendu de la séance publique du 27 novembre 1926). XII 910

LE CESNE (Julien). — Rapport, au nom du Comité de Commerce, sur les nouvelles cartes économiques et touristiques de l'Afrique occidentale française et du Sahara occidental de M. A. MEUNIER (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). . . . . IV 295

LE CHATELIER (Henry). — Une initiative américaine. La lutte contre le gaspillage. . . . . IV 305

LEHUCHER (Mlle Marguerite). — Voir MAGNE.

LEMAIRE (Eugène). — Analyses de : *Le problème de chimie*, par Jean DUVAL. III 224

— — *Gaz et cokes*, par A. GREBEL et H. BOURON . . . . . III 225

— — *Rif et Jbâla. Bulletin de l'Enseignement public au Maroc*. . . . III 232

— — *Carte des charbonnages du Nord et du Pas-de-Calais*, par A. RIFFLET. III 233

— La suppression des gaspillages, la « pratique simplifiée », ce qu'elle est, ce qu'elle peut donner (traduction de l'anglais) . . . . . IV 309

LEMAIRE (Louis). — Voir HACHETTE.

LEMOINE (Jules). — Voir BECHMANN.

LEVI-PROVENÇAL (E.) . . . . . III 233

LINDET (Léon). — Analyse de : *Parasolier et papier de parasolier*, par P. AMMANN, M. ARIBERT, A. BERTIN, F. BRETONNET, C. CHALOT, G. NOACHOVITCH, A. THIRIET et VIDAL. . . XI 819

LYON (Gustave). — Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur les travaux de M. F. CHARRON concernant la résonance des cavités

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

(Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). IV 290

M

MAGNE (Marcel). — Rapports, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926), sur :
les modèles de tapisserie de Jean BEAUMONT. . . . . IV 257
l'École de dessin de la Chambre syndicale des dentelles et broderies de Paris. . . . . IV 284
les travaux d'orfèvrerie d'art de M. Armand RIVIR. . . . . IV 296
les travaux de verrerie artistique de M. Jean PERZEL. . . . . IV 297
les rideaux brodés à transparence de perles de Mlle Marguerite LEHUCHER. . . . . IV 297
MALET (François). — Voir HITIER.
MARSAT (Antoine). — Voir FÉRY.
MASSON (Léon). — Rapports, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur :
un appareil dit « le Ouistiti », imaginé par M. Paul CANS . . . . . I 17
— — (Compte rendu de la séance publique du 9 janvier 1926) . . II 130
— — (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926) IV 267
un dispositif, créé par M. HELFENSTEIN, pour la protection des mains dans le travail des presses et des poinçonneuses à pédale. . . . . I 21
— — (Compte rendu de la séance publique du 9 janvier 1926) . . II 130
— — (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926) IV 267
MAURAIN (Ch.). — Communication sur la propagation des ondes des fortes explosions dans le sol et l'air (Expériences de la Courtine) (Compte rendu de la séance publique du 30 octobre 1926) . . . . . XI 811
— — (Mémoire). . . . . XII 880
MAUREAU (A.). — État actuel de la traction électrique par accumulateurs en France. . . . . X 647
MAYER (Armand). — Voir WALCKENAER.
MESNAGER (A.). — Assemblée générale du 12 décembre 1925 . . . . . I 61
— — 12 juin 1926. . . . . X 707
— Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926. . . . . IV 239
Séances publiques :
— — 9 janvier 1926 . . . . . II 130
— — 23 — — . . . . II 134
— — 13 mars — . . . . IV 348
— — 1er mai — . . . . VI 496
— — 8 — — . . . . VI 498
— — 15 — — . . . . VI 500
— — 29 — — . . . . VI 502
— — 30 octobre . . . . . XI 804
— — 13 novembre . . . . XII 898
— — 27 — . . . . . XII 909
MESNY (René). — Communication sur les applications pratiques de la télégraphie sans fil (postes fixes et mobiles, réseaux nationaux et internationaux, radiogoniométrie, télémécanique, téléphotographie) (Compte rendu de la séance publique du 8 mai 1926). . . . . VI 499
— — (Mémoire). . . . .VII-VIII-IX 538
MEUNIER (A.). — Voir LE CESNE.
MIAULT (Henry). — Voir de FONTVIOLANT.
MICHAUX-BELLAIRE (Ed.) . . . . . III 233
MOÏSE . . . . . IV 255
MONNIER (Alfred). — Voir FÉRY.
MOUROT (Maximilien). — Voir RATEAU.
MOUSSU. — L'emploi de l'extrait éthéré de fougère mâle contre la maladie de la douve (Extrait du procès-verbal de la séance du 9 décembre 1925 du Comité d'Agriculture) . . . . . I 72

N

NOACHOVITCH (G.). — Voir AMMANN.

P

PAGÈS (Albert). — Rapport sur l'attribution du Prix Fourcade en faveur d'ouvriers de fabriques de produits chimiques (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). . . . . IV 260
PAILLARD (Gaston). — Voir FÉRY.
PASCAL (Paul). — *Explosifs, poudres, gaz de combat.* . . . . . XI 848

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

PATOUREAU (Jacques). — Voir ANDROUIN.
PELLEPOL (Henri) . . . . . IV 255
PERNET, GENSEL et THIRION. — *L'annuaire industriel* . . . . . V 416
PERZEL (Jean). — Voir MAGNE.
PLANCHE (R.). — Voir SAUVAGE.
POIRSON (Émile). — Voir FERRIÉ.
PONSARD (Jean). — *Les professions agricoles* . . . . . V 414
PRUD'HOMME (M.). — Rapport, au nom du Comité des Arts chimiques, sur la *Revue générale des matières colorantes, de la teinture, de l'impression, du blanchiment et des apprêts* (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). . . . . IV 268

R

RAPHAËL (Paul). — Communication sur « Le foyer français » et l'assimilation des étrangers (Compte rendu de la séance du 7 janvier 1926 du Comité de Commerce). . . . . II 140
RATEAU (A.). — Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur M. Maximilien MOUROT, inventeur du compteur à gaz « Sigma » à liquide incongelable (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926 . . . . . IV 267
RAUBER (E.). — *L'évolution visible dans la technique des centrales à vapeur* III 221
REITLINGER (Henri B.). — Thèse sur l'*Utilisation technique des recherches récentes sur la vapeur d'eau* . . XI 817
RENARD (Lieutenant-colonel Paul). — Rapports, au nom du Comité des Arts économiques (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926) : sur les travaux de M. Pierre CLERGET sur les moteurs à explosion pour l'aviation . . . IV 269
l'organisation de l'École supérieure de perfectionnement industriel. . IV 271
RENAUD (Dr J.) . . . . . III 233
RETEL (R.). — Communication sur l'application aux véhicules routiers de la traction par accumulateurs, la voiture A. E. M. modèle 1926 (Compte rendu de la séance publique du 23 janvier 1926) . . . . . II 135
— — (Mémoire) . . . . . III 184
REY (Jean). — Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur les travaux de Maurice SAUREL concernant la technique de l'éclairage (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). IV 278
— Nécrologie de M. André HILLAIRET. VI 425
RIBAUD (Gustave). — Voir FERRIÉ.
RICARD (P.). . . . . III 233
RICHARD (Jules). — Voir RISLER.
RIFFLET (A.). — *Carte des charbonnages du Nord et du Pas-de-Calais* . . III 233
RINGELMANN (Max). — Sur le versoir des charrues. . . . . V 384
XII 840
— Travail de l'homme à la manivelle. XI 745
RISLER (Georges). — La brochure de propagande de M. Jules RICHARD : « *La vérité sur la vie chère. 12 milliards en une année offerts à la Caisse d'Amortissement par les ouvriers et les patrons* » (Extrait du procès-verbal de la séance du 4 février 1926 du Comité de Commerce). . . . . III 213
— L'amélioration de l'hygiène dans la marine marchande (Extrait du procès-verbal de la séance du 4 février 1926 du Comité de Commerce). . . . . III 217
— Rapports, au nom du Comité de Commerce (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926), sur :
le Sanatorium des Étudiants de Saint-Hilaire-du-Touvet (Isère). IV 286
la collaboration de M. Georges GROMORT à l'exécution de la Maison des Étudiants de la Cité universitaire de Paris. . . . . IV 295
— Discours prononcé le 5 juin 1926, à Mulhouse, à l'occasion de la célébration du centenaire de la fondation de la Société industrielle de Mulhouse . . . . . XI 719
— Commémoration du centenaire de la fondation de la Société industrielle de Mulhouse le 5 juin 1926 et remise de sa grande médaille d'or à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale (Procès-verbal de la séance du 7 octobre 1926 du Comité de Commerce). . . . . XI 813
— Compte rendu du VIIIe Congrès de la Natalité, Paris, 23-26 septembre 1926 (Extrait du procès-verbal de la séance du 4 novembre 1926 du Comité de Commerce) . . . . XII 913
RIVIÈRE (C.). — Voir CLÉMENT.
RIVIR (Armand). — Voir MAGNE.
ROSTAING (Paul). — Voir CARPENTIER.
ROUCH (J.). — Les glaces marines. I 32
ROUGIER (Gilbert). — Voir FERRIÉ.
ROUSIERS (Paul de). — Rapport, au nom des Censeurs, sur les comptes de l'exercice 1924 . . . . . X 636
— *Les grandes industries modernes.* T. IV : *Les transports maritimes.* XI 821
ROY (F.). — Analyse de : *Le problème cotonnier et l'Afrique occidentale française. Une solution nationale. Bibliographie*, par Henry BLOUD. III 231

S

SANSON (Joseph). — Voir KLEIN.
SAUREL (Maurice). — Voir REY.
SAUVAGE (Ed.). — Rapports, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur : un compresseur rotatif imaginé et construit par M. R. PLANCHE . . I 25
— — (Compte rendu de la séance publique du 23 janvier 1926) . . . II 134
Le chargeur mécanique de foyer de locomotive imaginé par M. Antoine FOILLARD (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). . . . . IV 267
— *Production, condensation de la vapeur* . . . . . V 412
— Analyses de : *Les mécanismes*, par G.-H.-C. HARTMANN . . . . . III 220
— — *L'évolution visible dans la technique des centrales à vapeur*, par E. RAUBER . . . . . III 221
— Note bibliographique sur l'emploi du charbon pulvérisé et de la tourbe aux États-Unis . . . . . X 671
Séances publiques :
— — 13 février 1926 . . . . . III 203
— — 27 — — . . . . . III 210
— — 20 mars — . . . . . IV 353
— — 20 mai — . . . . . VI 501
SCHRIBAUX. — Rapport, au nom du Comité d'Agriculture, sur les travaux de M. Vital DUCOMET, relatifs à la sélection sanitaire de la pomme de terre (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926) . . . . . IV 258
SEGUIN (Laurent et Augustin). — Communication sur le stroborama, nouvel appareil stroboscopique à grand éclairage, ses applications industrielles (Mémoire). . . . . II 81

T

TERRASSE (H.) . . . . . III 233
THIRIET (A.). — Voir AMMANN.
THIRION. — Voir PERNET.
THOMSEN (T.-C.). — *La pratique du graissage.* Traduit de l'anglais par P. CHAILLOUS. . . . . III 223
TRILLAT. — Communication sur Balzac et la science, les chimistes de *La Comédie humaine* (Compte rendu de la séance publique du 9 janvier 1926). . . . . II 131
TROUVELOT (B.). — Les récents progrès de l'entomologie appliquée à l'agriculture en Italie. . . . . X 672

V

VIDAL (L.). — Voir AMMANN.

W

WALCKENAER. — Analyses de : *Production, condensation de la vapeur*, par E. SAUVAGE. . . . . V 412
— — *Utilisation technique des recherches récentes sur la vapeur d'eau.* Thèse présentée par Henri B. REITLINGER. . . . . XI 817
WALCKENAER et MAYER (Armand). — 11e rapport à la Commission d'utilisation du combustible. . . . . II 116
WERY (G.). . . . . III 230

Z

ZETTER (Ch.). — La vis et l'écrou dans l'histoire des peuples . . . . . X 637

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LA CENT VINGT-CINQUIÈME ANNÉE DU BULLETIN
(JANVIER-DÉCEMBRE 1926)

125e année.

Les nombres en chiffres romains indiquent le ou les mois du cahier. Le nombre en chiffres arabes qui les suit indique la page.

A

Accumulateurs (Voir *Traction par accumulateurs*).
Accumulateur au plomb. Les perfectionnements récents de l' — — —, par Ch. FÉRY. . . . . I 49

ADMINISTRATION, COMPTES RENDUS, ETC. DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

Assemblée générale, 12 décembre 1925 . . . . . I 61
— — 12 juin 1926. . . . . X 707
Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926 . . . . . IV 239
— — Discours de M. A. MESNAGER, Président de la Société . . . . IV 239
— — Liste des récompenses décernées et rapports relatifs à ces récompenses . . . . . IV 244
Comité d'Agriculture. Séance du 9 décembre 1925. . . . . I 72
— — L'emploi de l'extrait éthéré de fougère mâle contre la maladie de la douve, par M. MOUSSU . . . . I 72
Comité des Arts chimiques. Séance du 8 décembre 1925. . . . . I 68
— — Le secrétage des poils de lapins employés en chapellerie, par Gabriel JOSSIER . . . . . I 68
— Séance du 11 mai 1926. . . . VI 503
— — Le secrétage des poils de lapins au moyen d'azotate d'urée, par Gabriel JOSSIER . . . . . VI 503
Comité des Arts économiques. Séance du 14 janvier 1926 . . . . . II 137
— — Le système de téléphonie secrète imaginé par M. Émile POIRSON, par le général G. A. FERRIÉ . . . . II 137
Comité des Arts mécaniques. Séance du 1er juin 1926 . . . . . X 710
— — Le calcul des dimensions à donner aux trappes d'expansion des générateurs aquatubulaires, par M. BOCHET . . . . . X 710
— Séance du 9 novembre 1926 . XII 912
— — Combustibles à employer sur les camions à gazogène, par Paul DUMANOIS. . . . . XII 912
Comité de commerce. Séance du 7 janvier 1926 . . . . . II 140
— — « Le Foyer français » et l'assimilation des étrangers, par Paul RAPHAEL . . . . . II 140
— Séance du 4 février 1926 . . . III 213
— — La brochure de propagande de M. Jules RICHARD : « *La vérité sur la vie chère. La solution : 12 milliards en une année offerts à la Caisse d'Amortissement par les ouvriers et les patrons* », par Georges RISLER . . III 213
— — L'amélioration de l'hygiène dans la marine marchande, par Georges RISLER . . . . . III 217
— Séance du 7 octobre 1926. . . XI 813

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

— — Commémoration du centenaire de la fondation de la Société industrielle de Mulhouse le 5 juin 1926 et remise de sa grande médaille d'or à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, par Georges RISLER . . . . . XI 813
— Séance du 4 novembre 1926 . XII 913
— — Compte rendu du VIIIe Congrès de la Natalité, Paris, 23-26 septembre 1926, par Georges RISLER. XII 913
Comité des Constructions et des Beaux-Arts. Séance du 15 décembre 1925 I 75
— — Les différents types de trottoirs roulants proposés pour Paris, par G. COLMET-DAÂGE . . . . . I 75
— Séance du 27 avril 1926. . . . V 410
— — La brique de pavage type U.S.A., par R. FERET. . . . . V 410
— Séance du 27 mai 1926. . . . VI 504
— — Le Salon des Artistes décorateurs (Paris, 11 mai-8 juillet 1926), par Henry-René d'ALLEMAGNE . VI 504
Demande d'exonération d'impôts en faveur des véhicules automobiles électriques, adressée à MM. les ministres des Finances et des Travaux publics par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. XII 829
État financier. Rapport, au nom de la Commission des Fonds, sur les comptes de l'exercice 1924, par M. CORNU-THÉNARD . . . . . X 631
— Rapport, au nom des Censeurs, par M. Paul de ROUSIERS. . . . . X 636
Liste des Membres titulaires. . . . I 3
— — — honoraires. . . . . I 10
— — — correspondants . . . . I 11
Liste des nouveaux membres admis pendant l'année 1926 à faire partie de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale . . . . . XII 919
Récompenses. Distribution des — décernées pour l'année 1925 (Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). . . . . IV 239
— Liste des —; rapports relatifs à ces — . . . . . IV 244
Séances publiques, 9 janvier 1926 . II 130
— — 23 janvier . . . . . II 134
— — 13 février . . . . . III 203
— — 27 — . . . . . III 210
— — 13 mars. . . . . IV 348
— — 20 — . . . . . IV 353
— — 1er mai 1926 . . . . . VI 496
— — 8 — — . . . . . VI 498
— — 15 — — . . . . . VI 500
— — 20 — — . . . . . VI 501
— — 29 — — . . . . . VI 502
— — 30 octobre — . . . . . XI 804
— — 13 novembre —. . . . . XII 898
— — 27 — —. . . . . XII 909

Afrique équatoriale française. L' — — — et son premier chemin de fer de Brazzaville à Pointe-Noire, par Jean Marc BEL . . . . . XI 722
Afrique occidentale française. Rapport, au nom du Comité de Commerce, sur les nouvelles cartes économiques et touristiques de l' — — — et du Sahara occidental de M. A. MEUNIER, par Julien LE CESNE (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). IV 295
Agriculture. (Voir *Entomologie.*)
Alcoolisme. Vœu de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale concernant la répression de l' —. I 15
Allocations familiales. Le développement de l'institution des — — (6e Congrès, Marseille, 10-13 mai 1926), par G. BONVOISIN . . . . VI 490
Appareil photographique « Noxa ». Rapport, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur l' — — — de M. Louis LEMAIRE, par André HACHETTE (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926) . . . . . IV 294
Autobus électriques. Création d'un service d' — — avec exploitation en régie directe par la Ville de Lyon, par C. CHALUMEAU . . . . . X 656
Automobiles électriques. Demande d'exonération d'impôts en faveur des véhicules — —, adressée à MM. les ministres des Finances et des Travaux publics par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. XII 829
— (Voir *Traction par accumulateurs.*)
Aviation. (Voir *Moteurs à explosions.*)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

B

Balzac et la science, les chimistes de *La Comédie humaine*. Communication de M. TRILLAT (Compte rendu de la séance publique du 9 janvier 1926). . . . . II 131
Baratte « *Butyro* ». Baratte à production continue (— —) et laveur-malaxeur de beurre. Communication par Stéphane KARPINSKY (Mémoire). II 95
Beurre. (Voir *Baratte*.)

BIBLIOGRAPHIE

Accumulateurs. (Voir *Piles*.)
Annuaire industriel. L' — —, par PERNET, GENSEL et THIRION. . . . . V 416
Centrales à vapeur. L'évolution visible dans la technique des centrales à vapeur, par E. RAUBER . . . . . III 221
Céréales, par C.-V. GAROLA et P. LAVALLÉE . . . . . V 413
Charbonnages. Carte des — du Nord et du Pas-de-Calais, par A. RIFFLET. III 233
Chaux. Recherches industrielles sur les —, ciments et mortiers, par J. BIED. XI 819
Chimie. Le problème de —, par Jean DUVAL . . . . . III 224
Ciments. (Voir *Chaux*.)
Cokes. (Voir *Gaz*.)
Cotonnier. Le problème — et l'Afrique occidentale française. Une solution nationale. Bibliographie, par Henri BLOUD. . . . . III 231
Dessinateur-mécanicien. Le guide du ——, par René BARDIN . . . . III 220
Enseignement. (Voir *Rif et Jbâla*.)
Explosifs, poudres, gaz de combat, par Paul PASCAL . . . . . XI 818
Finances. (Voir *Politique*.)
Gaz de combat. (Voir *Explosifs*.)
Gaz et cokes, par A. GREBEL et H. BOURON . . . . . III 225
Graissage. La pratique du —, par T.-C. THOMSEN. Traduit de l'anglais par P. CHAILLOUS . . . . . III 223
Horlogerie et chronométrie, par Jules ANDRADE . . . . . III 222
Industries modernes. (Voir *Transports maritimes*.)
La Comédie humaine, par BALZAC . II 131
Maroc. (Voir *Rif et Jbâla*.)
Matières colorantes. Revue générale des — —, de la teinture, de l'impression, du blanchiment et des apprêts . . IV 268
Mécanismes. Les —, par G.-H.-C. HARTMANN. . . . . III 220
Météorologie et physique agricoles, par Paul KLEIN et Joseph SANSON. . III 230
Mortiers. (Voir *Chaux*.)
Papier. (Voir *Parasolier*.)
Parasolier et papier de —, par P. AMMANN, M. ARIBERT, A. BERTIN, F. BRETONNET, C. CHALOT, G. NOACHOVITCH, A. THIRIET, L. VIDAL . . . . . XI 819
Piles primaires et accumulateurs. Bibliographie et Liste des brevets récents, par Charles FÉRY, Charles CHÉNEVEAU et Gaston PAILLARD . . . . . III 227
Politique et finances par Octave HOMBERG . . . . . XI 823
Poudres. (Voir *Explosifs*.)
Professions agricoles. Les — —, par Jean PONSARD . . . . . V 414
Quanta. (Voir *Rayonnement*.)
Rayonnement. Théorie du — et des quanta, par J.-H. JEANS. Traduit de l'anglais par G. JUVET . . . . III 225
Rif et Jbâla. Bulletin de l'Enseignement public au Maroc . . . . . III 232
Sanatoriums. La pratique des —, par L. GUINARD . . . . . XI 820
Santé. La protection sociale et la —, par G. ICHOK. Préface de A. CALMETTE. III 227
Transports maritimes. Les grandes industries modernes, T. IV : *Les — —*, par Paul de ROUSIERS. . . . . XI 821
Vapeur. Production, condensation de la —, par E. SAUVAGE . . . . . V 412
Vapeur d'eau. Utilisation technique des recherches récentes sur la — —. Thèse présentée par M. Henri B. REITLINGER. XI 817
Vie chère. La vérité sur la — —, par Jules RICHARD . . . . . III 213

Bijoux d'art. Rapport, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Arts, sur les titres au prix Alphand de M. Henry MIAULT, artisan-décorateur, sculpteur, ciseleur, émailleur, créateur de modèles de — —, par Bertrand de FONTVIOLANT (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926) . . IV 255
Brique de pavage. (Voir *Pavage.*)
Broderies. (Voir *École de Dessin.*)

C

Camions à gazogène. Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur l'attribution des médailles décernées aux lauréats du concours des — — — de 1925, par G. KŒNIGS (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926) . . . IV 265, 296
— Combustibles à employer sur les — — —, par Paul DUMANOIS (Extrait du procès-verbal de la séance du 9 novembre 1926 du Comité des Arts mécaniques) . . . . . XII 942
— (Voir *Gazogènes.*)
Carrosserie automobile. (Voir *Vernis cellulosiques.*)
Cellules photoélectriques. Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur l'étude et la réalisation, par M. Gilbert ROUGIER, de cellules photoélectriques aux métaux alcalins, par le général FERRIÉ (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). . . . . IV 252
Chapellerie. (Voir *Secrétage des poils de lapins.*)
Charbon pulvérisé. Explosion Hazards from the Use of pulverized Coal at Industrial Plants (Accidents dus à l'emploi du — —). Note bibliographique par E. SAUVAGE. . . . . X 671
Chargeur mécanique. Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur le — — de foyer de locomotive imaginé par Antoine FOILLARD, par Ed. SAUVAGE (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926) . . . . . IV 267
Charrues. Sur le versoir des —, par Max RINGELMANN . . . . V-384, XII 840
Chimistes. (Voir *Balzac.*)
Chloropicrine. (Voir *Cocons de vers à soie.*)
Cocons de vers à soie. Nouvelle expériences sur l'étouffage des — — — — — par la chloropicrine. Technique et campagne de 1925, par Gabriel BERTRAND . . . . . VI 480
Cokeries. (Voir *Fours à coke.*)
Collaboration. La — des patrons et des ouvriers aux États-Unis et ses conséquences économiques, par Ch. de FRÉMINVILLE, accompagné des rapports *in extenso* des syndicalistes britanniques composant la mission organisée par le *Daily Mail* (mars-avril 1926) . . . . . XI 751
Combustible. (Voir *Commission d'utilisation du —.*)
Commission d'utilisation du combustible. 11e rapport, par WALCKENAER et Armand MAYER . . . . . II 116
— — Les travaux de la Commission des économies de combustible de la Préfecture de la Seine et les économies réalisées dans les services de la Direction des travaux de Paris, par H. GIRAUD . . . . . II 117
Compresseur rotatif. Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur un — — imaginé et construit par M. R. PLANCHE, par Ed. SAUVAGE. I 25
— — (Compte rendu de la séance publique du 23 janvier 1926) . . II 134
Compteur à gaz « Sigma ». Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur M. Maximilien MOUROT, inventeur du — — — — à liquide incongelable, par A. RATEAU (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926) . . . . IV 267
Congo. Projet d'aménagement du fleuve —. Communication par le colonel P. van DEUREN (Compte rendu de la séance publique du 13 novembre 1926) XII 907
Congo belge. (Voir *Géologie.*)
Construction mécanique. La fatigue industrielle [et le prix de revient], par M. J. ANDROUIN. . . . . XII 831
Corde à nœuds. Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur un appareil dit « le Ouistiti », imaginé

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par M. Paul Cans en perfectionnement du système de la — — —, par Léon MASSON. . . . . I 17
— — (Compte rendu de la séance publique du 9 janvier 1926) . . II 130
— — (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). IV 267
Courants de haute fréquence. État actuel de la technique des — — — — dans ses rapports avec la radiotélégraphie (production, mesures, détection, amplification). Communication par R. JOUAUST (Compte rendu de la séance publique du 1er mai 1926). VI 498
— — (Mémoire) . . . . VII-VIII-IX 511
— Applications diverses de la technique de la haute fréquence. Communication par le général FERRIÉ (Compte rendu de la séance publique du 29 mai 1926). . . . . VI 503
— — (Mémoire). . . . . VII-VIII-IX 615
Croix-Rouge. Rapport, au nom du Comité de Commerce, sur la *Ligue des Sociétés de la* — —, et concluant à l'attribution à cette association de la grande médaille d'or à l'effigie de Chaptal, par E. GRUNER (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926) . . . . IV 244

D

Dentelles. (Voir *École de Dessin.*)
Douve. Maladie de la —. (Voir *Fougère mâle.*)

E

Éclairage. Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur les travaux de Maurice SAUREL concernant la technique de l'—, par Jean REY (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). IV 278
École de dessin. Rapport, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur l' — — — de la Chambre syndicale des dentelles et broderies de Paris, par Marcel MAGNE (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). IV 284
École supérieure de perfectionnement industriel. Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur l'organisation de l' — — — — —, par le lieutenant-colonel Paul RENARD (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). IV 271, 290
Écrou. (Voir *Vis.*)
Entomologie. Les récents progrès de l' — appliquée à l'agriculture en Italie, par B. TROUVELOT . . . . X 672
Essence. Des moyens d'économiser l' — d'importation. Communication par A. GREBEL (Mémoire) . . . VI 447
— — (Compte rendu de l'Assemblée générale du 12 juin 1926) . . . X 709
Étincelles. (Voir *Pare-suie.*)
Étudiants. (Voir *Maison des Étudiants, Sanatorium.*)
Explosions. Les effets mécaniques produits au voisinage du centre d'ébranlement des fortes —. Communication par Eugène BURLOT (Compte rendu de la séance publique du 30 octobre 1926). . . . . XI 810
— — (Mémoire). . . . . XII 854
— Sur la propagation des ondes des fortes explosions dans le sol et l'air (Expériences de la Courtine). Communication par Ch. MAURAIN (Compte rendu de la séance publique du 30 octobre 1926) . . . . . XI 811
— — (Mémoire) . . . . . XII 880
Expositions d'art industriel. Vœu de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale concernant l'organisation des futures — — —. . V 363
— (Voir *Jouets.*)

F

Fatigue industrielle. La — —, par M. J. ANDROUIN. . . . . XII 831
Fluor. Nouveau procédé de préparation du —. Communication par P. LEBEAU (Compte rendu de la séance publique du 27 novembre 1926). XII 910

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fougère mâle. L'emploi de l'extrait éthéré de — — contre la maladie de la douve, par M. MOUSSU (Extrait du procès-verbal de la séance du 9 décembre 1925 du Comité d'Agriculture). . . . . I 72
Fours à coke. Les récents progrès réalisés dans la construction et l'exploitation des — — —. Communication de Charles BERTHELOT. (Compte rendu de l'Assemblée générale du 12 décembre 1925). . . . . I 64
— — (Mémoire) . . . . . III 145
Fours électriques. Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur les recherches de M. Gustave RIBAUD sur les — — à induction de haute fréquence, par le général FERRIÉ (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). IV 251
Foyer français. Le — — et l'assimilation des étrangers. Communication par Paul RAPHAEL (Compte rendu de la séance du 7 janvier 1926 du Comité de Commerce) . . . . . II 140

G

Gaspillage. Une initiative américaine. La lutte contre le —, par Henry LE CHATELIER. . . . . IV 305
— La suppression des —, la « pratique simplifiée », ce qu'elle est, ce qu'elle peut donner. Traduction de l'anglais par M. E. LEMAIRE. . . . . IV 309
Gazogènes. Les progrès des — transportables et leur évolution probable. Communication par Joseph AUCLAIR (Compte rendu de la séance publique du 13 février 1926). . . . . III 208
— (Voir *Camions.*)
Générateurs aquatubulaires. Le calcul des dimensions à donner aux trappes d'expansion des — —, par M. BOCHET (Extrait du procès-verbal de la séance du 1er juin 1926 du Comité des Arts mécaniques). . . . . X 710
Géologie. Rapport, au nom du Comité de Commerce, sur les travaux géologiques de M. Paul FOURMARIER et en particulier sa carte géologique du Congo belge, par Jean Marc BEL (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). IV 287
Glaces. Les — marines, par J. ROUCH. I 32

H

Haute fréquence. (Voir *Courants de haute fréquence.*)
Houillères. Rapport, au nom du Comité de Commerce, sur le rôle prépondérant joué par M. Ernest CUVELETTE dans la restauration des — du Nord et du Pas-de-Calais, par Ed. GRUNER (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). . . . . IV 285

I

Industrie. La fatigue industrielle par M. J. ANDROUIN. . . . . XII 831
Italie. (Voir *Entomologie.*)

J

Jouet. Le village du — à l'Exposition internationale des Arts décoratifs de Paris, 1925, par Henry René d'ALLEMAGNE. . . . . V 399

L

Lampes à pétrole. Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur les — — — perfectionnées, imaginées par M. Paul ROSTAING par Jean CARPENTIER (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926) . . . . . IV 292
Lampes électriques « Norma ». Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur les — — — à incandescence précises et sans réglage pour phares d'automobiles de M. Antoine MARSAT et Alfred MONNIER, par Ch. FÉRY (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926) . . . . . IV 274, 292
Lampe « Opticia ». Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur la — —, n'émettant pas de radia-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tions ultra-violettes, imaginée par Maurice CURIE, par Ch. FÉRY (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926).. . IV 276
Laveur-malaxeur. (Voir *Baratte.*)
Locomotive. (Voir *Chargeur mécanique.*)

M

Mains. La protection des —. (Voir *Presses.*)
Maison des Étudiants de l'Université de Paris. Rapport, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur M. Lucien BECHMANN, architecte de la — — — — — — (Fondation Deutsch de la Meurthe), par Joseph BOURDEL (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). . . . . IV 281
— Rapport, au nom du Comité de Commerce, sur la collaboration de M. Georges GROMORT, à l'exécution de la — — — — — —, par Georges RISLER (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926).. . . . . IV 295
Manivelle. Travail de l'homme à la —, par Max RINGELMANN . . . . . XI 745
Marine marchande. L'amélioration de l'hygiène dans la ——, par Georges RISLER (Extrait du procès-verbal de la séance du 4 février 1926 du Comité de Commerce) . . . . . III 217
Maroc. Rapport, au nom du Comité d'Agriculture, sur les travaux de François MALET, directeur général de l'Agriculture au —, par Henri HITIER (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). . . . . IV 279
Matières colorantes. Rapport, au nom du Comité des Arts chimiques, sur le périodique la *Revue générale des — —, de la teinture, de l'impression, du blanchiment et des apprêts*, par M. PRUD'HOMME (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926) . . . . . IV 268
Matières grasses. Les — — de récupération. Communication par Charles DAVOUST (Compte rendu de la séance publique du 13 mars 1926). IV 351
— — (Mémoire). . . . . V 365
Moteurs à explosion. Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur les travaux de M. Pierre CLERGET sur les — — — pour l'aviation, par le lieutenant-colonel Paul RENARD (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926) . . . . . IV 269

N

Natalité. Compte rendu du VIIIe Congrès de la Natalité, Paris, 23-26 septembre 1926, par Georges RISLER (Extrait du procès-verbal de la séance du 4 novembre 1926 du Comité de Commerce) : . . . . . XII 913
Nécrologies.
M. Édouard BOURDON . . . . . II 134
M. Maurice ALFASSA. . . . . III 203
M. Paul BODIN . . . . . III 210
M. André HILLAIRET. III-212, IV 348
— —, par Jean REY . . . . . VI 425
M. H. KAMERLINGH ONNES . . . IV 349
M. Félix BRIOT . . . . . IV 354
M. Lucien BORDET . . . . . X 707
M. Pierre LARIVIÈRE. . . . . XII 898
M. Henri-Charles PETIT . . . XII 900

O

Orfèvrerie d'art. Rapport, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur les travaux d' — — de M. Armand RIVIR, par Marcel MAGNE (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). . . . . IV 296
Ouistiti. Le —. (Voir *Corde à nœuds.*)
Ouvriers. (Voir *Collaboration.*)

P

Pare-suie et pare-étincelles. Rapport, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur le « moine », appareil — — — — —, imaginé et construit par M. Jules LEMOINE, par Georges BECHMANN . . . . . I 30

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

— — (Compte rendu de la séance publique du 9 janvier 1926) . . . II 130
— — (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926) IV 296
Patrons. (Voir *Collaboration.*)
Pavage. La brique de — type U. S. A., par R. FERET (Extrait du procès-verbal de la séance du 27 avril 1926 du Comité des Constructions et des Beaux-Arts). . . . . V 410
Phares. (Voir *Lampes électriques « Norma ».*)
Photographie. (Voir *Appareil photographique.*)
Plâtre. Recherches sur le —, par L. CHASSEVENT . . . . . XI 789
Poinçonneuses à pédale. (Voir *Presses.*)
Pomme de terre. Rapport, au nom du Comité d'Agriculture, sur les travaux de M. Vital DUCOMET, relatifs à la sélection sanitaire de la — — —, par M. SCHRIBAUX (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). . . . . IV 258
Presses. Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur un dispositif créé par M. HELFENSTEIN pour la protection des mains dans le travail des — et des poinçonneuses à pédale, par Léon MASSON . . . I 21
— — (Compte rendu de la séance publique du 9 janvier 1926). . . II 130
— — (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). IV 267

R

Radioélectricité. L'industrie de la —, son importance, son évolution, ses besoins, son avenir. Communication par Paul BRENOT (Compte rendu de la séance publique du 20 mai 1926). VI 501
— — (Mémoire) . . . . VII-VIII-IX 595
Radiogoniométrie. (Voir *Télégraphie sans fil.*)
Radiotélégraphie. (Voir *Courants de haute fréquence.*)
Résonance des cavités. Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur les travaux de M. F. CHARRON concernant la — — —, par Gustave LYON (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). . . . . IV 290
Rideaux brodés. Rapport, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur les — — à transparence de perles de Mlle Marguerite LEHUCHER, par Marcel MAGNE (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). IV 297

S

Sahara occidental. (Voir *Afrique occidentale française.*)
Salon des Artistes décorateurs (Paris, 11 mai-8 juillet 1926), par Henry-René d'ALLEMAGNE (Extrait du procès-verbal de la séance du 27 mai 1926 du Comité des Constructions et des Beaux-Arts.). . . . . VI 504
Sanatorium des Étudiants de Saint-Hilaire-du-Touvet (Isère). Rapport, au nom du Comité de Commerce, sur le — — — — — —, par Georges RISLER (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926) . . . . . IV 286
Secrétage des poils de lapins. Le — — — — — employés en chapellerie, par Gabriel JOSSIER (Extrait du procès-verbal de la séance du 8 décembre 1925 du Comité des Arts chimiques) . . . . . I 68
— Le — — — — — — — — — — au moyen d'azotate d'urée, par Gabriel JOSSIER (Extrait du procès-verbal de la séance du 11 mai 1926 du Comité des Arts chimiques). . . . . VI 503
Société industrielle de Mulhouse. Discours prononcé le 5 juin 1926, à Mulhouse, à l'occasion de la célébration du centenaire de la fondation de la — — — —, par M. G. RISLER. XI 719
— (Voir *Administration, Comptes rendus, etc. : Comité de Commerce.*)
Stroborama. Le —, nouvel appareil stroboscopique à grand éclairage, ses

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

applications industrielles. Communication de Laurent et Augustin SÉGUIN (Mémoire). . . . . II 81
Suie. (Voir *Pare-suie.*)
Suspension pneumatique des véhicules. Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur le système de — — — —, imaginé par M. Jacques PATOUREAU, par M. J. ANDROUIN (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). IV 289
Syndicalisme. (Voir *Collaboration.*)

T

Tapisserie. Rapport, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur les modèles de — de M. Jean BEAUMONT, par Marcel MAGNE (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926. . . . . IV 257
Télégraphie sans fil. Applications pratiques de la — — — (postes fixes et mobiles, réseaux nationaux et internationaux, radiogoniométrie, télémécanique, téléphotographie. Communication par René MESNY (Compte rendu de la séance publique du 8 mai 1926) . . . . . VI 499
— — (Mémoire) . . . . VII-VIII-IX 538
Télémécanique. (Voir *Télégraphie sans fil.*)
Téléphonie. Le système de — secrète imaginé par M. Émile POIRSON, par le général G. A. FERRIÉ (Extrait du procès-verbal de la séance du 14 janvier 1926 du Comité des Arts économiques) . . . . . II 137
— — (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). . . . . IV 253
Téléphonie sans fil. Applications pratiques de la — — — (diffusion, postes fixes et postes mobiles, navires, avions, chemins de fer, téléphonie hertzienne sur fil). Communication par le commandant L. JULLIEN (Compte rendu de la séance publique du 15 mai 1926). . . . . VI 501
— — (Mémoire) . . . . .VII-VIII-IX 564
Téléphotographie. (Voir *Télégraphie sans fil.*)
Traction électrique par accumulateurs. L'application aux véhicules routiers de la — — —, la voiture A. E. M. modèle 1926. Communication de R. RETEL (Compte rendu de la séance publique du 23 janvier 1926) . . II 135
— — (Mémoire) . . . . . III 184
— État actuel de la — — — — en France, par A. MAUREAU . . . . X 647
(Voir *Autobus.*)
Trappes d'expansion. (Voir *Générateurs aquatubulaires.*)
Tourbe. Possibilities for the commercial Utilization of Peat (Débouchés pour l'utilisation commerciale de la —). Note bibliographique, par E. SAUVAGE . . . . . X 671
Trottoirs roulants. Les différents types de — — proposés pour Paris, par G. COLMET-DAÂGE (Extrait du procès-verbal de la séance du 15 décembre 1925 du Comité des Constructions et des Beaux-Arts). . . I 75
Turbines hydrauliques. Méthode thermométrique pour la mesure du rendement des — — imaginée par M. Émile POIRSON, par le général G. A. FERRIÉ (Extrait du procès-verbal de la séance du 14 janvier 1926 du Comité des Arts économiques) . . . . . II 138

V

Véhicules routiers. (Voir *Automobiles électriques, Suspension pneumatique, Traction par accumulateurs*)
Vernis cellulosiques. Les récentes applications des — —, application à la carrosserie automobile. Communication de L. CLÉMENT et C. RIVIÈRE (Mémoire). . . . . II 101
— — (Compte rendu de la séance publique du 27 février 1926) . . . III 213
Verrerie artistique. Rapport, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur les travaux de — — de M. Jean PERZEL, par Marcel MAGNE (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 27 mars 1926). IV 297

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Vers à soie. (Voir *Cocons.*)
Vie chère. La brochure de propagande de M. Jules RICHARD : « *La vérité sur la — — . La solution : 12 milliards en une année offerts à la Caisse d'Amortissement par les ouvriers et les patrons* », par Georges RISLER (Extrait du procès-verbal de la séance du 4 février 1926 du Comité de Commerce). . . . . III 213
Violonista. Le —, appareil pneumatique (brevets E. Aubry et G. Boreau) réalisant automatiquement, avèc un violon et un archet normaux, le jeu du violoniste. Communication par Gabriel BOREAU (Compte rendu de la séance publique du 20 mars 1926). IV 357
— — (Mémoire) . . . . . VI 431
Vis. La — et l'écrou dans l'histoire des peuples, par Ch. ZETTER . . X 637

L'agent général, gérant,
E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires