

Titre général : Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale

Titre du volume : 1927. 1er et 2e semestre

Mots-clés : Progrès scientifique et technique ; Innovations * France * 1900-1945

Description : 834 p. : ill., 1 dépl. hors texte ; 26 cm

Adresse : Paris : Société d'encouragement pour le développement de l'industrie nationale, 1927

Cote de l'exemplaire : BSPI. 141

URL permanente : <http://cnum.cnam.fr/redir?BSPI.141>

BULLETIN BSPi 141
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

1927

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 (6^e ARR.)

—
1927

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 1927

MEMBRES TITULAIRES

Bureau.

Président.

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

Vice-présidents.

1908. — BERTRAND (Gabriel) (O. ✱), membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences et à l'Institut Pasteur, 61, boulevard des Invalides (7^e arr^t).
1909. — D^r BORDAS (F.) (C. ✱), professeur suppléant au Collège de France 58, rue Notre-Dame-des-Champs (6^e arr^t).
1917. — MANGIN (Louis) (O. ✱), membre de l'Institut, directeur du Muséum national d'Histoire naturelle, 57, rue Cuvier (3^e arr^t).
1908. — BOURDEL (Joseph) (O. ✱), imprimeur-éditeur, 10, rue Garancière (3^e arr^t).
1913. — ROY (F.) (O. ✱), président de l'Union textile, vice-président du Comité consultatif des Arts et Manufactures, 24, place Malesherbes (17^e arr^t).

Année
de l'entrée
au Conseil.

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

Trésorier.

1906. — ALBY (O. *), ancien Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 53, boulevard Lannes (16^e arr^t).

Censeurs.

1915. — DE ROUSIERS (Paul) (*), professeur à l'École des Sciences politiques, 12, rue de Bourgogne (7^e arr^t).
1924. — HERRENSCHMIDT (Jacques), fabricant de cuirs teints, 138, rue de Courcelles (17^e arr^t).

Commission des Fonds.

1903. — LAFOSSE (H.) (O. *), membre de l'Académie d'Agriculture, Inspecteur général des Eaux et Forêts, *Président*, 61, rue de Vaugirard (6^e arr^t).
1887. — PEREIRE (Henry), Ingénieur des Arts et Manufactures, vice-président de la Compagnie des Chemins de fer du Midi, 33, boulevard de Courcelles (8^e arr^t).
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, 144, boulevard Malesherbes (17^e arr^t).
1892. — HEURTEAU (O. *), Ingénieur en chef des Mines, directeur honoraire de la Compagnie du Chemin de fer d'Orléans, 17, rue de Clichy (9^e arr^t).
1906. — ALBY (O. *), ancien Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 53, boulevard Lannes (16^e arr^t).
1908. — BIVER (Comte), Ingénieur des Arts et Manufactures, 14, rue de Prony (17^e arr^t).
1923. — CORNU-THÉNARD (André) (*), ancien Ingénieur des Manufactures de l'Etat, professeur à l'École nationale supérieure des Mines, 6, place Saint-Sulpice (6^e arr^t).
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 (8^e arr^t).
1926. — JURIEN DE LA GRAVIÈRE (Pierre), ancien officier de marine, administrateur de la Société centrale de la Dynamite et de la Compagnie de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons, 103, avenue Henri-Martin (16^e arr^t).

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*, 14, rue Eugène-Flachat (17^e arr^t).
1897. — BARBET (C. ✱), ingénieur, 47, rue de Liège (8^e arr^t).
1898. — MASSON (L.) (O. ✱), ingénieur civil, directeur en congé hors cadre du Conservatoire des Arts et Métiers, 22, rue Alphonse-de-Neuville (17^e arr^t).
1900. — WALCKENAER (O. ✱), Inspecteur général des Mines, 218, boulevard Saint-Germain (7^e arr^t).
1901. — RATEAU (C. ✱), membre de l'Institut, ancien ingénieur au Corps des Mines, 10 *bis*, avenue Elisée-Reclus (7^e arr^t).
1906. — LECORNU (Léon) (C. ✱), membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, professeur à l'École polytechnique, 3, rue Gay-Lussac (5^e arr^t).
1913. — DANTZER (James) (O. ✱), ingénieur, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, 17, avenue Sainte-Foy, à Neuilly-sur-Seine (Seine).
1916. — DE FRÉMINVILLE (Charles), Ingénieur des Arts et Manufactures, 18, rue Pierre-Curie (5^e arr^t).
1918. — GUILLERY (✱), ingénieur, directeur des Établissements Malicet et Blin, 111, rue de Flandre (19^e arr^t).
1922. — KOENIGS (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 (14^e arr^t).
1922. — ANDROUIN (M.-J.) (☉), ingénieur-conseil, 44, rue Dombasle (15^e arr^t).
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 (7^e arr^t).
1925. — ERNAULT (Henri) (✱), Ingénieur des Arts et Manufactures, ancien président du Syndicat des Mécaniciens, Chaudronniers et Fondateurs de France, 169, rue d'Alésia (14^e arr^t).
1925. — DUMANOIS (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 (19^e arr^t).

Année
de l'entrée
au Conseil.

Comité des Arts chimiques.

1885. — LE CHATELIER (Henry) (C. ✱), membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, professeur à la Faculté des Sciences, *Président*, 75, rue Notre-Dame-des-Champs (6^e arr^t).
1900. — BACLÉ (O. ✱), Ingénieur civil des Mines, 57, rue de Châteaudun (9^e arr^t).
1905. — PRUD'HOMME (✱), chimiste, ancien élève de l'École polytechnique, 78, avenue de la Grande-Armée (17^e arr^t).
1907. — GUILLET (C. ✱), membre de l'Institut, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, directeur de l'École centrale des Arts et Manufactures, 1, rue Montgolfier (3^e arr^t).
1908. — BERTRAND (Gabriel) (O. ✱), membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences et à l'Institut Pasteur, 61, boulevard des Invalides (7^e arr^t).
1911. — TRILLAT (A.) (C. ✱), chef de laboratoire à l'Institut Pasteur, 25, rue Dutot (15^e arr^t).
1912. — DELLOYE (Lucien) (O. ✱), directeur général des Glaceries de la C^e de Saint-Gobain, 1, place des Saussaies (8^e arr^t).
1913. — LOEBNITZ (J.) (O. ✱), fabricant de faïences artistiques, 4, rue Pierre-Levée (11^e arr^t).
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 (8^e arr^t).
1915. — PAGÈS (Albert) (✱), ancien président du Syndicat général des Produits chimiques, 34, boulevard Henri-IV (4^e arr^t).
1917. — CHESNEAU (Gabriel) (C. ✱), Inspecteur général des Mines, directeur de l'École nationale supérieure des Mines, 60, boulevard Saint-Michel (6^e arr^t).
1921. — CHARPY (Georges) (O. ✱), membre de l'Institut, professeur à l'École polytechnique, 123, rue de Lille (7^e arr^t).
1924. — JOSSIER (Gabriel) (✱), Ingénieur des Arts et Manufactures, président de la Chambre syndicale des Cuirs et Peaux de Paris, 19, rue Béranger (3^e arr^t).
1925. — BOYOD (Émile) (O. ✱), Ingénieur des Arts et Manufactures, directeur général de la Compagnie des Produits chimiques d'Alès et de la Camargue, 126, rue La-Boétie (8^e arr^t).
1925. — MICHELIN (André) (✱), Ingénieur E.C.P., de la maison Michelin et C^e, 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 (17^e arr^t).
1925. — KESTNER (Paul), ingénieur, 38, rue Ribéra (16^e arr^t).

Année
de l'entrée
au Conseil.

Comité des Arts économiques.

- 1876. — SEBERT (Général H.) (C. ✱), membre de l'Institut, *Président*, 14, rue Brémontier (17^e arr^t).
- 1897. — LYON (O. ✱), administrateur délégué de la Société Pleyel, 22, rue Rochechouart (9^e arr^t).
- 1907. — BERTHELOT (Daniel), membre de l'Institut, 168, boulevard Saint-Germain (6^e arr^t).
- 1909. — BORDAS (D^r F.) (C. ✱), professeur suppléant au Collège de France, 58, rue Notre-Dame-des-Champs (6^e arr^t).
- 1909. — RENARD (Paul) (O. ✱), lieutenant-colonel du Génie territorial, 8 *bis*, rue de l'Eperon (6^e arr^t).
- 1910. — MARRE (O. ✱), ingénieur-mécanicien, 72, boulevard de Courcelles (17^e arr^t).
- 1910. — FÉRY (✱), professeur honoraire de l'École municipale de Physique et de Chimie, 28, rue de l'Arbalète (5^e arr^t).
- 1915. — ARNOULD (Pierre) (O. ✱), ingénieur-conseil, commissaire expert du Gouvernement pour l'examen des contestations en douane, 31, rue Bonaparte (6^e arr^t).
- 1916. — LEGOUËZ (Raynald) (C. ✱), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 25, rue Molitor (16^e arr^t).
- 1917. — ZETTER (Charles) (✱), Ingénieur des Arts et Manufactures, 49, rue de Maubeuge (9^e arr^t).
- 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 C^{ie}, 26, avenue de Suffren (15^e arr^t).
- 1922. — BRETON (Jules), sénateur, membre de l'Institut, directeur des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions, 81 *bis*, boulevard Soult (12^e arr^t).
- 1922. — FERRIÉ (Général G. A.) (O. ✱), membre de l'Institut, Inspecteur général de la Télégraphie militaire, 2, square Latour-Maubourg (7^e arr^t).
- 1925. — CARPENTIER (Jean) (✱), administrateur-délégué de la Société « Ateliers J. Carpentier », 34, rue Guynemer (6^e arr^t).
- 1926. — GARNIER (Maurice) (O. ✱, I. ✱), Ingénieur en chef d'Artillerie navale, Direction centrale d'Artillerie navale au Ministère de la Marine, 10, rue Valentin-Haüy (15^e arr^t).

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 (6^e arr^t).

Année
de l'entrée
au Conseil.

1901. — RINGELMANN (O. ✱), Ingénieur-agronome, membre de l'Académie d'Agriculture, directeur de la Station d'Essais de Machines, 2, avenue de Saint-Mandé (12^e arr^t).
1901. — HITIER (Henri) (✱), Ingénieur-agronome, secrétaire perpétuel de l'Académie d'Agriculture, professeur à l'Institut national agronomique, 6, rue du Général-Foy (8^e arr^t).
1903. — SCHRIBAUX (E.) (C. ✱), Ingénieur-agronome, membre de l'Académie d'Agriculture, professeur à l'Institut national agronomique, 140 *bis*, rue de Rennes (6^e arr^t).
1905. — DYBOWSKI (O. ✱), Inspecteur général de l'Agriculture coloniale, membre de l'Académie d'Agriculture, 24, rue de Brie, Mandres (Seine-et-Oise).
1906. — GIRARD (A.-Ch.) (O. ✱), Ingénieur-agronome, membre de l'Académie d'Agriculture, professeur à l'Institut national agronomique, 60, rue Madame (6^e arr^t).
1906. — WERY (Georges) (O. ✱), Ingénieur-agronome, membre de l'Académie d'Agriculture, directeur de l'Institut national agronomique, 6, rue Joseph-Bara (6^e arr^t).
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 (7^e arr^t).
1913. — 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 (7^e arr^t).
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 (5^e arr^t).
1917. — HITIER (Joseph) (✱), professeur à la Faculté de Droit et à l'Institut national agronomique, 19, rue Servandoni (6^e arr^t).
1917. — MANGIN (Louis) (O. ✱), membre de l'Institut et de l'Académie d'Agriculture, directeur du Muséum national d'Histoire naturelle, 57, rue Cuvier (5^e arr^t).
1917. — MOUSSU (✱), membre de l'Académie d'Agriculture, professeur à l'École vétérinaire d'Alfort, à Alfort (Seine).
1922. — KAYSER (Edmond) (O. ✱), directeur du Laboratoire de Fermentation à l'Institut national agronomique, 9 *bis*, rue d'Assas (6^e arr^t).
1926. — BRUNEHANT (Louis), agriculteur, 19, boulevard Pasteur, Soissons (Aisne).

Comité des Constructions et des Beaux-Arts.

1907. — MESNAGER (A.) (C. ✱), membre de l'Institut, Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite, *Président*, 182, rue de Rivoli (1^{er} arr^t).
1903. — MAES (Georges) (✱), manufacturier, 45, rue de Courcelles (8^e arr^t).

Année
de l'entrée
au Conseil.

1908. — HERSENT (Georges) (O. ✱), Ingénieur des Arts et Manufactures, 60, rue de Londres (8^e arr^t).
1908. — BOURDEL (Joseph) (O. ✱), imprimeur-éditeur, ancien juge au Tribunal de Commerce, 10, rue Garancière (6^e arr^t).
1908. — D'ALLEMAGNE (Henry) (✱), archiviste-paléographe, bibliothécaire honoraire de l'Arsenal, 30, rue des Mathurins (8^e arr^t).
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 (7^e arr^t).
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 (7^e arr^t).
1919. — MAGNE (Marcel) (O. ✱), professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, conseiller technique de l'Exposition internationale des Arts décoratifs de Paris 1925, 34, quai de Béthune (4^e arr^t).
1919. — BECHMANN (Georges) (C. ✱), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées en retraite, membre de l'Académie d'Agriculture, 52, avenue Victor-Hugo (16^e arr^t).
1922. — PLUMET (Charles) (C. ✱), architecte, architecte en chef de l'Exposition internationale des Arts décoratifs de Paris 1925, 49, avenue Victor-Hugo (16^e arr^t).
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 DAÛGE (Gaston) (O. ✱, ̂), Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite, 198, boulevard Saint-Germain (7^e arr^t).
1926. — LUMIÈRE (Louis) (C. ✱), membre de l'Institut, industriel, 156, boulevard Bineau, Neuilly-sur-Seine (Seine).
1927. — MICHEL-SCHMIDT (✱, ̂, ̂, ̂), 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).
1927. — SCHNEIDER (Charles) (✱), artiste, maître de verrerie, 70, avenue du Chemin-de-fer, Epinay-sur-Seine (Seine).

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 (7^e arr^t).
1897. — PAULET (G.) (C. ✱), ancien conseiller d'État, administrateur du

Année
de l'entrée
au Conseil.

- 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, (16^e arr^t).
1899. — LÉVY (Raphaël-Georges) (O. ✱), sénateur, membre de l'Institut, 3, rue de Noisiel (16^e arr^t).
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-Élysées (8^e arr^t).
1913. — ROY (Ferdinand) (O. ✱), président de l'Union textile, vice-président du Comité consultatif des Arts et Manufactures, membre de la Commission supérieure du Travail, 24, place Malesherbes (17^e arr^t).
1913. — RICHEMOND (Pierre) (O. ✱), ingénieur-constructeur, 49, rue Ampère (17^e arr^t).
1915. — DE ROUSIERS (Paul) (✱), professeur à l'École des Sciences politiques, 12, rue de Bourgogne (7^e arr^t).
1924. — ROUME (Ernest) (G. C. ✱), gouverneur général honoraire des Colonies, 1, avenue Montaigne (8^e arr^t).
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 (17^e arr^t).
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 (16^e arr^t).
1924. — JULHET (Édouard) (✱), ingénieur-conseil à la Banque de l'Union parisienne, 95, rue de Lille (7^e arr^t).
1924. — BEL (Jean-Marc) (O. ✱), Ingénieur civil des Mines, vice-président de la Société française des Ingénieurs coloniaux, ingénieur-conseil, 90, rue d'Amsterdam (9^e arr^t).
1925. — LACQIN (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 (7^e arr^t).
1925. — LYAUTEY (G. C. ✱, ✱), maréchal, membre de l'Institut, 5, rue Bonaparte (6^e arr^t).
1926. — 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 (18^e arr^t).

Année
de l'entrée
au Conseil.

Commission du Bulletin.

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

Agent général de la Société.

1913. — LEMAIRE (Eugène) (*, ✕), Ingénieur des Arts et Manufactures, 44, rue de Rennes (6^e arr^t). — Téléphone : Fleurus-55-61.

MEMBRE HONORAIRE DU CONSEIL

Comité des Arts chimiques.

1889. — VIEILLE (G. O. ✕), membre de l'Institut, 16, avenue Pierre-I^{er}-de-Serbie (16^e arr^t).

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 Etablissements Leflaive, La Chaléassière, Saint-Etienne (Loire).

1913. — SCHUBERT (Adrien) (*, ✕, ✕), Ingénieur des Arts et Manufactures, de la maison F. Bapterosses et C^{ie}, 6, rue Fourcroy, Paris (17^e arr^t).

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.

Correspondant français.

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

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).

Année de
la nomination.

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 14° (Espagne).
1922. — HANNON (Édouard), Ingénieur honoraire des Ponts et Chaussées (Belgique), gérant de la Société Solvay et C^{ie}, 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 Liège, 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 (D^r Claude) (*), sénateur, docteur-médecin, 242, boulevard Saint-Germain, Paris (7^e arr^t).
1919. — FÉROL (Comte Jean-Emile DE), administrateur-délégué de la Société française d'Incandescence par le Gaz (Système Auer), 21, rue Saint-Fargeau, Paris (20^e arr^t).
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. — VISSEUX (Jacques), industriel, 88 et 90, quai Pierre-Scize, Lyon (Rhône).
1926. — LEQUEUX (Raoul) (*), Ingénieur des Arts et Manufactures, ingénieur-constructeur de matériel de laboratoire, 64, rue Gay-Lussac, Paris (5^e arr^t).
1927. — JANVIER (Marie-Charles), lieutenant-colonel d'artillerie honoraire, 137, avenue Malakoff, Paris (16^e arr^t).

Année de
la nomination.

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 (8^e arr^t).
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).
1907. — MONICAULT (Pierre de) (☼), Ingénieur-agronome, membre de l'Académie d'Agriculture, agriculteur, 9, rue Jean-Goujon, Paris (8^e), et à Versailleux (Ain).
1919. — FAUCON (Paul), membre de l'Académie d'Agriculture et du Conseil supérieur de l'Agriculture, 16, rue Lagrange, Paris (5^e arr^t), et à La Fauconnerie (Tunisie).
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 Etablissements Simon frères à Cherbourg, industriel, 43, rue de l'Alma, Cherbourg (Manche).

Année de
la nomination.

Comité des Constructions et des 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 (16^e arr^t).
1925. — LEINEKUGEL LE COCQ (G.), Ingénieur principal de la Marine, ingénieur-constructeur, « Les Tilleuls », Chateaufort-sur-Loire (Loiret).

Comité de Commerce.

Correspondant français.

1927. — HARDY (Georges) (✱), ancien élève de l'École normale supérieure, directeur de l'École coloniale, 2, avenue de l'Observatoire, Paris (6^e arr^t).

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).

SUR LA PRÉPARATION INDUSTRIELLE DU FLUOR

par

M. P. LEBEAU,

professeur à la Faculté de Pharmacie de Paris⁽¹⁾.

Le 26 juin 1886, HENRI MOISSAN faisait connaître, dans une communication à l'Académie des Sciences, l'isolement de l'élément fluor⁽²⁾.

Qu'il me soit permis de rappeler, après 40 années, cette courte note qui avait pour titre : *action d'un courant électrique sur l'acide fluorhydrique anhydre* et qui était ainsi rédigée :

« En soumettant à l'électrolyse, au moyen du courant d'une pile de 30 éléments Bunsen, dans un tube en U en platine, l'acide fluorhydrique préparé par le procédé de M. Frémy et avec toutes les précautions indiquées par ce savant, on obtient, en opérant à -50° :

« Au pôle négatif : un dégagement d'hydrogène facile à caractériser;

« Au pôle positif : un courant continu d'un gaz présentant les propriétés suivantes : en présence de mercure, absorption complète avec formation de protofluorure de mercure de couleur jaune clair;

« En contact avec l'eau, décomposition de cette dernière avec production d'ozone.

« Le phosphore s'enflamme en présence de ce gaz fournissant des fluorures de phosphore.

« Le soufre s'échauffe et fond rapidement.

« Le carbone semble être sans action.

« Le chlorure de potassium fondu est attaqué à froid avec dégagement de chlore.

« Enfin, le silicium cristallisé, lavé à l'acide azotique et à l'acide fluorhydrique, prend feu au contact de ce gaz et brûle avec éclat en produisant du fluorure de silicium.

« L'électrode en platine iridié formant le pôle positif est fortement rongée, tandis que l'électrode de platine du pôle négatif est intacte.

(1) Conférence faite en séance publique par l'auteur le 27 novembre 1926.

(2) H. MOISSAN, *C. R. de l'Académie des Sciences*, 1886, t. 102, p. 1543.

« On me permettra de ne pas tirer de conclusions définitives de cette action du courant sur l'acide fluorhydrique; je ne fais qu'indiquer aujourd'hui ces premiers résultats; je continue ces recherches et j'espère soumettre bientôt de nouvelles expériences sur ce sujet au jugement de l'Académie. »

Le 19, puis le 26 juillet suivant, deux notes complémentaires venaient démontrer que le gaz obtenu était bien le fluor⁽³⁾.

D'autre part, Henri Moissan reconnaissait que dans ces essais, la conductibilité de l'acide fluorhydrique anhydre était due à la présence, dans ce liquide, de fluorure acide de potassium à l'état dissous. Aussi, précisait-il

que pour obtenir un liquide conducteur, il était nécessaire d'ajouter, avant l'expérience, une petite quantité de ce sel acide séché et fondu.

Les conditions de l'expérience fondamentale aboutissant à l'isolement du fluor, étaient donc ainsi fixées, à savoir :

Décomposition, sous l'influence du courant électrique, dans un appareil en platine ayant la forme d'un tube en U, de l'acide fluorhydrique anhydre rendu conducteur par addition de fluorure acide de potassium, le courant étant fourni par 20 éléments Bunsen et la température du tube étant maintenue à -50° .

L'électrode négative en pla-

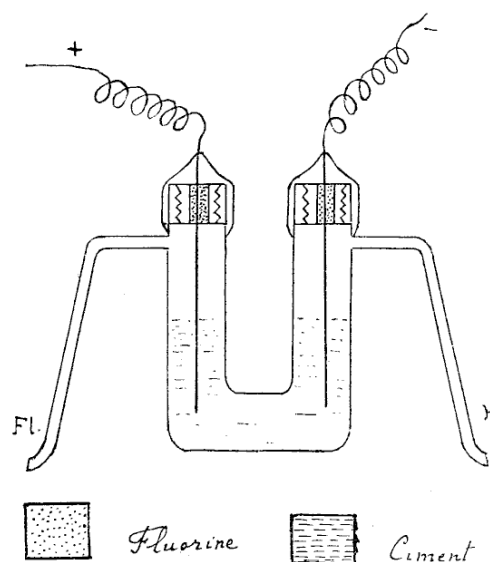


Fig. 1. — Appareil original de Moissan.
(Les signes conventionnels des figures 1 et 2
sont valables jusqu'à la figure 7 incluse.)

tine et l'électrode positive en un alliage de platine à 10 p. 100 d'iridium, étaient serties dans des bouchons de fluorine. Une reproduction de l'appareil original se trouve représentée sur la figure 1.

Telles sont les premières indications données par Moissan pour la préparation du fluor.

C'est avec cet appareil simple, dont seuls les dimensions et quelques détails de construction sont changés, que Moissan⁽⁴⁾ prépare, pendant plus de 10 années, le fluor dont il ne cesse de poursuivre l'étude. La réfrigération

(3) H. MOISSAN, *C. R. de l'Académie des Sciences*, 1886, t. 103, p. 202 et 256.

(4) H. MOISSAN, *C. R. de l'Académie des Sciences*, 1889, t. 109, p. 861.

est améliorée par la substitution au chlorure de méthyle, du mélange d'acétone et de neige carbonique.

En 1899, il reconnaît que l'acide fluorhydrique anhydre n'attaque pas le cuivre à la température ordinaire⁽³⁾, constatation qui le conduisit au remplacement du platine par le cuivre pour le tube en U. Le platine devait subsister comme métal des électrodes, le cuivre se recouvrant, dès le passage du courant, d'un enduit isolant de fluorure du cuivre interrompant complètement l'électrolyse.

Moissan décrit alors l'appareil définitif qu'il utilise jusque dans ses

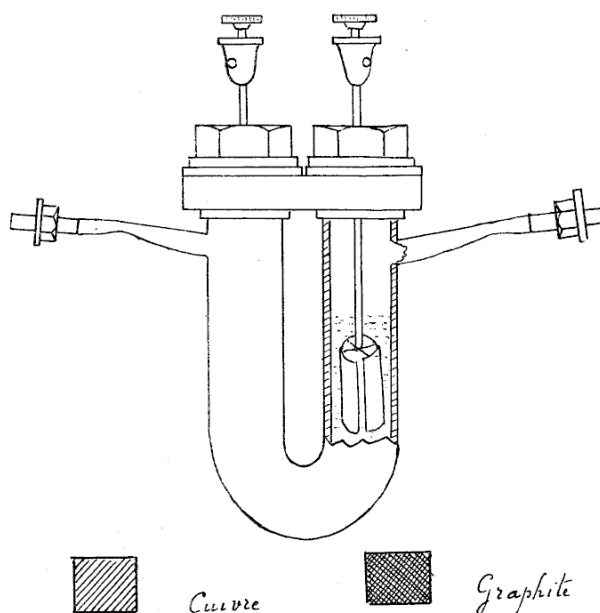


Fig. 2. — Appareil définitif de Moissan.

dernières recherches (fig. 2). Cet appareil, qui peut contenir environ 200 cm³ d'acide fluorhydrique anhydre, additionné de fluorure acide de potassium, permet d'obtenir pendant plusieurs heures un courant régulier de fluor, avec un débit de 1 à 2 litres à l'heure. Il a servi à Moissan et à ses collaborateurs pour étendre nos connaissances sur les propriétés du fluor et pour préparer un grand nombre des combinaisons de cet élément.

L'étude de la préparation du fluor fut reprise par différents auteurs, dont les premiers ne firent que modifier le dispositif de Moissan, sans changer ni la nature de l'électrolyte, ni celle des électrodes.

(3) H. MOISSAN, *C. R. de l'Académie des Sciences*, 1899, t. 123, p. 1543.

126^e année. — Janvier 1927.

Ce furent tout d'abord CAMILLE POULENC et M. MESLANS⁽⁶⁾ qui, en 1900, envisagèrent la construction d'un appareil permettant une préparation à allure industrielle du fluor. Cet appareil était constitué par une série d'électrolyseurs, dont une unité fut réalisée et proposée pour obtenir le fluor dans les laboratoires. Ce dispositif (fig. 3) comprend une cuve électrolytique,

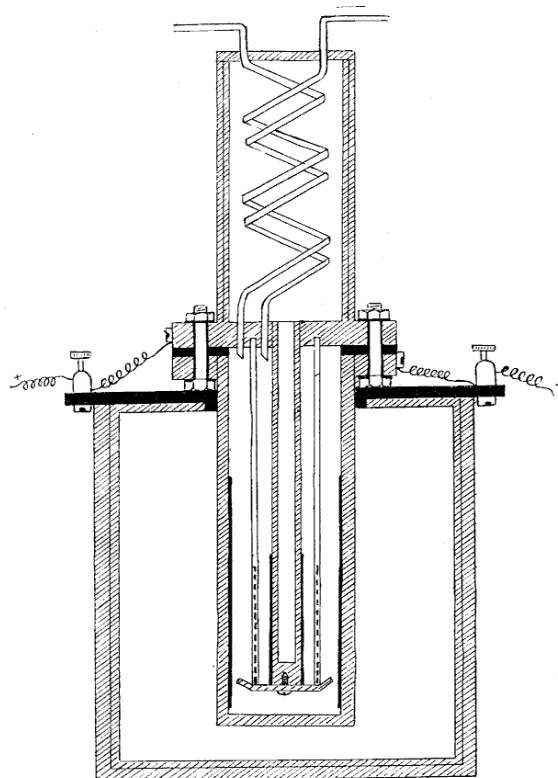


Fig. 3. — Appareil de Poulenc et Meslans.

formée par un vase cylindrique en cuivre servant de cathode et plongeant dans un bain réfrigérant. Le récipient cathodique est fermé par un couvercle en cuivre, fixé au moyen de boulons isolés, avec interposition d'un joint isolant en caoutchouc. A ce couvercle, sont soudés : un tube de cuivre ajouré à la partie inférieure, destiné à constituer un diaphragme, et un autre tube de même métal, terminé par un manchon de platine pour la partie en contact avec l'électrolyte et qui doit former l'anode. La cavité cathodique et la cavité anodique portent chacune un tube de dégagement traversant un réfrigérant disposé au-dessus du couvercle. Ce réfrigérant est aussi en communication avec l'intérieur du tube servant d'anode. Le couvercle, le cylindre de cuivre perforé, ainsi que le tube central anodique, constituent, dans leur ensemble, au début de l'électrolyse, le pôle positif; mais toutes les parois de cuivre plongeant dans le bain, sont, au moment du passage du courant, recouvertes d'un enduit de fluorure de cuivre parfaitement isolant qui les élimine du circuit, de telle sorte que le cylindre annulaire fonctionne uniquement comme collecteur du fluor produit.

Cette formation d'un enduit isolant était d'ailleurs l'une des causes de la

(6) C. POULENC ET M. MESLANS, *Revue générale de l'Acétylène*, 1900, p. 229.

possibilité d'emploi du tube de cuivre en forme d'U de l'appareil de Moissan⁽⁷⁾. C. Poulenc et Meslans ont eu l'ingéniosité de l'utiliser pour isoler du circuit leur diaphragme de cuivre.

En 1910, GINO GALLO, supposant que l'appareil de C. Poulenc et Meslans se prêtait mieux aux besoins du laboratoire, essaya de l'employer; mais il lui fut, paraît-il, impossible d'obtenir un isolement suffisant des deux électrodes. Nous avons vu fonctionner cet appareil à l'Exposition universelle de Paris de 1900, et l'insuccès du chimiste italien ne peut être attribué qu'à de mauvaises conditions expérimentales. Cet insuccès entraîna la naissance d'un nouvel appareil à fluor, remarquable tout au moins par sa simplicité⁽⁸⁾.

L'électrolyte, qui peut n'être constitué que par quelques grammes du mélange de fluorure acide de potassium et d'acide fluorhydrique anhydre, est placé dans un creuset de platine de 50 cm³ de capacité. Ce creuset porte un couvercle de soufre traversé par un petit cylindre fait d'une feuille de platine, perforée à la partie inférieure plongée dans l'électrolyte, et il est fermé, en bas, par un disque de platine ou de soufre. L'autre extrémité porte un bouchon de fluorure de calcium fondu, à travers lequel passent l'anode formée par un fil de platine enroulé en spirale et un tube en cuivre pour le départ du fluor. Un autre tube de même métal traversant le couvercle de soufre dans l'espace compris entre le tube central et la paroi du creuset, sert au dégagement de l'hydrogène. Les deux tubes de cuivre se rapprochent en formant un double serpentín ascendant, baigné par un mélange réfrigérant. L'acide fluorhydrique est introduit dans l'appareil par une ouverture pratiquée dans le couvercle de soufre; on l'additionne, dans le creuset même, de la quantité nécessaire de fluorure de potassium. On procède ensuite à l'obturation de l'orifice ayant servi à cette introduction, au moyen d'un bouchon de soufre qui, fondu partiellement, se soude au couvercle et constitue ainsi une fermeture hermétique. L'auteur a pu préparer du fluor en utilisant, sous 40 V, 2 à 3 A. Son appareil est évidemment très simple et relativement peu coûteux, mais il ne constitue, en somme, qu'un appareil de démonstration, bon seulement pour quelques expériences de cours.

Parmi les chercheurs qui, après Moissan, ont apporté une importante contribution à la chimie du fluor, il convient de citer OTTO RUFF qui, depuis 1903, a publié, seul ou avec ses élèves, de nombreux travaux sur les propriétés du fluor et des fluorures métalloïdiques et métalliques. Il apparaît, à

(7) Le tube en U de platine de Moissan permettait l'électrolyse, par suite de la formation, à sa surface interne en contact avec le bain, d'un enduit solide de fluorure acide. Ce sel, peu conducteur, mettait, en somme, la paroi hors circuit.

(8) GINO GALLO, *Atti della R. Accad. dei Lincei*, 1910 (5), t. 19, p. 206.

la lecture de ses mémoires, qu'il a constamment employé, pour obtenir le fluor, l'appareil de Moissan. Toutefois, on trouve dans son livre sur *La chimie du fluor*⁽⁹⁾, paru en 1920, la description d'un dispositif rappelant celui

de C. Poulenc et Meslans. Il a voulu, dit-il, en corriger les défauts, et aussi réaliser l'isolement de l'anode et du diaphragme (fig. 4).

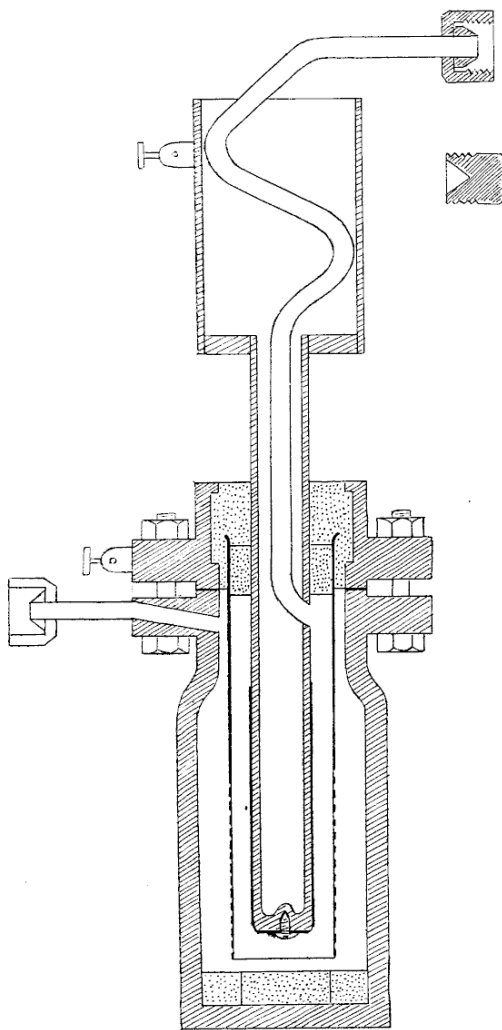


Fig. 4. — Appareil de Otto Ruff.

Un récipient de cuivre, contenant l'acide fluorhydrique, porte un système de fermeture analogue à celui de l'une des branches de l'appareil Moissan. Au centre, est l'anode creuse du type de l'appareil Poulenc et Meslans, autour de laquelle se trouve le diaphragme séparé par un isolant constitué par un anneau de fluorine comprimée et imprégnée de cérésine chaude, dans la proportion de 6 parties de fluorine pour une partie de cérésine. La partie centrale de l'appareil est elle-même noyée dans cette même matière isolante et forme un tout avec une monture annulaire en cuivre, pour assurer l'étanchéité de la cuve électrolytique. Le joint entre le couvercle et cette dernière, est obtenu par compression entre deux parties planes d'un anneau de cuivre mou. Le fond du récipient cathodique est recouvert d'une couche de l'isolant dont la composition a été donnée ci-dessus, afin d'éviter qu'il intervienne dans l'électrolyse. Otto Ruff reconnaît que cet

appareil ne donne pas encore entière satisfaction et que, notamment, le mélange de fluorine et de cérésine s'abîme après quelques jours et se fissure ensuite avec augmentation de volume,

(9) OTTO RUFF, *Die Chemie des Fluors*, Verlag von Julius Springer, Berlin, 1920.

comme si la fluorine était capable de donner des fluorures acides. Cet appareil, en marche normale, travaille avec 7 A environ sous 30 à 35 V. Son étude au point de vue du rendement et de l'usure du platine fut interrompue par la guerre.

Aucun perfectionnement sérieux ne semble avoir été réellement obtenu dans la préparation du fluor pendant cette première période.

Au point de vue des résultats scientifiques acquis sur la chimie de cet élément, on est en droit d'affirmer que le dispositif de Moissan a été presque toujours uniquement utilisé. Sa simplicité, sa parfaite étanchéité et son fonctionnement régulier en faisaient un appareil précieux pour le laboratoire. Il permettait d'obtenir, pendant plusieurs heures, un courant régulier de fluor; il se prêtait parfaitement à des opérations intermittentes. On pouvait, en effet, en fermant hermétiquement les tubes de dégagement à l'aide d'un bouchon de cuivre plein comprimant une rondelle de plomb, abandonner ensuite l'appareil pendant plusieurs mois dans un endroit frais, puis le remettre en circuit, et obtenir aussitôt un courant de fluor.

Un inconvénient grave résultait de la nécessité d'employer le platine comme métal des électrodes. J'ai pu utiliser, comme cathode, le cuivre platiné; mais pour l'anode, qui se corrode plus ou moins, selon la conduite de l'électrolyse, le platine reste indispensable. Moissan, puis Otto Ruff ont vainement tenté d'employer le graphite artificiel type Acheson. J'avais pensé obtenir des résultats plus satisfaisants avec du carbone graphitique très pur qui m'avait été remis par M. GALL et que j'avais en outre chauffé dans le vide vers 2400°. Une anode faite avec ce graphite, mise en place dans l'appareil Moissan, a donné un dégagement net de fluor, mais le débit du gaz ne tarda pas à diminuer, pour finalement s'annuler, le courant électrique cessant de passer. Après ouverture de l'appareil, j'ai constaté que l'anode de graphite avait subi une véritable pulvérisation et s'était coupée au niveau du liquide, fait déjà observé par Otto Ruff, mais dont le mécanisme n'a pas encore été expliqué.

En 1919, 4 chimistes américains : ARGO, MATHEWS, HUMISTON et ANDERSON⁽⁴⁰⁾ réussirent à préparer du fluor en électrolysant, avec une anode en graphite Acheson, du fluorure acide de potassium fondu vers 200°. C'était là un fait important, marquant véritablement une étape nouvelle dans la préparation du fluor. L'appareil décrit par ces auteurs (fig. 5) comprend une cuve électrolytique formée par un vase cylindrique en cuivre rouge, à fortes parois, d'un diamètre de 8,75 cm et d'une profondeur de 20 cm dont la partie supé-

(40) ARGO, MATHEWS, HUMISTON ET ANDERSON, *Journ. phys. Chem.*, 1919, t. 23, p. 348.

rieure se termine par un rebord épais. Latéralement, ce cylindre est recouvert d'un papier d'amiante, sur lequel est enroulé un fil de nichrome servant de résistance chauffante. Pour calorifuger l'ensemble, une couche de laine d'amiante est maintenue par une feuille de papier de même substance. La

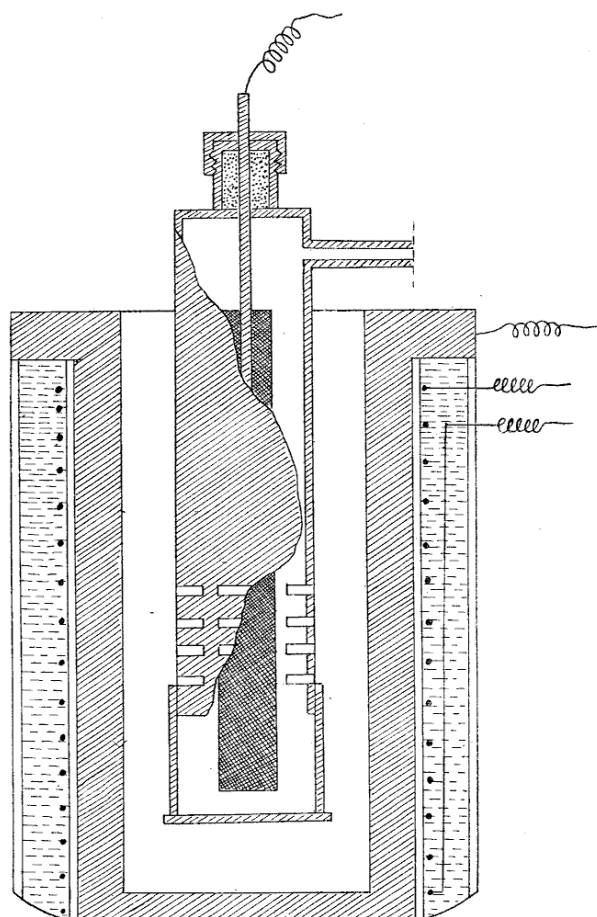


Fig. 5. — Appareil de Argo, Mathews, Humiston et Anderson.

cathode est constituée par la cuve électrolytique, et l'anode est formée par un cylindre de graphite Acheson. L'anode, placée au centre d'un diaphragme en cuivre, est soutenue par une tige de même métal, traversant une rondelle de spath fluor. Cette dernière, servant d'isolant, forme la partie inférieure d'un bouchon disposé sur le sommet du diaphragme. Le bouchon est formé par un petit cylindre de cuivre, dont le fond est fait de la plaque de fluorine, et dont la partie supérieure porte un écrou de serrage, au-dessous duquel

est un disque de fibre. Dans l'espace vide, on tasse du spath fluor pulvérisé, qui se trouve de plus comprimé au moyen du disque de fibre, par serrage de l'écrou. Le diaphragme cylindrique en cuivre, d'un diamètre de 5 cm, porte un tube latéral pour le dégagement du fluor. Sa partie inférieure plongeant dans le bain, est perforée pour laisser passer le bain et diminuer la résistance au passage du courant. En outre, un disque de cuivre sert de fond, afin d'éviter que l'hydrogène dégagé par la partie inférieure de la cathode ne puisse envahir le compartiment anodique.

Le chauffage électrique est indispensable, car le bain a une action dissolvante sur les vases de cuivre, et toute surchauffe locale entraîne une attaque occasionnant parfois la perforation du récipient.

D'autres inconvénients sont signalés par les auteurs mêmes, notamment la viscosité qu'acquiert l'électrolyte au fur et à mesure que sa teneur en acide fluorhydrique diminue. D'autre part, le fluorure de potassium formé s'accumule au fond du bain, ce qui nécessite une régénération assez fréquente de ce dernier.

Le maintien de l'acidité au moyen d'un courant de gaz fluorhydrique, n'a pas donné de résultat : le gaz traverse la masse fondue, sans paraître réagir. Enfin, l'attaque du cuivre est assez forte pour que les auteurs aient envisagé de substituer à leur cuve électrolytique un creuset de graphite.

MEYER et SANDOW ⁽¹¹⁾ (décembre 1920) constatant que, d'après Argo et ses collaborateurs, l'appareil à fluor de ces derniers présentait un certain nombre de défauts qu'ils n'avaient pas réussi à faire disparaître, en construisirent un autre susceptible de travailler plus sûrement. Dans ce nouveau dispositif (fig. 6), l'électrolyte est contenu dans un creuset de graphite Acheson, de 22 cm de hauteur extérieure pour un diamètre de 8,2 à 8,4 cm. L'épaisseur du fond est de 2 cm et celle des parois varie de 8 à 9 mm. Ce creuset sert en même temps de cathode. L'anode est aussi en graphite Acheson; sa longueur totale est de 23 cm; sa forme est celle de deux cylindres de diamètres différents, réunis par une partie en cône tronqué. Le diamètre du cylindre supérieur est de 3 cm et celui du cylindre inférieur de 6 cm. Ce dernier, qui occupe environ le tiers de la hauteur totale, est, ainsi que la partie conique, creusé de 6 rainures verticales de 8 mm de profondeur sur 5 mm de largeur.

Le diaphragme est un tube de cuivre sans soudure, de 4,6 cm de diamètre et d'une épaisseur de 1 à 2 mm. Sa partie inférieure est ajourée et développée de façon spéciale, de manière à diminuer la résistance intérieure. Pour cela, à la partie cylindrique, est ajustée, au moyen d'un joint à baïon-

(11) MEYER et SANDOW, *Berichte deutsch Chem. Gesel.*, 1921, t. 54, p. 759.

nette, une série de 4 troncs de cône creux s'emboîtant les uns dans les autres, mais en laissant entre eux un espace permettant la circulation du bain. Ces troncs de cône sont réunis par des barrettes de cuivre, et au dernier, est fixé, par la grande base, un autre tronc de cône renversé par rap-

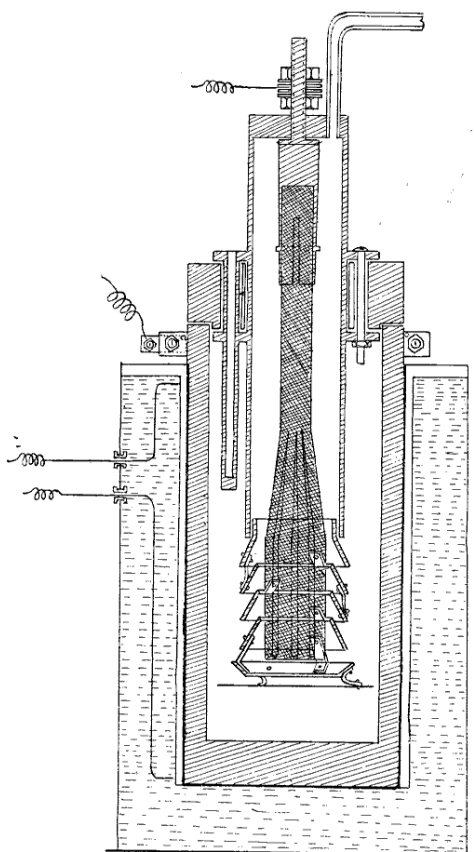


Fig. 6. — Appareil de Meyer et Sandow.

portaux premiers et fermé par un disque de cuivre. La partie supérieure du diaphragme dépasse d'une hauteur de 10 cm le récipient de graphite, et elle est ajustée à un disque de cuivre de 1 cm d'épaisseur, sur lequel est adapté le tube à dégagement pour le fluor. Au centre, passe le support métallique de l'anode, qui est fait d'une barre de cuivre de 2,4 cm de diamètre et de 12 cm de longueur. La partie supérieure de cette barre, amincie sur une longueur de 5 cm et jusqu'à un diamètre de 0,6 cm, est munie d'un pas de vis, alors que la partie inférieure est creusée sur une partie de sa longueur, afin de permettre l'introduction de l'anode de graphite. Elle est, en outre, à cette même partie, faiblement conique sur sa surface externe et partiellement fendue dans le sens vertical, ce qui permet la fixation de l'anode par un anneau de serrage.

L'isolement de l'électrode positive et du diaphragme est obtenu de la façon suivante : un anneau de fluorine est placé sur la partie supérieure métallique de l'anode, dont la tige amincie le traverse.

Cette tige passe ensuite dans l'ouverture

ménagée dans le couvercle. Sur la face supérieure de la fluorine, on dispose une couche d'un mastic fait de minium et de glycérine. Cette couche, assez épaisse, pénètre par compression dans l'espace compris entre la tige de suspension et le couvercle, et constitue un isolant. L'électrode étant bien centrée, on laisse durcir le joint, puis on étale sur la partie supérieure du couvercle une nouvelle couche de 2 mm du même mastic, sur laquelle on dispose un anneau de fibre vulcanisée. L'ensemble est finalement fixé au moyen d'un écrou de laiton ou de cuivre.

Le creuset de graphite, ainsi que nous l'avons dit plus haut, sert de cathode. Il est fermé partiellement au moyen d'un anneau de graphite fixé par un système d'écrous à un disque annulaire faisant corps avec le diaphragme, de telle sorte que le couvercle soit en même temps un support pour ce dernier. L'isolement du couvercle est obtenu par l'interposition d'anneaux en fibre vulcanisée ou en amiante, que l'on peut remplacer fréquemment.

L'appareil électrolyseur est placé dans un manchon en cuivre, recouvert extérieurement de papier d'amiante et portant un ruban de nichrome constituant le dispositif chauffant. Une couche de brique pilée, maintenue dans une enveloppe de fer-blanc, sert de calorifuge.

Après avoir déterminé les points de fusion et les pertes en acide fluorhydrique de différents mélanges formés de fluorure acide de potassium avec des quantités variées de fluorure acide de sodium, de fluorure de plomb ou de fluorure de strontium, les auteurs ont conclu que le sel le plus propre à l'électrolyse était le fluorure acide de potassium FK.FH , sans addition d'autres sels. Le creuset pouvait contenir 1 400 g de fluorure acide de potassium. La fusion était obtenue en 3 heures, par un échauffement lent, indispensable pour éviter toute surchauffe entraînant des pertes notables en acide fluorhydrique. Une électrolyse préliminaire, faite avec 2 à 3 A sous 4 à 6 V, est nécessaire pour décomposer l'eau que retient le bain, même à 240°. L'électrolyse proprement dite est alors commencée avec un courant de 9 à 11 A sous 14 à 16 V. Il n'est pas avantageux de dépasser cette intensité et ce voltage, car on constaterait l'échauffement rapide du bain et son agitation par le dégagement gazeux. On ne doit pas non plus dépasser la température de 270°. Lorsque le bain devient difficilement fusible, les bulles de gaz entraînent du sel qui obture le tube de dégagement, et la pression qui en résulte dans la cloche anodique refoule le fluor vers la cathode, en provoquant des explosions.

Il est indispensable, si la préparation du fluor doit être arrêtée, de couler le bain fondu après avoir chassé l'hydrogène de la partie cathodique, car la solidification du bain dans le creuset de graphite, entraîne fatalement la rupture de ce dernier. Le rendement, évalué en dosant le fluorure de silicium produit au moyen du fluor dégagé agissant sur le silicium, serait compris entre 68 et 77,7 p. 100 du rendement théorique.

Un dernier modèle d'appareil à fluor fut décrit par JOSEPH SIMONS en 1924 ⁽¹²⁾. Pour cet auteur, qui utilise encore l'électrolyse du fluorure acide de potassium, l'appareil Meyer et Sandow est plus compliqué et plutôt infé-

(12) JOSEPH SIMONS, *Journal of the American Chemical Society*, 1924, t. 46, p. 2175.

rieur à celui précédemment décrit par Argo et ses collaborateurs. Il s'efforce donc de mettre au point un dispositif permettant d'éviter les inconvénients déjà signalés. Pour empêcher l'obstruction du tube de dégagement, il augmente le diamètre de ce dernier et le chauffe par intermittence pendant l'électrolyse, pour fondre le sel qui a pu s'y déposer et en permettre le retour au générateur.

La régénération du bain est facilitée par sa filtration à l'état fondu à travers une toile de cuivre qui retient les impuretés solides. Ce sel usagé est versé dans un grand récipient en cuivre, et on l'additionne d'un excès d'acide fluorhydrique aqueux. On procède ensuite à une électrolyse au moyen d'une anode de graphite entourée d'un diaphragme en cuivre, et on poursuit l'action du courant sans recueillir les gaz, jusqu'à ce qu'un thermomètre protégé par une gaine de cuivre, indique que la température de l'électrolyte atteint 200° à 220°. Un dégagement de fluor commence à se manifester à ce moment à l'anode. Le bain est ensuite décanté pour l'emploi.

Pour éviter les courts-circuits se produisant fréquemment entre l'anode et le diaphragme de cuivre, l'anode est scellée au diaphragme avec du ciment de Portland. Ce ciment, lorsque le fluor a agi sur lui pendant un temps très court, devient, paraît-il, un joint impénétrable. Un contact en cuivre amène le courant à l'extrémité de l'anode de graphite. La cuve électrolytique est en cuivre épais (fig. 7). Le diaphragme, également en cuivre, porte, au-dessous de la partie perforée pour le passage du bain, un cylindre plein s'y adaptant par un joint à baïonnette, et servant à écarter les bulles d'hydrogène de la cavité anodique. Le chauffage de l'électrolyte s'effectue au moyen d'une résistance de nichrome. Un thermomètre, placé dans une gaine de cuivre disposée entre l'anode et le diaphragme, permet de suivre les variations de température au cours de la préparation.

Simons ajoute, en terminant la description de son appareil, que l'efficacité de cette méthode de préparation a été établie par Argo et par Meyer et Sandow, sans donner plus de précision sur la valeur réelle de son dispositif.

L'électrolyse des fluorures alcalins acides fondus, avait déjà attiré l'attention de Moissan ⁽¹³⁾, et ce savant avait tenté l'emploi d'un mélange de fluorures acides de potassium et de sodium, fondant vers 140° en un liquide incolore un peu épais. Le boursoufflement dû au départ des gaz, qui produisait fréquemment l'obstruction des tubes de dégagement, et surtout l'usure rapide des électrodes en platine, l'avaient conduit à abandonner cette sorte d'électrolyte. Bien qu'il eût déjà reconnu que le graphite n'était pas attaqué au rouge sombre par le fluor, il n'avait pu utiliser cette dernière

(13) H. MOISSAN, *Annales de Chimie et de Physique*, 1887, 6^e série, t. 12, p. 318.

substance, car à l'époque, la préparation industrielle du graphite artificiel pur n'était pas réalisée.

Dans les recherches qui m'ont conduit à la préparation électrolytique du glucinium ⁽¹⁴⁾, j'avais utilisé, comme électrodes, des baguettes de 8 mm de diamètre, de graphite artificiel provenant de la Société « Le Carbone ». Ce graphite se prêtait parfaitement à l'opération. Le bain, formé d'un mélange de fluorures de glucinium et de potassium, fondait vers 250-300°. Au cours de mes essais, il m'est arrivé parfois de percevoir une faible odeur de fluor; mais le plus souvent, il ne se produisait pas à l'anode de gaz odorant. Il m'a été facile de reconnaître qu'il se formait un mélange de composés fluocarbonés.

Cette étude, reprise en 1907, fut interrompue par mon passage de la Faculté des Sciences à la Faculté de Pharmacie, en 1908. La nécessité d'organiser mon laboratoire et mon nouvel enseignement m'imposa l'abandon temporaire de cette recherche.

Le mémoire d'Argo et de ses collaborateurs avait attiré mon attention, car il me permettait d'entrevoir la possibilité de reprendre l'étude chimique du fluor, que l'usage indispensable du platine rendait trop onéreuse. Toutefois, mes observations antérieures sur la formation de fluorures de carbone lors de la préparation du glucinium, me faisaient craindre que le fluor obtenu par ce nouveau procédé, ne soit souillé par la présence de ces composés.

(14) P. LEBEAU, *Annales de Chimie et de Physique*, 1899, 7^e série, t. I, p. 457.

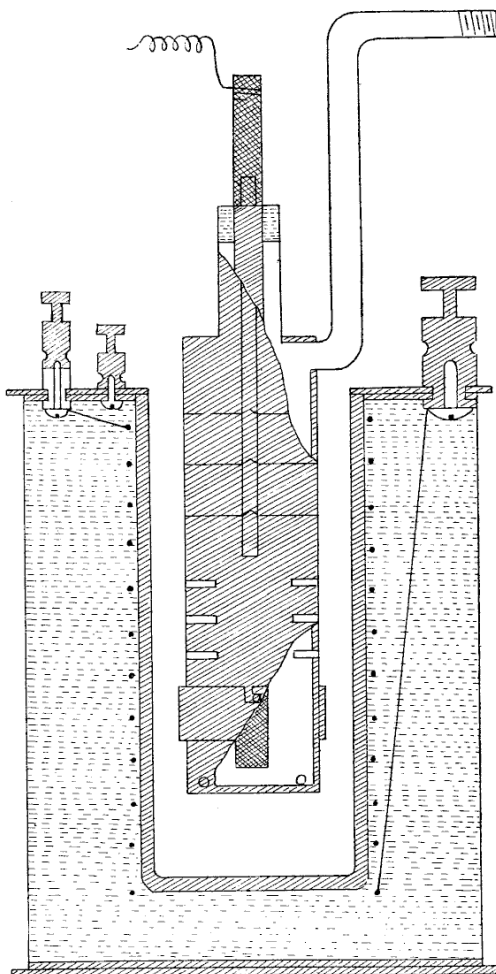


Fig. 7. — Appareil de J. Simons.

La formation de fluorures de carbone n'a pas échappé à Meyer et Sandow ⁽¹⁵⁾ qui ont cherché à en déterminer l'importance au point de vue quantitatif. A cet effet, ils ont fait passer le fluor provenant de leur appareil, sur un mélange d'oxyde de plomb et d'oxyde cuivrique chauffé au rouge sombre. En dosant le gaz carbonique ainsi produit, ils ont reconnu qu'il se formait de 0,17 à 0,2 p. 100 de composés fluocarbonés comptés en tétrafluorure de carbone. Le mélange oxydant utilisé par ces auteurs est le même que celui qui a servi à Moissan pour l'analyse du corps décrit par lui sous ce nom.

Les propriétés que j'avais déjà reconnues au gaz obtenu dans la préparation du glucinium, m'avaient montré que la plus grande partie de ce gaz résistait à des réactifs même plus puissants que ce mélange oxydant. C'est alors que j'entrepris une série de recherches avec mon dévoué collaborateur M. A. DAMIENS, pour compléter l'étude des composés fluorés du carbone et pour perfectionner, si possible, l'électrolyse des fluorures alcalins acides.

Nous serons très brefs sur la partie de nos travaux ayant trait aux combinaisons fluocarbonées.

En soumettant au fractionnement les gaz provenant de l'électrolyse du mélange des fluorures de glucinium et de potassium, condensés au moyen de l'air liquide, nous avons pu isoler un composé défini, à point d'ébullition très voisin de — 150°. L'analyse de ce gaz nous a conduits à lui attribuer la formule CF^4 ⁽¹⁶⁾.

Ce composé est inodore, sans action sur l'eau ni sur la potasse aqueuse, et il se dissout sans altération dans la potasse alcoolique. La potasse fondue ne réagit pas sur lui à 740°. Le sodium ne le détruit facilement qu'à 500°. Le calcium l'attaque seulement entre 600° et 700°. Le verre n'est pas altéré au-dessous de son point de fusion. Chauffé dans un tube de quartz à 1.100°, le tétrafluorure n'est que partiellement décomposé. Il n'est pas attaqué au rouge par le mélange d'oxyde de cuivre et d'oxyde de plomb.

Ce nouveau gaz est tout à fait différent de celui qui avait été décrit antérieurement par Henri Moissan et aussi par CHABRIÉ, sous le nom de tétrafluorure de carbone, gaz beaucoup plus sensible à l'action des réactifs et dont le point d'ébullition était de — 15°. L'étude des procédés de préparation donnés par ces savants nous a permis de reconnaître que le premier avait considéré comme composé défini les parties facilement condensables d'un mélange riche surtout en composés fluocarbonés moins volatils que le

(15) MEYER ET SANDOW, *loc. cit.*

(16) P. LEBEAU ET A. DAMIENS, *C. R. de l'Académie des Sciences*, 1926, t. 182, p. 1340.

tétrafluorure vrai, et que le second avait, en réalité, obtenu un fluochlorure de formule CCl_2F_2 .

Nous avons reconnu la formation du véritable tétrafluorure de carbone, dans l'électrolyse du fluorure acide de potassium FK.FH avec anode de graphite. La quantité de ce gaz qui prend naissance dans cette opération augmente avec la température, avec l'intensité du courant, et surtout avec la force électromotrice utilisée. Lorsque cette dernière dépasse 40 V, il ne se produit pas de fluor, et l'électrolyse du fluorure acide de potassium constitue, dans ces conditions, un bon procédé de préparation d'un mélange riche en tétrafluorure de carbone. La formation de ce composé est donc certaine à côté de celle du fluor, lorsqu'on prépare ce dernier corps à partir de fluorures acides du type FK.FH. On pouvait espérer obtenir un résultat plus satisfaisant en utilisant un fluorure ou un mélange de fluorures plus acides et fondant à température moins élevée ⁽¹⁷⁾.

Lorsque l'on projette dans l'acide fluorhydrique anhydre, du fluorure acide de potassium bien sec et pulvérisé, ce sel s'y combine avec dégagement de chaleur. Par agitation, Moissan ⁽¹⁸⁾ parvenait à dissoudre 5 à 6 g de fluorure acide pour 10 g d'acide fluorhydrique. En refroidissant à -23° , il a isolé des cristaux d'un corps ayant pour formule FK.3FH, auquel il a reconnu un point de fusion voisin de 68° .

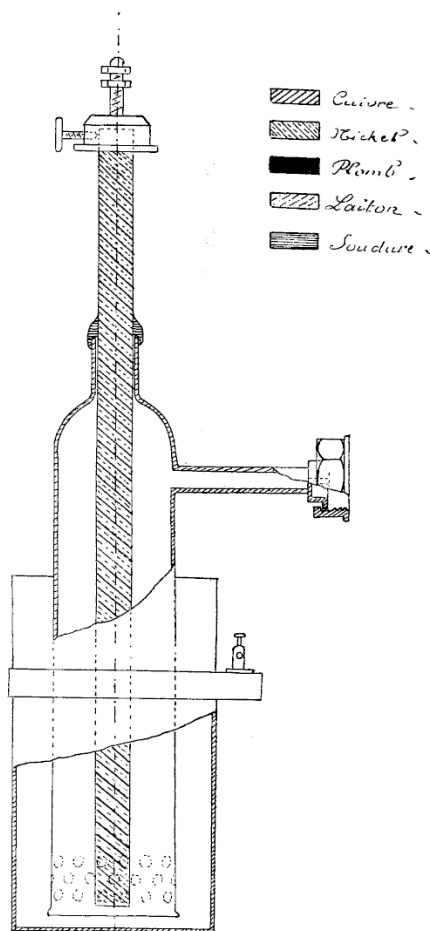


Fig. 8. — Appareil de P. Lebeau et A. Damiens.
Petit modèle.
(Les signes conventionnels sont valables pour la figure 9.)

(17) P. LEBEAU ET A. DAMIENS, *C. R. de l'Académie des Sciences*, 1925, t. 181, p. 917.

(18) HENRI MOISSAN, *C. R. de l'Académie des Sciences*, 1888, t. 106, p. 547.

En faisant varier les proportions de fluorure acide et d'acide, il a préparé un autre sel, de formule FK.2FH , fusible au-dessous de 105° .

Il a observé, en outre, que, même pour le composé FK.3FH , la tension de dissociation à la température ordinaire était très faible. En plaçant ce sel dans le vide barométrique, il observa que la dépression, après douze heures, ne dépassait pas 1 cm de mercure.

En reprenant l'étude du système FK.FH , nous avons pu préciser quelques propriétés complémentaires de ces deux composés définis.

La courbe de fusibilité nous a permis de reconnaître que le sel à 3 molécules d'acide fluorhydrique, fond, en réalité, à 56° , et celui à 2 molécules, vers 70° .

Si on compare les différents points de fusion des fluorures acides, on constate donc que, pour une perte d'acide fluorhydrique correspondant à une molécule, l'élévation de température d'un bain liquide, fait à partir du composé le plus riche, n'est que d'une dizaine de degrés, alors que le départ de la seconde molécule conduisant au fluorure FK.FH entraîne déjà une élévation de température de 160 degrés environ. L'élimination de la dernière molécule produit une augmentation rapide de la température de fusion, à mesure que l'on tend vers le fluorure neutre de potassium, fusible à 837° .

Les bains les plus avantageux pour la préparation du fluor, sont donc ceux dont la composition est voisine de FK.3FH , car il est possible d'en poursuivre l'électrolyse au delà même de la composition FK.2FH , sans dépasser notablement 100° , pour maintenir le bain liquide.

Nous basant sur ces données, nous avons pris, comme électrolyte, le sel FK.3FH , que nous avons fondu dans un creuset de nickel et maintenu à 60° . En plongeant au centre du creuset servant de cathode, un petit cylindre de graphite pur constituant l'anode, nous avons reconnu, dès le passage du courant, la mise en liberté du fluor, par apparition de l'odeur caractéristique de cet élément. Le sel fondu n'attaquant nullement notre récipient en nickel, nous avons voulu nous rendre compte de ce qui se produirait si ce dernier était employé comme anode. Nous eûmes alors la grande satisfaction de constater, en inversant simplement le courant, que le fluor se dégageait sans corroder apparemment le métal. En remplaçant alors le petit cylindre de graphite par une tige de fer, puis par une tige de nickel, nous avons vu le fluor se libérer sans attaque de l'anode, ce qui nous a immédiatement permis de construire un appareil à fluor dans lequel platine et carbone étaient également bannis.

Le dispositif utilisé dans nos premiers essais est représenté ci-dessous : un vase de cuivre cylindrique de 10 cm de hauteur sur 3 à 6 cm de largeur, constitue à la fois la cuve électrolytique et la cathode (fig. 9).

Au milieu du bain, suspendue au moyen d'un support de laboratoire, se trouve l'anode en nickel. Nous avons choisi le nickel parce que ce métal peut être considéré comme pratiquement exempt de carbone. Cette anode, de 8 mm de diamètre, pénètre à frottement doux dans la tubulure supérieure d'une cloche en cuivre de 3 cm de diamètre et de 14 cm de hauteur. Cette

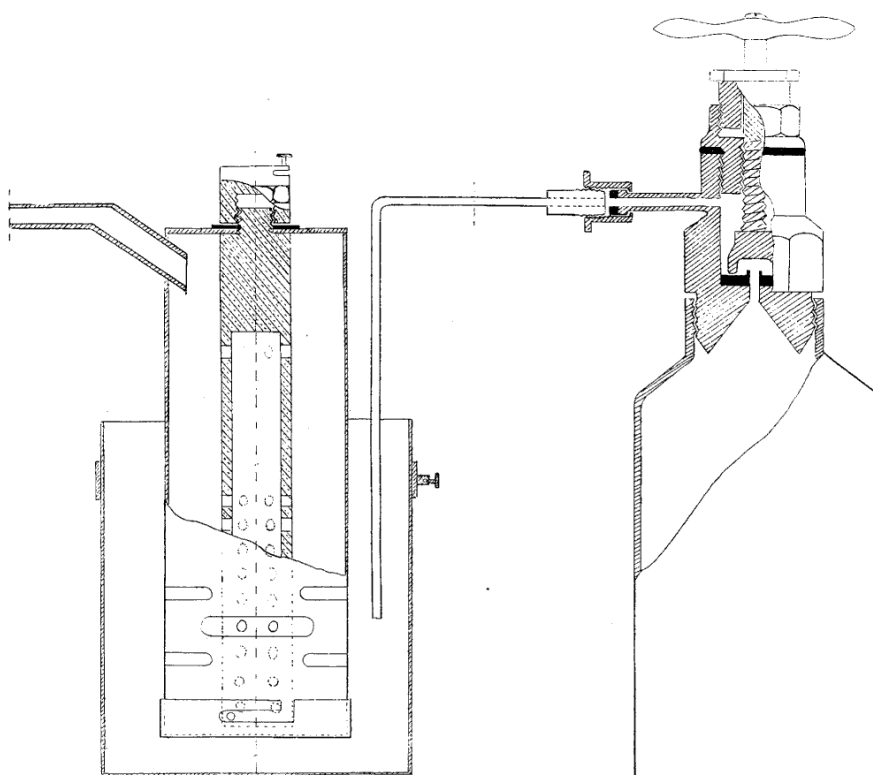


Fig. 9. — Appareil de P. Lebeau et A. Damiens. Grand modèle avec régénération du bain par afflux d'acide fluorhydrique anhydre.

dernière, destinée à servir de diaphragme, est perforée à la partie inférieure plongeant dans le bain, et le fond est constitué par un disque de cuivre. Un tube de dégagement pour le fluor est disposé latéralement à la partie supérieure.

Après quelques instants de marche de l'appareil, l'intensité initiale du courant s'abaisse, puis devient constante. Ce phénomène correspond à la formation, sur la cloche de cuivre fonctionnant tout d'abord comme partie de l'anode, d'une couche de fluorure de cuivre isolant. A partir de ce

moment, le diaphragme est réellement formé, et le fluor se dégage régulièrement avec un débit de 0,845 litre pour un courant de 2,1 A sous 30 V.

Ayant remarqué que l'addition d'acide fluorhydrique gazeux au bain fondu donnait lieu à une absorption complète de ce gaz, nous avons construit un appareil de plus grand modèle, permettant une préparation continue du fluor (fig. 9).

La cuve électrolytique servant de cathode, est un vase cylindrique en cuivre ayant un diamètre de 11 cm et une hauteur de 12 cm; elle porte une ceinture à laquelle est fixée la prise de courant. Au centre de cette cuve, se trouve suspendue la cloche servant de diaphragme et de collecteur pour le gaz fluor. Elle est formée par un cylindre de cuivre de 6,5 cm de diamètre et de 18 cm de hauteur, portant un tube latéral soudé à la partie supérieure, pour le dégagement du fluor. La partie inférieure plongeant dans le bain est perforée, et elle est pourvue d'un fond mobile fixé par une fermeture à baïonnette. L'anode, placée au centre du diaphragme, est constituée par une barre cylindrique en nickel, de 18 cm de longueur et de 2,5 cm de diamètre. Cette barre a été partiellement creusée, de manière à former un véritable tube, d'un diamètre intérieur de 1,7 cm sur 14,5 cm de profondeur. La partie supérieure restée massive, a été ramenée au tour à un diamètre de 12 mm. Cette partie amincie porte un filetage permettant de serrer l'électrode sur la cloche au moyen d'un écrou, avec interposition d'une rondelle de plomb. Au-dessus est disposée la prise de courant. Sur la face extérieure du diaphragme, sont soudées, vers son milieu et transversalement, 4 petites tiges de cuivre servant à retenir ce dernier sur le couvercle annulaire en ébonite de la cuve électrolytique. L'ensemble est supporté par un petit réchaud électrique, et un thermomètre, disposé dans une gaine en cuivre, plongeant dans le bain, donne à chaque instant la température de ce dernier.

Pour éviter l'appauvrissement du bain au cours de l'électrolyse, on fait arriver, dans l'espace compris entre le diaphragme et la cathode, un courant de gaz fluorhydrique obtenu à partir de l'acide liquéfié contenu dans une bouteille en cuivre, munie d'un robinet à pression. Le bain sert donc, en somme, d'intermédiaire; il permet la préparation d'une quantité de fluor ne dépendant que de l'alimentation en acide anhydre.

L'appareil peut être arrêté sans inconvénient. On le transporte simplement sous une cloche en verre, ou bien encore on le vide par coulage du bain sur une plaque de cuivre. Dans ce dernier cas, la masse solide compacte obtenue, non hygroscopique, est fragmentée et conservée dans des récipients de cuivre.

Pour préparer le fluorure FK.3FH, constituant l'électrolyte, on commence par préparer le fluorure acide FK.FH, en tenant compte rigoureusement des indications données par Moissan. Ensuite, on chauffe une partie de ce sel dans un appareil en cuivre, pour obtenir de l'acide fluorhydrique anhydre, que l'on recueille dans une bouteille de cuivre, dans laquelle on a placé préalablement une quantité connue de ce même sel FK.FH. La distillation étant terminée, cette bouteille est pesée, ce qui fournit le poids d'acide recueilli et permet de calculer la quantité de fluorure acide que l'on doit ajouter pour que le produit final ait la composition correspondant à FK.3FH. On bouche alors soigneusement, et le bain ainsi préparé est fondu pour être transvasé dans la cuve électrolytique au moment de l'emploi.

La marche de l'électrolyse est très régulière, et il nous a été possible d'employer, par exemple, de façon presque quotidienne, l'appareil de petit modèle dont il a été parlé plus haut, pour préparer la quantité de fluor nécessaire à des essais répartis sur près de deux mois.

La fluidité du bain fait disparaître à peu près complètement l'entraînement des particules de sel pouvant boucher le tube à dégagement du fluor. Nous avons, en effet, adopté, pour relier les appareils entre eux, le dispositif déjà utilisé par Moissan, à savoir : la compression, entre deux surfaces de raccord, d'une rondelle de plomb au moyen d'un écrou.

Il faut avoir soin d'établir le niveau du bain largement au-dessus de la partie perforée du diaphragme, pour empêcher le mélange de l'hydrogène et du fluor, mélange qui provoque des explosions.

Le rendement de notre appareil à fluor est supérieur à celui des appareils précédemment décrits. Moissan a donné, au lieu du rendement véritable de son appareil, son débit horaire, débit qui était évalué par la mesure de l'hydrogène dégagé au pôle négatif. Ce débit est plus élevé que le débit réel en fluor, car une partie du fluor libéré est fixée sous forme de fluorure double de platine et de potassium provenant de la corrosion de l'anode. Cette corrosion de l'anode est d'ailleurs fort variable selon les conditions de l'électrolyse; elle augmente rapidement avec la densité de courant et le réchauffement du bain.

En se servant des indications fournies par Moissan sur les caractéristiques des courants employés dans ses différents essais, on déduit que le rendement en fluor par rapport à la quantité d'électricité consommée, varie de 35 à 50 p. 100 du rendement théorique.

Otto Ruff a fait des déterminations du rendement de l'appareil Moissan, en pesant le fluor dégagé au cours d'une opération très prolongée, après sa

transformation en fluorure de silicium et absorption de ce dernier. Il a évalué ainsi le rendement maximum à 30 p. 100. On doit ajouter que dans ses essais, l'anode en platine était très fortement corrodée et que la densité de courant était assez élevée.

Argo et ses collaborateurs ont indiqué, pour leur procédé, un rendement de 70 p. 100 de la théorie, sans fournir de renseignements sur la façon dont ils ont fait leurs déterminations.

Meyer et Sandow ont évalué le rendement de leur appareil, en employant, comme Otto Ruff, la production de tétrafluorure de silicium et en fixant ce gaz par son passage sur un tube en U rempli de pierre ponce mouillée, suivi d'un tube à chlorure de calcium. Ils ont obtenu, comme valeur extrême, 57,8 à 77,5 p. 100.

J. Simons dit avoir préparé 4 litres à l'heure en travaillant avec un courant de 10 à 16 A sous 10 V, ce qui fournirait un rendement moyen d'environ 75 p. 100.

Nous avons déterminé le rendement électrolytique de notre appareil en déduisant le volume de fluor dégagé à l'anode, des volumes d'ozone et d'oxygène produits dans l'action du fluor sur l'eau, et aussi de la quantité d'eau oxygénée prenant naissance dans la réaction. Nous avons tenu compte du fait qu'une certaine quantité de fluor peut traverser l'eau et se trouver mélangée à l'oxygène et à l'ozone, et qu'il est nécessaire, pour la faire disparaître, d'agiter les gaz assez longtemps avec l'eau. Un voltamètre à gaz tonnant était placé dans le circuit, et le volume de gaz dégagé dans un temps donné permettait de connaître l'ampérage moyen.

Les expériences ont été répétées à diverses températures, et les rendements électrolytiques ont été de 96,42 et 97,13 p. 100 à 56° (point de fusion du sel); — de 87,6 p. 100 à 80°; — 85,47 p. 100 à 110°; — 84,37 p. 100 à 125°; — 84,62 p. 100 à 150°. Au-dessus de 150°, le rendement s'abaisse considérablement par suite de l'attaque de l'électrode par le fluor. A 160°, on a trouvé 32,37 p. 100 et, au-dessus de cette température, 15,53 p. 100 seulement.

Les résultats précédents ont été obtenus sous 30 V, pour une densité de courant de l'ordre de 0,3 A : cm². Ce voltage est très supérieur à celui qui est nécessaire. On obtient d'excellents résultats sous 10 V, et même nous avons pu réaliser convenablement l'électrolyse sous 8 V. Sous 10 V, pour une température de 65°, le rendement électrolytique atteint a été de 94,5 p. 100. Ce dernier chiffre correspond à une production de 3,53 atomes-grammes par kilowatt-heure (soit 65 g ou 39,42 litres pour une densité de courant de 0,3 A : cm²). Le maximum, pour 10 V, est 3,7 atomes-grammes (soit 70,3 g ou 41,3 litres).

La préparation du fluor dans le laboratoire est donc devenue une opération facile et peu coûteuse. C'est à tort que certains auteurs ont représenté la préparation de l'acide fluorhydrique comme une manipulation délicate. Il suffit de préparer du fluorure acide de potassium sec et d'en provoquer la décomposition par la chaleur dans un appareil entièrement en cuivre, pour obtenir ce composé en quantité voulue.

Les précautions qu'exige le maniement de l'acide fluorhydrique et du fluorure acide FK.3FH , sont faciles à prendre. On manipule chaque jour dans l'industrie et sous de forts tonnages, des produits tout aussi dangereux.

Nous croyons être en droit d'affirmer que la préparation électrolytique du fluor pouvant être faite avec des électrodes en métaux usuels et au moyen d'un bain dont la régénération constante peut être réalisée, devient une opération dont le développement ne dépend plus que de celui des applications de ce gaz.

Quelles seront ses applications? Certaines peuvent être dès maintenant entrevues.

Le fluor décomposant l'eau dès la température ordinaire avec production d'ozone et d'eau oxygénée, se place parmi les oxydants les plus énergiques susceptibles d'intervenir en maintes circonstances. Son action sur les corps organiques en fait un antiseptique puissant, et il peut bénéficier, en outre, de la plupart des applications de l'ozone.

Il est vraisemblable d'admettre que les perfluorures métalliques, dont la préparation peut être maintenant considérée comme des plus faciles, ne manqueront pas de propriétés utilisables et qu'ils pourront notamment, comme le fluor lui-même, servir comme agents d'oxydation dans certaines opérations de la chimie organique.

En un mot, l'importance industrielle du fluor ne peut que se développer rapidement avec sa facile production.

AU SUJET DE LA LIMITE DE COMPRESSION VOLUMÉTRIQUE DANS LES MOTEURS A EXPLOSION ⁽¹⁾

par

M. PAUL DUMANOIS,
membre du Conseil.

L'expérience du moteur à explosion a montré qu'au fur et à mesure que l'on augmente le coefficient de compression volumétrique, la combustion a tendance à donner lieu au phénomène de détonation. A partir du moment où on dépasse un certain taux de compression, ce phénomène se produit d'une façon continue et le fonctionnement du moteur devient impossible; il est donc intéressant, au point de vue même du progrès du moteur à explosion, de pouvoir déterminer les conditions dans lesquelles peut prendre naissance l'onde explosive et la façon dont les différentes variables : pression et température, qui interviennent dans le fonctionnement du moteur à explosion, agissent sur la production de la détonation.

Rappelons, à ce propos, que le phénomène de l'onde explosive a été découvert en 1881 par Berthelot et Vieille et qu'il correspond à un mode de combustion particulier. Alors que dans la combustion normale l'inflammation se propage par élévation de température résultant de conductibilité et de rayonnement, dans la combustion explosive, la propagation résulte de la coïncidence dans le temps et dans l'espace, sur le front de l'onde, d'un phénomène physique : compression adiabatique brutale, et d'un phénomène chimique, la combustion qui en résulte.

Il est, à la vérité, bien difficile de procéder à une analyse des phénomènes qui se passent dans une chambre à combustion de moteur, surtout de moteur à allure rapide; on est donc amené à envisager l'étude de la combustion dans des conditions où il soit facile d'enregistrer le phénomène : c'est dire qu'à ce point de vue, la méthode photographique paraît la plus indiquée; c'est celle qui a été utilisée par M. H. Le Chatelier en France, et tout récemment, a été reprise par M. Laffitte pour l'étude de l'onde explosive dans les tubes de

(1) Extrait d'une conférence faite par l'auteur au Conservatoire national des Arts et Métiers le 9 janvier 1927.

verre. L'appareil enregistreur employé est installé dans un local où l'obscurité peut être obtenue ; il comporte essentiellement (fig. 1) un tambour circulaire D qui tourne à l'intérieur d'un cylindre, muni d'un objectif O ; sur la périphérie du tambour est placé un film photographique ; la vitesse tangentielle du tambour atteint environ 40 m : s. Comme on peut facilement apprécier le demi-millimètre, la précision obtenue peut atteindre le $\frac{1}{80.000}$ de seconde. Il est difficile d'aller beaucoup plus loin, avec la dimension de l'appareil employé, sans risquer l'éclatement du film sous l'effet de la force centrifuge ; en principe, le tambour est animé d'un mouvement de rotation uniforme ; d'ailleurs, un dispositif électrique, porté par son axe, permet de contrôler d'une manière très exacte la vitesse de rotation. L'appareil est protégé par une plaque de tôle F et l'objectif par une glace G.

Ceci étant, on place dans le champ de l'objectif un tube de verre AB contenant le mélange carburé et l'on met le cylindre en marche ; lorsqu'on a atteint la vitesse suffisante du tambour, on met le feu en A par une étincelle électrique. L'inflammation se propage dans le tube, et sépare à chaque instant celui-ci en deux parties : d'un côté les gaz brûlés lumineux, de l'autre côté, le mélange non encore brûlé, et par conséquent obscur. Il en résulte que le point figuratif de la tranche où se trouve, à chaque instant, l'inflammation, va donner lieu sur le film en mouvement, à une courbe qui sépare l'image en deux parties : une partie noire correspondant aux gaz brûlés, une partie claire correspondant au mélange non encore enflammé. Si donc nous menons, en un point quelconque de la courbe de séparation la tangente à celle-ci, son coefficient angulaire, en admettant la vitesse angulaire du tambour constante, représente la valeur de la vitesse de combustion.

M. Laffitte a constaté, en opérant avec divers mélanges gazeux à la pression atmosphérique, que la combustion se produit avec une vitesse sensiblement constante pendant un certain temps ; elle donne lieu sur le film à une empreinte lumineuse qui se traduit par une zone plus ou moins noire, mais sensiblement homogène ; au bout d'un certain parcours, se produit sur la courbe, un point

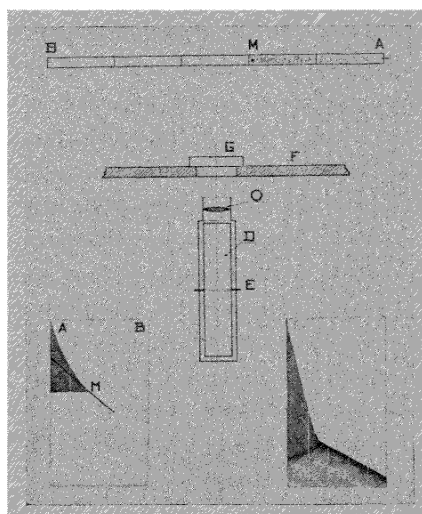


Fig. 1.

anguleux, la tangente de la trajectoire ayant un coefficient angulaire qui augmente brutalement; en même temps, on constate que le long de la ligne de séparation l'intensité lumineuse est beaucoup plus forte que celle qui correspond à la période antérieure de combustion et qu'au contraire, en arrière de cette zone lumineuse très foncée, se trouve une zone claire. Enfin, on remarque également qu'à partir du point de discontinuité, une zone lumineuse de combustion se produit dans les gaz brûlés. Ces constatations mettent nettement en évidence la formation de l'onde explosive à partir de ce point anguleux. Sur le front de l'onde, en effet, se produit une augmentation brutale de pression et par suite de température et de luminosité, en même temps qu'une onde réfléchie se propage dans les gaz brûlés qu'elle recomprime et rend à nouveau lumineux; derrière la compression se produit une détente qui correspond précisément à la zone claire en arrière du front de l'onde. La vitesse de combustion par onde explosive est en général d'un ordre décuple de la vitesse de la combustion régulière qui la précède.

M. Laffitte a mis en évidence des résultats extrêmement intéressants : à savoir que dans le cas de l'allumage électrique, la combustion commence toujours par une forme régulière, et ce n'est qu'au bout d'un certain parcours qu'elle fait place à une onde explosive; la durée de combustion régulière est d'autant plus longue que le diamètre du tube est plus élevé; la présence sur les parois du tube d'aspérités ou de discontinuités sans augmentation de section diminue la longueur de combustion régulière et la durée de formation de l'onde explosive. Enfin, une augmentation brutale de section du tube détruit l'onde explosive et donne lieu à une nouvelle combustion régulière de durée plus longue.

Ces résultats expérimentaux concordent avec les théories de M. Jouguet, Inspecteur général des Mines, dont les travaux sur la théorie des explosifs font autorité.

De ces résultats, on peut déduire qu'il se produit des phénomènes analogues dans la chambre de combustion des moteurs à explosion. On peut objecter, il est vrai, qu'une chambre à explosion n'est pas analogue à un tube, que, de plus, sa section est constamment variable à chaque instant, et que, par conséquent, les phénomènes peuvent être d'un ordre différent. Il est donc intéressant de rechercher si les variations de la pression du mélange ont une influence sur le phénomène observé à la pression atmosphérique. Si en effet, le parallélisme existe entre les phénomènes constatés dans le moteur et ceux constatés dans les tubes, la longueur de combustion régulière doit diminuer quand la pression initiale augmente, puisque, pour un moteur donné, au fur et à mesure qu'on augmente la compression, le phénomène de détonation se produit avec une intensité croissante; c'est ce que nous avons

vérifié en collaboration avec M. Laffitte, en utilisant un dispositif indiqué dans la figure 2 comprenant un petit compresseur permettant de faire le remplissage du tube à une pression déterminée et que nous avons étudié de façon à réaliser un remplacement rapide du tube, tout en assurant une étanchéité à peu près parfaite aux joints.

Les premières expériences ont été faites sur mélange hydrogène-oxygène; elles ont montré très nettement l'influence capitale qu'avait la pression

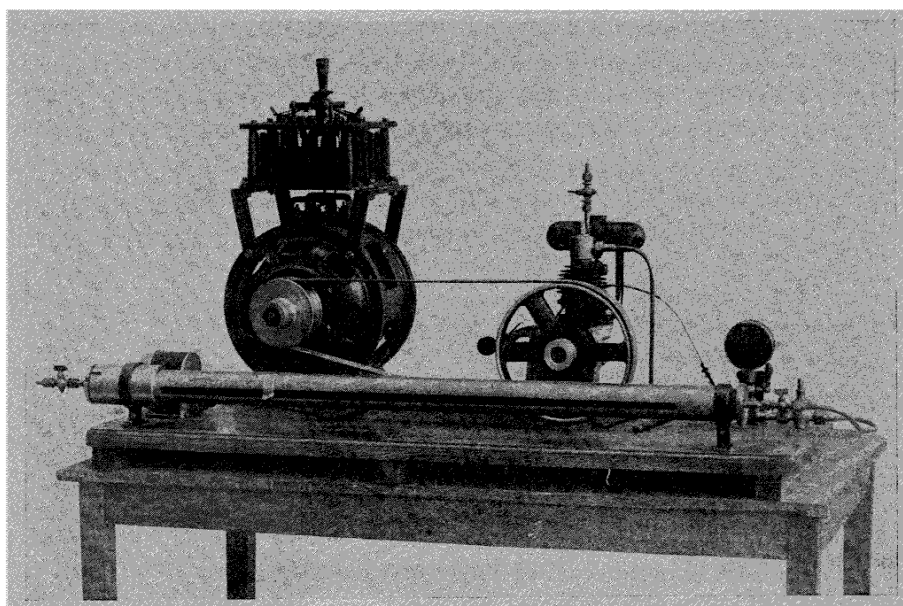


Fig. 2.

initiale du mélange sur la distance au bout de laquelle l'onde explosive prend naissance. Le tube employé était un tube en verre d'un diamètre intérieur de 22 mm et de 1 m de longueur. Le tableau ci-après résume les résultats obtenus.

Pression initiale.	Longueur de combustion.
1 atmosphère	70 cm
2 —	60 —
3 —	52 —
4 —	44 —
5 —	35 —
6 —	30 —
6,5 —	27 —

La loi de décroissance du temps de combustion régulière qui précède la détonation est sensiblement hyperbolique.

La figure 3 est la reproduction du négatif obtenu en photographiant l'explosion du mélange $H^2 + O$ sous 3 atmosphères de pression initiale. L'onde explosive s'est établie dans ce cas après un parcours de 52 cm. Les 8 premiers et les 4 derniers centimètres du tube de verre dans lequel se propage le phénomène n'ont pas été photographiés. Les interruptions de l'image ont été obtenues en plaçant tous les 25 cm sur le tube des anneaux métalliques permettant ensuite de mesurer les longueurs sur l'image photographique. La figure 4 est la reproduction d'une photographie obtenue dans les mêmes conditions, mais sous une pression initiale de 6 atmosphères; l'onde explosive s'est formée dans ce cas après un parcours de 30 cm.

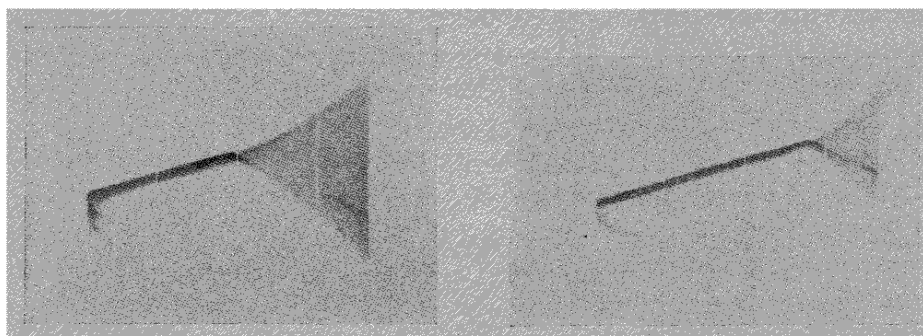


Fig. 3.

Fig. 4.

Ces résultats concordent remarquablement avec les constatations expérimentales faites sur les moteurs à explosion.

En effet, pour un moteur donné, fonctionnant normalement à une compression donnée, la distance entre le point où on met le feu et le point le plus éloigné de la chambre à combustion est insuffisante pour faire place au régime détonant; on constate, au contraire, qu'au fur et à mesure qu'on augmente la compression, il arrive un moment où, toutes choses égales d'ailleurs, cette distance devient trop faible pour une combustion régulière totale : la détonation apparaît et elle apparaît d'autant plus vite qu'on augmente davantage la compression.

Il résulte également des constatations ci-dessus que, un moteur tournant à pleine allure et plein couple, sans donner lieu au phénomène de détonation, pourra le produire à plein couple et à faible allure, et ceci pour deux raisons : d'une part à cause du remplissage meilleur du cylindre entraînant une augmentation de pression en fin de compression, et d'autre part, par suite de l'augmentation du temps qui sépare le moment de l'allumage du

moment où le piston est au point mort. Il est à noter, en effet, que c'est toujours pendant la période de compression, entre le moment où a lieu l'allumage et le point mort, que peut se produire le phénomène de détonation, puisque à partir du point mort, le volume de la chambre à combustion est constamment croissant; il en résulte que dès l'instant où le phénomène de détonation commence à se produire, il donne lieu à une augmentation intempestive de la pression pendant la période de compression, au détriment du rendement.

Si donc un moteur a une compression telle que la détonation puisse apparaître seulement vers la fin de la combustion, même sans être assez forte pour se manifester par des chocs ou des troubles extérieurs, le phénomène se traduira par une augmentation de consommation.

On conçoit donc finalement que plus un combustible aura une limite de détonation écartée de la compression du moteur dans laquelle il est utilisé, plus sera favorable l'utilisation des calories.

En un mot, la donnée fondamentale qui intervient pour l'utilisation des calories, est ce qu'on peut appeler le rendement de combustion, d'autant plus élevé que les phénomènes de détonation sont plus éloignés; ceci explique pourquoi en employant l'essence comme combustible, et en augmentant la compression, on finit par avoir, même avant d'atteindre le moment où le fonctionnement est impossible, par suite du phénomène continu de détonation, une augmentation progressive de consommation, contrairement à ce que laisserait supposer l'étude du rendement théorique. Ceci explique également pourquoi la connaissance du pouvoir calorifique d'un combustible est insuffisante pour prévoir *a priori* la consommation par cheval. Nous avons eu l'occasion, entre autres expérimentateurs, de mettre ces résultats en évidence d'une manière extrêmement nette sur un moteur d'aviation de 530 ch en remplaçant l'essence d'un pouvoir calorifique de 10.600 cal par une essence contenant 10 p. 100 d'alcool éthylique, c'est-à-dire n'ayant qu'environ 10.000 cal au kilogramme. On obtient, pour la même consommation en calories, une augmentation très nette de puissance, se chiffrant par environ 15 ch. Ce résultat est dû au fait que l'alcool éthylique intervient pour reculer la limite de détonation.

Il est à remarquer d'ailleurs que, en dehors de la détonation, un autre phénomène intervient pour limiter l'augmentation de compression, même si on a pu supprimer le phénomène de détonation : c'est l'auto-allumage par point chaud, résultant soit de la température trop élevée des soupapes d'échappement, ou des électrodes de bougies, soit de la présence dans la chambre à combustion de particules de carbone en ignition. Les mêmes considérations que celles qui ont été exposées à propos de la détonation

interviennent pour montrer qu'il en résulte une augmentation de compression intempestive, ayant également comme conséquence une augmentation de consommation. Il ne suffira donc pas, pour pouvoir augmenter la compression, d'éliminer le phénomène de détonation, mais il sera encore nécessaire de refroidir suffisamment les points chauds pour éviter le phénomène d'allumage prématuré.

Nous avons eu l'occasion de mettre en évidence d'une manière très nette ce phénomène avec l'alcool méthylique, qui y donne lieu à la compression 6.

Dans ces conditions, la consommation augmente dans des proportions telles que, pratiquement, le fonctionnement du moteur devient impossible. Si, au contraire, on écarte la limite d'auto-allumage en mélangeant à l'alcool méthylique d'autres carburants convenables, on peut alors constater une amélioration notable du rendement en calories par rapport à l'essence; c'est ainsi que, tout récemment, avec un carburant composé de : 70 p. 100 d'alcool méthylique, 15 p. 100 d'alcool éthylique et 15 p. 100 de benzol, d'un pouvoir calorifique d'environ 6.200 cal, nous avons pu faire un parcours de 1.000 km avec une économie de calories par rapport à l'essence, d'environ 15 p. 100, le carburateur ayant été, bien entendu, aussi bien pour l'essence que pour le mélange, réglé pour la puissance optima.

Les considérations ci-dessus mettent donc en évidence tout l'intérêt qui existe, dans l'étude d'un moteur, à examiner de très près le refroidissement des points chauds d'une part, et à mettre en œuvre, d'autre part, les différentes solutions possibles pour éteindre l'onde explosive, si l'on veut réaliser avec sécurité l'augmentation de compression indispensable pour avoir un moteur vraiment économique.

LE PROBLÈME MONDIAL DU PÉTROLE ⁽¹⁾

par

M. R. BRUNSCHWIG,
Ingénieur en chef des Mines.

Depuis la lointaine époque où le vénérable Noé calfa son arche au moyen de ce bitume de Mésopotamie qui retient si vivement aujourd'hui l'attention des prospecteurs, et jusqu'au milieu du XIX^e siècle, l'histoire du pétrole ne présente pas de traits bien saillants : recueilli en divers points du globe où il suintait à la surface du sol, il était localement employé soit comme luminaire, soit comme médicament, mais il faut arriver à 1859, date de la découverte des gisements de Pennsylvanie par le colonel Drake, pour aborder l'ère véritablement industrielle du pétrole.

A ce moment et jusqu'à la fin du XIX^e siècle, tout l'intérêt du pétrole se concentrait sur l'utilisation des fractions lampantes pour l'éclairage et l'on se trouvait fort embarrassé des portions légères, dénommées essences, que l'on ne pouvait pas employer dans les lampes de crainte de les faire exploser et que l'on rejetait au ruisseau.

L'avènement de l'automobile a changé la situation, comme vous le savez, et l'on peut dire qu'actuellement la production et le marché du pétrole sont commandés par la demande mondiale d'essence.

Il n'en est pas moins vrai que le fractionnement et le raffinage du pétrole brut donnent naissance à toute une série de produits dont la civilisation industrielle moderne ne saurait se passer. Ce sont, en commençant par les plus légers :

les essences, déjà nommées : essences légères pour l'aviation, essences moyennes et lourdes pour les véhicules de tourisme et les poids lourds ;

les pétroles lampants dont il est encore fait, surtout à la campagne, une importante consommation, en régression toutefois devant le développement de l'électricité ;

les white-spirits, succédanés, de l'essence de térébenthine comme dissolvants ;

(1) Conférence faite au Conservatoire national des Arts et Métiers, le 16 janvier 1927.

les gas-oils utilisés dans les moteurs type Diesel;

les huiles de graissage dont toutes les machines, depuis la machine à coudre jusqu'à la turbine à vapeur, sont étroitement tributaires;

enfin les huiles de combustion ou fuel-oils dont la substitution au charbon s'est rapidement généralisée depuis quelques années dans toutes les marines de guerre et dans une grande partie des flottes commerciales.

Supposez un instant subitement taries les sources de pétrole. Représentez-vous la paralysie des automobiles, des avions, des bateaux; l'obscurité qui s'abat partout où l'on ne dispose pas de l'électricité ou de bougies; toutes les usines enfin réduites au chômage faute de pouvoir graisser leurs machines; les locomotives arrêtées pour la même raison, et vous aurez une idée de la place qu'occupe le pétrole dans la vie moderne des nations.

Quelles sont les ressources auxquelles s'alimentent ces innombrables besoins? Sous quelle forme se trouve emmagasiné le pétrole dans les entrailles du globe? Comment le découvre-t-on? Comment l'exploite-t-on? Comment en extrait-on les différents produits utiles qu'il renferme? Comment s'organise la production et la distribution mondiale du pétrole? Enfin quelle est la situation de la France au regard de son approvisionnement en pétrole?

Tels sont les principaux points dont je voudrais, non pas vous présenter un exposé complet, ce qui excéderait singulièrement le cadre de cette conférence, mais au moins vous faire, en une rapide revue, apercevoir les aspects les plus caractéristiques et les plus nouveaux.

I. — Les gisements de pétrole.

GÉOGRAPHIE ET GÉOLOGIE

Les gisements de pétrole sont, comme on le sait, irrégulièrement répartis sur la surface du globe; dans l'ensemble, aucune partie du monde ne peut en revendiquer le monopole, mais c'est apparemment le continent américain qui se trouve le plus favorisé par la nature sur ce point, comme sur quelques autres.

En Europe : la Russie, la Roumanie, la Pologne;

en Asie : l'Oural, la Perse, l'Inde;

en Afrique : l'Égypte;

en Océanie : les Indes néerlandaises;

en Amérique du Nord : le Canada, les États-Unis;

en Amérique centrale : le Mexique;

en Amérique du Sud : le Vénézuëla, l'Argentine, le Pérou;

tels sont actuellement les principaux pays producteurs.

Si l'on cherche à dégager une loi géographique de la répartition de ces gisements, on ne tarde pas à se convaincre des relations qu'ils présentent avec les grands plissements montagneux dont ils affectent le plus souvent les zones bordières.

En relation avec le Caucase, nous trouvons les gisements russes; avec les Carpathes, les gisements roumains et galiciens. Les gisements de l'Est des États-Unis s'alignent en bordure des Appalaches; ceux de Californie sont en relation avec les Montagnes Rocheuses, etc.

Comment peut-on s'expliquer cette parenté, dont la généralité ne permet pas de croire à une coïncidence fortuite, entre les gisements de pétrole et les chaînes de montagnes? Il faut se souvenir, pour cela, que les épaisseurs formidables de sédiments que l'on observe dans les chaînes montagneuses ont amené les géologues à se représenter de la façon suivante la naissance de ces montagnes. Les zones où nous les voyons actuellement s'élever étaient, aux époques géologiques, occupées par de profondes fosses marines où se produisait, en même temps qu'un lent affaissement du fond de la mer, une active sédimentation. Comme si deux lèvres de la croûte terrestre s'écartaient lentement, en donnant naissance à une fosse qui se comble en même temps par l'accumulation des sédiments. Et puis, par une sorte de reflux, ce mouvement d'écartement se change en mouvement de rapprochement et alors les masses énormes de sédiments accumulées, comprimées comme entre les deux mâchoires d'un formidable étau, surgissent du fond des eaux, giclent pour ainsi dire vers le ciel, se plissent, se fendent, se déversent les unes sur les autres. Telle est la théorie dite des géosynclinaux, par laquelle la géologie moderne explique la naissance des montagnes.

Or, tandis que ces mers géosynclinales étaient le siège des sédimentations que nous avons dites, leurs zones littorales, moins profondes, étaient occupées par des lagunes où pullulait une vie active et dans lesquelles se sont trouvées réunies les conditions de formation des dépôts organiques qui devaient ensuite donner naissance au pétrole. Peut-être faut-il penser aussi que les compressions auxquelles ont été soumises les zones bordières des chaînes de montagnes au moment de la surrection de celles-ci n'ont pas été étrangères à la transformation de ces dépôts organiques en pétrole proprement dit.

Voilà schématiquement exposée, la manière dont on peut rendre compte des relations qui existent indiscutablement entre les gisements de pétrole et les grandes chaînes de montagnes.

GENÈSE DU PÉTROLE. — La théorie que je viens de vous exposer m'a amené sur un terrain d'ardentes controverses : celui de l'origine, de la genèse du pétrole. Vous savez que l'on a beaucoup disserté sur cette

question et qu'il existe plusieurs écoles. Il y a les partisans de l'origine inorganique, ceux de l'origine organique. Parmi ces derniers, l'origine végétale et l'origine animale ont chacune leurs défenseurs.

Les tenants de l'origine inorganique s'appuient sur les synthèses chimiques du pétrole obtenues au laboratoire par l'illustre chimiste français Marcelin Berthelot (action de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau sur les métaux alcalins à haute température), par Moissan (condensation de l'acétylène au contact des métaux réduits), par Sabatier (hydrogénation et polymérisation catalytiques), etc. Ils estiment que les conditions de ces réactions ont pu se rencontrer dans la nature et donner naissance au pétrole.

Il est très difficile de dénier toute vraisemblance à cette théorie. Mais il faut bien dire aussi qu'elle ne s'appuie que sur des analogies et non sur des observations positives tirées des phénomènes naturels. C'est pourquoi la théorie inorganique perd aujourd'hui beaucoup de terrain, au moins comme explication *générale* de la formation du pétrole et la majorité des géologues s'accordent à penser que, dans la plupart des cas, les gisements de pétrole proviennent de la transformation chimique de matières organiques, cadavres d'animaux ou restes de plantes, enfouis au cours des périodes géologiques.

La première idée de l'origine organique a été, elle aussi, donnée par des expériences de laboratoire. Citons notamment celles de Cahours et celles d'Engler qui ont réussi, respectivement en 1875 et en 1888, à transformer les huiles animales, huiles de poisson par exemple, en carbures d'hydrogène analogues à ceux que l'on rencontre dans le pétrole.

D'autre part, certains auteurs ont étudié les dépôts organiques ou *sapropels* qui se produisent dans les lagunes actuelles, notamment celles du Golfe du Mexique et ils ont montré que ces dépôts se transformaient progressivement en produits hydrocarburés.

On s'est alors fait différentes images de la genèse organique du pétrole. Pour les uns, il proviendrait de la transformation des cadavres de poissons et d'animaux marins, ceux-ci s'étant accumulés à la suite d'hécatombes dues à des causes diverses : augmentation de salure, rencontre de courants froids, etc.

Cette conception n'a rien d'invraisemblable et il n'est pas impossible qu'elle se soit réalisée, mais on ne peut guère en alléguer de preuves certaines.

Au contraire, on est conduit par un certain nombre d'observations précises à concevoir un mécanisme qui semble avoir été à l'origine, sinon de tous, du moins d'un grand nombre de gisements de pétrole.

On sait que les eaux de la mer tiennent en suspension toute une faune et toute une flore microscopique de protozoaires, d'algues, et d'organismes divers, qui constituent ce qu'on appelle le *plankton*. Ce plankton a pullulé

dans certaines lagunes des époques géologiques et les individus qui le composaient s'accumulant après leur mort au fond de la lagune en même temps que des particules minérales, ont formé des boues organiques analogues aux sapropels des lagunes actuelles. Ces boues ont été ensevelies sous d'autres alluvions, se sont desséchées, transformées en schistes et la matière organique qu'elles contenaient s'est ultérieurement muée en pétrole; et cela sous l'action de transformations chimiques dans lesquelles ont pu intervenir de nombreux facteurs tels que les actions bactériennes, l'action des eaux sursalées fossiles, vestiges des lagunes, enfin la température et la pression qui ont pu se développer dans la profondeur des sédiments au cours des mouvements tectoniques auxquels ils ont été soumis.

Les relations de certains gisements de pétrole avec des schistes chargés de matière organique ont été observées d'une manière indiscutable, par exemple en Californie. D'autres observations, tirées notamment de l'étude des schistes bitumineux se rattachent à celles-là, de telle sorte que l'on peut attribuer à cette théorie de l'origine du pétrole un assez haut degré de probabilité et de généralité. Il ne faut pas se dissimuler toutefois qu'un point reste encore obscur dans ce processus : c'est la nature exacte des réactions chimiques successives qui ont amené la matière organique à l'état de pétrole.

MISE EN GISEMENT. — La cause principale qui obscurcit la question de la genèse du pétrole, c'est que l'huile minérale ne se rencontre que très rarement à l'endroit précis où elle s'est formée, c'est-à-dire qu'elle ne constitue presque jamais ce que les géologues appellent un gisement *in situ*. Dans le cas général, le pétrole, fluide essentiellement mobile, est remis en mouvement après sa formation. Soit sous l'action des forces capillaires, soit sous l'influence des pressions développées par les mouvements tectoniques, soit surtout sous la pression des gaz qui accompagnent presque toujours les gisements de pétrole, il migre à travers les cassures et il arrive généralement un moment où il ne peut pas aller plus loin, où il est arrêté dans sa migration par une roche compacte ou imperméable : il s'emmagine alors au contact de cette couche protectrice et se constitue en gisement. D'où la distinction de trois espèces de roches qui jouent un rôle fondamental dans la structure des gisements de pétrole :

les *roches-mères*, où le pétrole a pris naissance ;

les *roches-magasins* : sables, grès ou dolomies poreuses où il s'est accumulé ;

les *roches de couverture*, qui ont arrêté l'huile dans ses migrations et qui l'ont protégée contre les influences destructrices de l'air ou des eaux.

Si l'on pense à la mobilité du pétrole, on comprend que les formes de

couches géologiques les plus favorables à son emmagasinage soient celles qui l'emprisonnent le mieux dans son essor vers la surface du sol, c'est-à-dire celles dont la convexité est tournée vers le haut, en d'autres termes les plis anticlinaux et les formes de dômes.

Vous apercevez maintenant ce que les prospecteurs appellent les *structures favorables* à la découverte de l'huile. Ce sont : au point de vue de la nature des roches, la superposition de roches imperméables (argiles, marnes ou schistes) à des niveaux poreux (sables, grès ou dolomies corrodées ou fissurées); au point de vue des formes géologiques : les plis anticlinaux et les dômes.

LA RECHERCHE DES GISEMENTS. — Ceci m'amène à vous dire quelques mots de cette science, je devrais dire de cet art si passionnant, — et quelquefois si décevant — : la prospection des gisements pétrolifères.

Voici des prospecteurs, en chasse sur un terrain neuf, c'est-à-dire où il n'existe pas encore d'exploitation. Quels sont les indices qui vont guider leur flair, les règles techniques qui vont orienter leurs recherches?

La première chose à laquelle on s'attache en général, ce sont les manifestations de surface : venues de gaz combustibles, épanchements de pétrole ou de bitume; imprégnations bitumineuses ou asphaltiques; d'autres indications encore, plus indirectes celles-là : présence du soufre, du sel, etc. Lorsque l'on a affaire à des indices de cette nature, on cherche à se rendre compte de la succession des terrains dans la région, à voir de quel horizon proviennent les venues constatées, à déterminer quels sont les niveaux poreux et les niveaux imperméables qui pourraient jouer les uns le rôle de roches-magasins, les autres le rôle de roches de couverture.

Supposons, ce qui arrive assez souvent, que l'on constate que les venues hydrocarburées se manifestent aux affleurements d'une roche poreuse, par exemple d'un grès, qui soit surmontée, dans la série stratigraphique, par un terrain marneux.

On cherche alors, par une reconnaissance géologique générale de la région, à déterminer les formes que prennent ces deux terrains lorsqu'on s'éloigne des affleurements. Si, en un point déterminé, on constate une forme anticlinale, c'est là qu'il faut placer les premiers sondages.

J'ai pris à dessein un cas schématique et vous vous doutez bien que la réalité peut présenter des aspects plus complexes, mais d'une façon générale, on peut dire que les manifestations superficielles constituent le bout d'un fil d'Ariane que l'on s'efforce de remonter jusqu'au point où se trouvent réunies les conditions favorables à l'existence d'un gisement exploitable.

Maintenant, me direz-vous, ne peut-il pas arriver que des gisements de

pétrole puissent s'étendre dans les entrailles du sous-sol à des profondeurs ou à des distances des indices telles que la structure du sous-sol en ces points échappe aux investigations du géologue, ou même que certains gisements ne se traduisent par aucune espèce d'indices de surface? Hypothèse parfaitement plausible et d'ailleurs certainement vérifiée dans la nature. Bien plus, on peut dire que, dans certaines régions, particulièrement bien explorées, le voisinage immédiat des indices a donné tout ce qu'il pouvait donner et qu'il faut pour découvrir les gisements ou extensions de gisements inaccessibles aux investigations ordinaires des géologues, trouver *autre chose*. Cet autre chose, ces moyens d'investigation plus pénétrants, ce sont les *procédés géophysiques*, qui, tout récemment, sont entrés dans la pratique courante, qui ont déjà donné des résultats remarquables et dont le progrès et la diffusion sont certainement appelés à jouer un rôle éminent dans l'avenir de l'exploitation du pétrole.

Plusieurs méthodes géophysiques ont été étudiées et sont utilisées. Toutes se proposent non pas tant de déceler le pétrole invisible que de déterminer la nature, la structure et la forme des terrains en profondeur.

Chacune de ces méthodes est basée sur l'étude des variations des caractères physiques des diverses roches. C'est ainsi que les unes se fondent sur les variations de la densité; d'autres sur celles des caractères électriques (conductibilité, magnétisme, etc.), d'autres encore sur les variations de l'élasticité, etc.

Comme ce sujet est tout à fait à l'ordre du jour, je crois intéressant de vous dire quelques mots sur ces différentes méthodes.

1° *Variations de la densité. Balance de torsion.* — Supposez que dans un terrain parfaitement homogène, il existe un noyau de densité supérieure à celle du terrain qui l'entoure. En vertu de la loi d'attraction universelle, ce noyau va créer dans son voisinage une légère déviation de la pesanteur et inversement si vous constatez dans une région des variations anormales de la direction et de l'intensité de la pesanteur, vous devrez penser qu'il existe des différences de densité dans les terrains du sous-sol.

C'est pour l'application de ce principe que le professeur hongrois Eötvös a construit une balance de torsion d'une extrême sensibilité qui permet en chaque point de déterminer les variations les plus infimes de la pesanteur.

On se doute, étant donné la petitesse des grandeurs à mesurer, du soin et de la délicatesse avec lesquels doit être construit et manipulé un appareil de cette nature et avec quelle attention les résultats doivent être observés, corrigés (pour tenir compte de l'influence perturbatrice des accidents topographiques) et combien l'interprétation en peut être difficile.

Mais, malgré toutes ces difficultés, l'expérience a montré qu'en pays plat la balance d'Eötvös peut donner des résultats très précieux, tant pour déceler des ondulations très faibles des couches géologiques profondes que pour découvrir les noyaux souterrains de sels (salts domes) qui, dans certains pays comme le Texas ou la Roumanie, sont en relation habituelle avec le pétrole.

2° *Procédés électriques.* — L'un des plus intéressants procédés basés sur l'emploi de l'électricité a été mis au point par un ingénieur français, M. Schlumberger. Il consiste à déterminer les variations de conductibilité électrique des terrains. On provoque le passage d'un courant souterrain au moyen de deux électrodes fichées en terre à une distance de 2 ou 3 km, entre lesquelles on établit une différence de potentiel au moyen de piles. Puis, à l'aide d'une fiche mobile, on relève les lignes équipotentiellles à la surface du sol.

Des considérations théoriques, étayées d'observations répétées sur le terrain, ont permis d'associer aux formes de ces lignes équipotentiellles la présence de couches minéralisées ou salées (qui jouent un rôle important dans la recherche du pétrole), ou bien l'existence d'anticlinaux, de synclinaux, de failles, etc.

Cette méthode a déjà fait ses preuves pour la recherche des dômes de sel. Elle est employée actuellement, à la demande de l'Office national des Combustibles liquides, pour la prospection de la Limagne dont j'aurai à vous entretenir tout à l'heure.

D'autres procédés électriques sont basés sur les propriétés électromagnétiques ou magnétiques des divers terrains.

3° *Procédé sismique.* — Un procédé qui a été étudié en Allemagne et qui se fonde sur les variations d'élasticité des roches, consiste à faire exploser en un point une charge de dynamite et à relever, au moyen de sismographes, les instants des passages de l'onde élastique ainsi provoquée. De la forme de cette onde, ou plutôt de son intersection avec la surface du sol, on tire, comme dans les cas précédents, des déductions sur la constitution du sous-sol.

Pour terminer ce qui a trait aux procédés géophysiques, je noterai que la tendance semble être, non pas de s'en rapporter à un seul d'entre eux, mais d'en combiner plusieurs et de confronter les diverses observations auxquelles chacun a donné lieu.

II. — L'exploitation du pétrole.

FORAGE

Contrairement à ce qui se passe en général dans l'industrie minière, la phase d'exploitation, en matière de pétrole n'est pas nettement distincte de la phase de prospection. Car l'exploitation, tout comme la reconnaissance du gîte, s'effectue, dans la quasi-totalité des cas, par le moyen de forages, et tout forage d'exploration, lorsqu'il est positif, devient un instrument d'exploitation dès le moment où il a rencontré l'huile. Il ne faut pas perdre de vue cette remarque si l'on veut comprendre tout ce que l'exploitation du pétrole comporte d'imprévu et de brusques à-coups. Nous aurons l'occasion de revenir sur ce point.

Pour l'instant, retenons que le forage est l'opération fondamentale de la recherche et de l'exploitation du pétrole.

Cela paraît, pour le profane, une chimérique entreprise que de conduire à des profondeurs atteignant et dépassant couramment le kilomètre, un trou de quelques centimètres de diamètre. Et en effet un tel résultat n'est possible que grâce à une technique très spéciale et surtout à des opérateurs d'une expérience et d'une adresse consommées.

Les méthodes et les appareils de forage se rattachent à deux groupes : percussion et rotation.

La percussion, c'est le principe de la barre à mine ; la rotation, c'est le principe de la fraise ou du taraud.

Dans le système à percussion, l'instrument d'attaque est le trépan, lourd outil d'acier à biseau plus ou moins aigu suivant la dureté des terrains.

Relié par l'intermédiaire d'un câble ou d'une colonne de tiges, à l'extrémité du balancier de la machine, le trépan est alternativement soulevé et retombe sur la roche qu'il broie.

L'évacuation des déblais se fait soit par curage discontinu au moyen d'un tube à soupape dénommé *cuiller*, soit par entraînement continu au moyen d'un courant d'eau injecté au travers des tiges.

Dans le matériel le plus usité en Europe le trépan est suspendu à l'extrémité d'une colonne de tiges vissées les unes aux autres par éléments de 6 à 8 m, soit pleines (c'est le système dit canadien), soit creuses (c'est le système à injection d'eau, Vogt ou Raky). Dans le matériel américain, au contraire, le trépan est suspendu à un câble d'acier : c'est le système appelé *pennsylvanien*. On conçoit que le second système est beaucoup plus rapide que le premier, car, aussitôt que le forage atteint une certaine profondeur, le démontage et le remontage de la colonne de tiges, nécessaires chaque fois

qu'il faut remonter le trépan, font perdre beaucoup de temps, tandis que le câble se déroule ou s'enroule sur un simple treuil actionné par la machine. En revanche, les accidents de forage sont beaucoup plus difficiles à surmonter dans le travail au câble et ils nécessitent un personnel particulièrement expérimenté.

D'une façon générale, ce qui fait la difficulté de l'art du sondeur, ce n'est pas le travail normal, mais ce sont les accidents qui sont ici monnaie courante : ruptures de tiges ou de câble, nécessité de repêcher les outils restés au fond à la suite de ces ruptures, coincement des trépan par éboulement des terrains, etc., etc., tout cela nécessite des instrumentations particulièrement délicates lorsqu'il s'agit de les effectuer à des centaines de mètres de profondeur.

Dans le travail au câble en particulier, les instrumentations sont d'une extrême difficulté et il ne faut pas trop vous étonner d'apprendre qu'un maître foreur américain gagne à peu près autant d'argent qu'un ministre français. C'est qu'aussi son adresse et sa compétence sont susceptibles de procurer de sérieuses économies à l'entrepreneur qui utilise ses services.

Le travail à la rotation ou *système rotary* utilise des trépan en forme de fraise qui perforent le terrain grâce au mouvement de rotation qui leur est communiqué par une colonne de tiges. Dans ce mode de travail, l'évacuation des déblais se fait toujours d'une façon continue au moyen d'un courant d'eau injecté par la colonne de tiges.

Dans le travail à la rotation, on peut employer, ou bien un outil qui fraise le terrain sur toute la section du trou ; ou bien se servir d'une *couronne* munie soit de dents métalliques, soit de pointes de diamant, soit de grenaille d'acier qui découpe dans le terrain un cylindre que l'on remonte au jour au moyen d'un tube approprié. Ces cylindres ou *carottes* sont extrêmement précieux pour la reconnaissance géologique des terrains traversés.

Les Américains, qui sont passés maîtres dans l'art des forages rapides, emploient tantôt le système à percussion au câble, tantôt le rotary, suivant la nature et la dureté des terrains. Les avancements varient beaucoup suivant la difficulté des terrains ; on peut compter en moyenne 5 à 10 m par jour ; avec le rotary en terrains favorables, on obtient des avancements de 30 à 40 m par jour.

L'un des puits de pétrole les plus profonds du monde est celui qui a été foré en 1924-1925 en Californie à la profondeur de 2.316 m. Le diamètre initial est de 395 mm ; au fond, il est encore de 120 mm. L'exécution du forage, remarquablement rapide, a duré seulement neuf mois.

A l'autre bout de l'échelle, citons les forages polonais, exécutés au matériel canadien et qui mettent couramment 4 à 5 ans pour arriver à des profondeurs de l'ordre de 12 à 1.500 m.

TUBAGE

Ce n'est pas tout de forer, il faut encore empêcher l'éboulement des parois du trou. C'est le rôle du tubage que l'on enfonce dans le trou au fur et à mesure de l'approfondissement. Le tubage a encore une autre utilité : il sert à l'opération que l'on appelle *la fermeture des eaux*. Lorsqu'un sondage traverse une zone aquifère, il importe de faire en sorte que les eaux de cette zone ne puissent, au moment où l'on atteindra le pétrole, envahir sous pression la couche pétrolifère, ce qui peut avoir pour effet de refouler l'huile et de perdre irrémédiablement le sondage. C'est là un des risques les plus graves du métier de sondeur au pétrole. Il est donc nécessaire de *fermer les eaux*, c'est-à-dire de sceller en quelque sorte le découpage effectué au travers du niveau aquifère. On y arrive en arrêtant la colonne de tubes un peu au-dessous de la traversée aquifère et en scellant sa base, soit dans une couche plastique s'il s'en rencontre, soit au moyen de ciment. Cela fait, on continue le forage et on en suit l'approfondissement au moyen d'une colonne de tubes de diamètre plus faible, passée au travers de celle qui a servi à fermer les eaux. On recommence la même manœuvre si l'on rencontre un autre niveau aquifère et ainsi de suite. On arrive ainsi à avoir trois, quatre, cinq colonnes ou plus, de tubes de diamètres décroissants et de longueurs croissantes enfilées les unes dans les autres.

Si vous voulez maintenant avoir une idée du prix de revient des forages, je vous dirais que les forages exécutés en 1924 aux États-Unis, ont coûté dans leur ensemble en moyenne 20.000 dollars par forage, soit environ 500.000 fr et qu'un forage de reconnaissance de 1.000 m, exécuté actuellement en France revient *grosso modo* à 1 million de francs.

EXTRACTION DU PÉTROLE

Lorsque le forage atteint le pétrole, il arrive fréquemment que celui-ci jaillisse sous l'influence de la pression de gaz qui existe dans le gisement. La production initiale est très variable. Les records sont détenus par les puits mexicains dont certains ont donné plus de 10.000 t par jour dans leur période initiale. Quelle que soit d'ailleurs la production de début, elle commence par baisser assez rapidement, puis plus lentement, suivant une loi vaguement hyperbolique.

Il arrive ensuite que la pression diminuant dans le gisement par suite des pertes de gaz qui s'échappe en même temps que le pétrole, le jaillissement s'arrête et il faut alors extraire le pétrole, soit par *pistonage*, c'est-à-dire au moyen d'une succion exercée par un piston que l'on fait circuler dans toute la longueur du tube; soit par *pompage*, au moyen d'un corps de pompe descendu au fond du puits.

La période de jaillissement, puis de pompage, épuise progressivement la portion de gisement située tout autour du puits; au bout d'un temps variable (généralement plusieurs années et quelquefois plusieurs dizaines d'années) la production du pompage tombe au-dessous de la limite où elle compense les frais d'exploitation et il faut s'arrêter.

Mais si l'on s'en tient là, on abandonne dans le gisement une quantité de pétrole, variable suivant les cas, retenue par capillarité dans les pores ou dans les interstices de la roche-magasin.

La récupération de ce pétrole résiduaire ou comme on dit, le *rajeunissement des champs de pétrole*, est une question qui retient vivement, à l'heure actuelle, l'attention des exploitants de pétrole.

Notons que la proportion de pétrole, qui reste ainsi dans le gisement après la période d'exploitation normale, n'est pas bien définie et que les avis là-dessus sont extrêmement partagés. D'après certains auteurs, l'exploitation normale n'enlèverait pas plus de 20 p. 100 du pétrole total contenu dans le sous-sol. C'est-à-dire qu'il en resterait 80 p. 100. Pour d'autres la proportion résiduaire atteindrait même 90 p. 100.

Ces chiffres ne paraissent devoir être admis qu'avec réserves, parce qu'ils résultent souvent de considérations purement théoriques. Aussi j'engagerai ceux d'entre vous que la question intéresserait, à se reporter à une remarquable étude que vient de publier dans les *Annales de l'Office national des Combustibles liquides*, M. Péliissier, Directeur technique de Pechelbronn. A Pechelbronn, on peut parler de la question en connaissance de cause, parce que c'est le seul gisement de pétrole du monde où l'on « *y ait été voir* », où l'on ait pénétré dans le gisement préalablement exploité par les méthodes normales. Eh bien, il résulte des observations de M. Péliissier, que la proportion d'huile restant dans un gisement varie énormément avec la nature et la constitution du gisement et que, dans certains cas, des forages bien placés peuvent arriver à épuiser pratiquement le gîte.

Il faut donc, dans chaque cas particulier, procéder à une étude minutieuse pour savoir s'il y a lieu, après la période d'exploitation normale, d'appliquer une des méthodes d'exploitation complémentaire dont les principales sont les suivantes :

1° COMPRESSION D'AIR OU DE GAZ. — On pratique par quelques-uns des puits un soufflage d'air ou de gaz sous pression, ce qui a pour effet, lorsque l'opération réussit, de refouler le pétrole résiduaire vers les autres puits dont la production se trouve ainsi artificiellement accrue.

2° MÉTHODE DE L'INONDATION. — Une méthode très radicale est employée sur certains champs des États-Unis. Elle consiste à envoyer de l'eau dans le gisement par une rangée de puits situés à l'une de ses lisières. Je vous ai dit avec quelle facilité l'eau refoulait l'huile dans son gîte, ce qui constitue un gros danger de l'exploitation normale. Ici, au contraire, ce phénomène est mis à profit : l'huile, devant l'invasion de l'eau, est rabattue vers les autres puits et lorsque ceux-ci sont atteints par le front de séparation des deux fluides, une nouvelle rangée sert à son tour de puits d'injection d'eau et ainsi de suite.

Cette méthode doit être évidemment maniée avec de grandes précautions, surtout lorsqu'on cherche à l'appliquer pour la première fois dans un champ déterminé, car l'équilibre des fluides dans un gisement de pétrole est une chose extrêmement instable et délicate et il ne faut le rompre, par un procédé aussi brutal que l'inondation, qu'à très bon escient.

3° MÉTHODE PAR PUIITS ET GALERIES. — L'exploitation souterraine du pétrole est une méthode extrêmement audacieuse qui a été mise au point, avec un plein succès, aux Mines de Pechelbronn, en Alsace. C'est, comme je le disais tout à l'heure, le seul gisement du monde dans lequel on soit entré pour y drainer le pétrole restant attaché à sa roche magasin après que les débits des pompes sont tombés au-dessous d'une valeur industriellement acceptable.

L'exploitation souterraine du pétrole nécessite, comme vous le pensez bien, des précautions toutes spéciales, pour parer aux risques d'incendie, d'explosion et d'asphyxie par les vapeurs d'hydrocarbures. A Pechelbronn, une technique, qui est maintenant bien assise, a été instituée pour le traçage des galeries, l'abatage des sables, le boisage, l'éclairage et l'aérage de la mine.

On sait que le gisement de Pechelbronn est constitué par des lentilles de sables imprégnées de pétrole et de gaz et incluses dans des marnes imperméables. La méthode des puits et galeries n'est actuellement employée que dans les parties du gisement déjà exploitées par la méthode ordinaire des forages, où les lentilles ont été purgées, par les forages, des gaz sous pression qu'elles contenaient. Mais il peut arriver que certaines petites lentilles n'aient pas été touchées par les forages et alors, lorsque les galeries souter-

raines viennent déboucher dans de telles lentilles, il en résulte une détente brusque du gaz et une violente éruption de gaz, de pétrole et de sables. Un accident de cette nature, survenu il y a deux ans à Pechelbronn, a coûté la vie à 4 ouvriers. Depuis cet accident, aucun avancement de galerie ne se fait plus sans être pour ainsi dire *éclairé* par de petits sondages de reconnaissance effectués dans toutes les directions à partir du front d'attaque. De cette façon, toute lentille vierge serait décelée en temps utile et, en fait, il ne s'est plus produit de ce chef aucun accident, grâce à l'emploi de ces précautions.

La méthode des puits et galeries de Pechelbronn retient à juste titre l'attention des exploitants de pétrole du monde entier et la Société Steaua Romana entreprend actuellement, avec le concours de la Société Pechelbronn, une exploitation souterraine en Roumanie.

Cette méthode exige naturellement des frais importants d'installations et d'exploitation puisqu'il s'agit d'une véritable exploitation minière. Elle paraît, malgré tout, être, dans les cas favorables, l'une des plus fructueuses pour la récupération du pétrole résiduaire d'un gisement.

RAFFINAGE

Quand le pétrole est extrait, il faut le raffiner, c'est-à-dire en séparer les produits variés et précieux qu'il contient, ce dont un profane ne se douterait pas à l'aspect de ce liquide généralement noirâtre, visqueux et assez souvent malodorant.

Je n'ai pas la prétention de faire ici un cours de raffinage, opération industrielle extrêmement délicate et qui requiert le concours de spécialistes consommés, mais qui repose toutefois sur des principes très simples que je me contenterai d'énoncer.

L'opération fondamentale du traitement du pétrole est la distillation fractionnée qui permet de séparer du mélange que représente le pétrole brut, ses différents constituants classés d'après leur degré de volatilité.

On soumet donc le pétrole brut à l'action de la chaleur, dans des chaudières spéciales, en une ou plusieurs fois, et l'on recueille successivement les essences, les lampants, gas-oils, huiles de graissage, etc., toutes fractions brutes, encore impures, qu'il faut traiter à nouveau séparément pour en obtenir des produits marchands.

C'est ici qu'intervient l'art du raffineur qui doit combiner adroitement les redistillations et les traitements chimiques qui consistent principalement en lavages à l'acide sulfurique et à la soude.

Je n'entrerai pas dans le détail de ces opérations que l'on trouve dans tous les traités spéciaux, mais je désirerais m'arrêter sur deux points spéciaux qui

constituent dans la technique du raffinage des nouveautés toutes récentes. Il s'agit d'une part du *cracking*, d'autre part de la préparation des huiles de graissage par *centrifugation*.

Cracking. — Le cracking consiste en une dissociation sous l'action de la chaleur des diverses fractions du pétrole : lampants, gas-oils, et huiles lourdes, le résultat de cette dissociation étant la production d'une certaine quantité d'essence.

Au point de vue chimique, il faut rappeler que les molécules des hydrocarbures qui constituent le pétrole sont d'autant plus complexes que l'hydrocarbure est moins volatil et plus lourd. Or ces grosses molécules, lorsqu'elles sont soumises un peu brutalement à l'action de la chaleur, se disloquent en donnant naissance d'une part à des produits plus légers : gaz et essence; d'autre part à des produits goudronneux et à un dépôt de carbone.

Le cracking est donc un moyen d'obtenir de l'essence à partir de produits plus lourds dont la valeur marchande est moindre, ou encore, si l'on veut, d'augmenter la proportion d'essence que l'on peut extraire d'un pétrole brut déterminé.

On conçoit donc la portée industrielle considérable de cette nouvelle technique, à l'occasion de laquelle des milliers de brevets ont été pris.

L'application des procédés de cracking s'étend actuellement avec une grande rapidité : c'est ainsi que la proportion d'essence de cracking par rapport à la proportion mondiale d'essence est actuellement voisine de 30 p. 100 contre 7 p. 100 seulement en 1921.

Les méthodes de cracking sont d'autant plus satisfaisantes qu'elles répondent mieux aux conditions suivantes :

- 1° Rendement maximum en essences et minimum en carbone et en gaz;
- 2° Disposition des appareils facilitant l'élimination du carbone qui se dépose sous forme de coke.

La première de ces conditions a conduit la plupart des constructeurs à pratiquer le cracking sous pression :

	à 5 atmosphères dans le procédé Burton.		
entre 20 et 30	—	—	Rittmann.
et entre 15 et 20	—	—	Dubbs.

Quelques méthodes utilisent les catalyseurs, notamment le procédé Mac Afee qui emploie le chlorure d'aluminium et le procédé Sabatier et Mailhe basé sur l'emploi des métaux divisés.

Celui de ces procédés qui s'est le plus développé au cours des dernières années est le procédé Dubbs, sur lequel, à titre d'exemple, je donnerai quelques indications.

Les principes sur lesquels repose le procédé Dubbs sont les suivants :

1° L'huile est chauffée et craquée à l'état liquide dans des serpentins chauffés avec précaution, c'est-à-dire sans contact direct des flammes, à la température de 450°.

2° La séparation des produits résultant du cracking s'effectue dans une vaste chambre appelée chambre de réaction : celle-ci n'est pas chauffée; elle est seulement munie d'un revêtement épais pour éviter les pertes de chaleur et la chute de température.

L'huile craquée donne lieu dans la chambre de réaction :

- a) à des vapeurs d'essence qui se dégagent;
- b) à un résidu liquide lourd que l'on soutire;
- c) à un dépôt de coke qui emplit peu à peu la chambre dont la fonction principale est justement de l'emmagasiner. Il y a deux chambres en parallèle. Lorsque l'une est pleine de coke, on la met hors circuit et on la nettoie. Pendant ce temps, la seconde se remplit et ainsi de suite.

3° L'ensemble serpentins et chambre de réaction est maintenu sous une pression de 15 à 20 atm environ.

Les avantages de ces dispositions sont les suivants :

- a) Il n'y a pas de formation appréciable de carbone dans le serpentin de chauffage et tout le coke se dépose pratiquement dans la chambre de réaction d'où son enlèvement ne présente pas de difficulté.

- b) Une petite quantité seulement de la charge de l'appareil est soumise directement à l'action de la chaleur : c'est celle qui remplit les serpentins (environ 2 à 3 t pour une unité passant 70 t par jour), ce qui limite beaucoup les risques en cas d'accident.

- c) Le système est d'une grande souplesse et permet de traiter non seulement des lampants et des gas-oils, mais aussi des résidus lourds ou fuel-oils, même asphaltiques.

Voici quelques précisions techniques sur la construction de l'appareil. Les serpentins sont constitués par 50 éléments de tubes de 9 m de longueur et de 100 mm de diamètre, reliés à leurs extrémités par des coudes en V en acier forgé. La chambre de réaction est un cylindre de 3 m de diamètre et de 4,50 m de hauteur. Elle possède un joint de purge pour la sortie du résidu lourd. La partie supérieure de la chambre est reliée à un déphlegmateur à plateaux muni d'un tuyau de reflux qui renvoie le condensat dans le serpentin de chauffe.

L'huile à craquer entre dans le déphlegmateur à mi-hauteur. Les vapeurs qui s'échappent à la partie supérieure du déphlegmateur se condensent dans un serpentin et les gaz incondensables, passant par un système déten-

deur, se rendent dans un gazomètre, d'où ils seront repris pour le chauffage.

D'après les documents publiés, le cracking du fuel-oil par le procédé Dubbs donnerait en moyenne 40 à 50 p. 100 d'essence.

L'unité est de 500 barils, c'est-à-dire environ 70 t par jour. Elle coûte environ 75.000 dollars, c'est-à-dire à peu près 2 millions de francs, non compris les réservoirs et appareils auxiliaires.

Parmi les procédés autres que le Dubbs, nous citerons le procédé Burton qui a été l'un des plus employés au début de l'application du cracking. Dans ce procédé, le chauffage se fait dans un alambic de 500 hl environ sous une pression de 4 à 5 kg : cm².

Le procédé Cross qui ressemble au procédé Dubbs en ce sens que le chauffage se fait dans des tubes et que l'appareil comporte une chambre de réaction. La pression de travail est de 30 à 40 atm.

Les procédés de cracking sont extrêmement nombreux. Ils ont donné lieu à un grand nombre de brevets et ces derniers à d'innombrables procès dont les tribunaux américains paraissent esquisser les solutions tant les sommes mises en jeu sont formidables.

J'aurai à revenir sur l'importance économique du cracking qui permet d'obtenir d'un pétrole brut une proportion d'essence de 60 à 70 p. 100, alors que la proportion obtenue par simple distillation dépasse rarement 20 à 25 p. 100.

Fabrication des huiles de graissage par centrifugation. — Une autre nouveauté technique concernant le raffinage, dont je désirerais dire quelques mots, est la fabrication des huiles de graissage par centrifugation.

Dans le mode classique de raffinage, la préparation des huiles de graissage comme celle des autres produits de pétrole, s'effectue par une combinaison convenable de distillations, de lavages chimiques et de décolorations par passage sur des terres décolorantes. Une opération supplémentaire indispensable est ici le déparaffinage, car si une huile de graissage contient des quantités appréciables de paraffine, elle se trouble ou même se congèle lorsque la température s'abaisse et ceci est inacceptable pour les usages techniques du lubrifiant.

Dans la technique classique, le déparaffinage s'effectue de la façon suivante : l'huile est soumise à plusieurs distillations au cours desquelles la paraffine qui existe dans l'huile sous forme amorphe, passe sous l'action de la chaleur, à la forme cristallisée. Il suffit alors de refroidir l'huile au moyen d'une machine à ammoniaque liquide et de lui faire traverser des filtres-presses où la paraffine est retenue.

Mais ce système présente deux inconvénients principaux : d'une part, l'installation des filtres-presses est compliquée et encombrante; d'autre part, l'action de la chaleur, nécessaire pour faire passer la paraffine sous la forme cristallisable, est défavorable aux qualités lubrifiantes de l'huile de graissage.

Le procédé par centrifugation a pour objet d'éluder ces deux inconvénients. En voici les caractéristiques essentielles :

L'huile brute est d'abord chauffée à 130° seulement, ce qui donne lieu à l'évaporation de l'essence qu'elle contient.

L'huile ainsi désessenciée est alors épurée, et en particulier débarrassée des impuretés asphaltiques qu'elle contient par divers traitements à froid : lavages à l'acide sulfurique, passages sur des terres décolorantes et filtrations. L'huile résultant de ces opérations est alors additionnée d'une certaine quantité d'essence, en vue d'augmenter sa fluidité, puis elle est refroidie à — 35° et passe alors dans l'appareil essentiel qui caractérise cette méthode : une machine centrifuge tournant à 17.000 tours par minute.

Sous l'action de cette énergique centrifugation, la paraffine *amorphe* contenue dans l'huile s'en sépare et est recueillie sous forme d'une gelée que l'on appelle *petrolatum* et qui n'est autre que de la vaseline brute. Quant à l'huile ainsi débarrassée de la paraffine, son point de congélation est maintenant inférieur à — 10° et il suffit de la soumettre à une nouvelle série de rectifications et de décolorations pour en extraire des huiles de graissage d'excellente qualité.

Ce procédé qui porte le nom de Sharples et qui a été appliqué pour la première fois aux États-Unis, a été récemment introduit aux usines de Pechelbronn où il donne les meilleurs résultats.

III. — Marché mondial des produits du pétrole.

LES PAYS PRODUCTEURS

Ayant terminé cette rapide revue des principales notions techniques concernant l'exploitation et le traitement du pétrole, il nous reste à examiner les grands traits de l'organisation mondiale de l'industrie pétrolière.

Voyons tout d'abord comment se répartit la production mondiale entre les différents pays producteurs :

Les chiffres de la statistique de 1926 n'étant pas encore arrêtés, je me référerai aux chiffres de 1925.

La production totale de pétrole brut a été en 1925 de 1.065 millions de barils, soit environ 150 millions de tonnes.

Cette production se répartit comme l'indique le tableau suivant, où ont été portés, à titre de comparaison, les chiffres de 1924.

Tableau I.
STATISTIQUE DE LA PRODUCTION PÉTROLIÈRE MONDIALE EN 1924 ET 1925
(Bureau des Mines des États-Unis).

PAYS	1925			1924		
	Barils de 42 U. S. gallons.	Tonnes métriques.	P. 100 du total en volume.	Barils de 42 U. S. gallons.	Tonnes métriques.	P. 100 du total en volume.
États-Unis	763.743.000	104.622.000	71,5	713.940.000	98.024.000	70,4
Mexique	115.515.000	17.626.000	10,8	139.678.000	21.367.000	13,8
Russie	52.448.000	7.295.000	4,9	45.355.000	6.301.000	4,5
Perse	35.038.000	4.652.000	3,3	32.373.000	4.313.000	3,2
Indes orientales néerlandaises. .	21.422.000	3.066.000	2,0	20.473.000	2.926.000	2,0
Venezuela	19.687.000	2.884.000	1,8	9.042.000	1.335.000	0,9
Roumanie	16.646.000	2.317.000	1,6	13.369.000	1.860.000	1,3
Pérou	9.164.000	1.207.000	0,9	7.812.000	1.029.000	0,8
Indes.	8.000.000	1.100.000	0,8	8.416.000	1.182.000	0,8
Pologne	5.960.000	812.000	0,6	5.657.000	771.000	0,6
Argentine.	5.818.000	846.000	0,5	4.669.000	679.000	0,4
Trinidad	4.654.000	648.000	0,4	4.057.000	564.000	0,4
Bornéo britannique (Sarawak).	4.257.000	613.000	0,4	4.163.000	599.000	0,4
Japon et Formose.	2.000.000	280.000	0,2	1.814.000	252.000	0,2
Égypte	1.226.000	179.000	0,1	1.122.000	163.000	0,1
Colombie	581.000	83.000		445.000	64.000	
France	459.000	66.000		426.000	61.000	
Allemagne	411.000	60.000		406.000	59.000	
Canada	318.000	41.000		161.000	22.000	
Tchécoslovaquie. .	50.000	7.000		76.000	11.000	
Italie.	45.000	5.000	0,2	45.000	5.000	0,2
Algérie	12.000			11.000		
Barbade	9.000			10.000		
Cuba	4.000	18.000		4.000	18.000	
Angleterre	2.000			2.000		
Autres pays.	97.000			97.000		
	1.067.566.000	148.427.000	100,0	1.013.623.000	141.603.000	100,0

Avant d'aller plus loin, deux remarques s'imposent : la première est la part prépondérante prise par les *États-Unis* dans la production mondiale : près des trois quarts. Nous verrons que les États-Unis, qui sont les plus grands producteurs de pétrole, en sont aussi les plus grands consommateurs.

La seconde remarque est relative à l'accroissement de la production mondiale au cours des dernières années :

De 384 millions de barils en 1913, la production atteint 688 millions en 1920, 851 millions en 1922, 1.013 millions en 1924, 1.067 millions en 1925.

Étant donnée l'influence prépondérante de la part des États-Unis dans la production totale, on conçoit que ces augmentations rapides soient principalement dues à l'extension de la production de ce pays, d'autant plus que le Mexique, qui tient le second rang comme pays producteur, voit au contraire sa production décroître rapidement.

Notons toutefois que la production des États-Unis et par conséquent la production mondiale du pétrole brut paraît avoir tendance à devenir étale : ce que l'on peut supputer des statistiques de 1926 laisse à penser que la production mondiale ne dépassera pas sensiblement cette année celle de 1925.

Avant d'étudier les caractéristiques de l'industrie pétrolière des États-Unis qui domine le marché mondial, disons un mot des autres pays producteurs.

Mexique. — Au Mexique, on note depuis quelques années une décroissance continue : de 193 millions de barils, la production tombe à 115 millions en 1925 et elle ne semble pas, en 1926, devoir être supérieure à 95 millions de barils.

Nous verrons que ce phénomène n'est pas sans rapport avec les conditions de l'industrie du pétrole aux États-Unis.

Russie. — La production de la Russie, tombée en 1923 à 57 p. 100 de la production de 1913 était remontée en 1925 à 77 p. 100 et elle semble devoir, en 1926, être de 90 p. 100 environ de la production d'avant guerre.

Perse, Indes néerlandaises. — La production de ces deux pays paraît être à peu près la même qu'en 1925.

Venezuela. — Au contraire, la production du Venezuela, nouveau venu dans l'histoire du pétrole, est en rapide croissance : insignifiante encore en 1920, la production de ce pays atteignait 8 millions de barils en 1924, 21 millions en 1925 et la production de 1926 n'ira pas loin de 36 millions de barils, dépassant les Indes néerlandaises, et égalant à peu près la production de la Perse.

Roumanie. — En Roumanie également, on constate un accroissement rapide depuis la chute due aux événements de guerre :

13 millions de barils	.	.	.	.	.	.	en 1913,
7	—	—	.	.	.	.	— 1920,
16	—	—	.	.	.	.	— 1925,
et probablement 22 millions	—	.	.	.	.	.	— 1926.

La situation semble à peu près étale dans les autres pays producteurs, sauf en *Colombie*, qui est le dernier venu des pays pétroliers et qui paraît réserver d'heureuses perspectives qui commencent seulement à se réaliser. En 1926, les gisements ont été reliés par pipe-line à la côte et la production est passée à plus de 5 millions de barils contre 900.000 en 1925.

Notons en passant qu'un important groupe français, la Compagnie française des Pétroles, dont nous aurons à reparler, s'est intéressé aux gisements colombiens.

Revenons à la production des *États-Unis* qu'il est nécessaire d'examiner avec quelques détails si l'on veut se faire une idée exacte de la question du pétrole dans le monde. Il faut bien se rendre compte à ce sujet, lorsqu'on envisage la statistique générale du pétrole, de la place prépondérante de 70 p. 100 qu'y occupe la production ou la consommation américaine.

Voici des chiffres :

De 1922 à 1925, la production de pétrole brut des États-Unis est passée de 551 millions à 764 millions de barils, soit une augmentation de 38 p. 100.

Dans le même intervalle de temps, l'accroissement de la production non américaine n'a été que de 24 p. 100.

D'autre part, les États-Unis, grands producteurs, grands consommateurs, sont aussi les plus grands importateurs du monde. Les 9/10 de leurs importations proviennent du Mexique, mais ces importations sont en décroissance rapide : de 1922 à 1925, elles sont tombées de 130 millions à 62 millions de barils, principalement constitués par du brut, soit une diminution de plus de 50 p. 100.

Si vous remarquez que les compagnies pétrolières américaines possèdent un grand nombre des exploitations mexicaines qu'elles n'ont intérêt à pousser que dans la mesure de la demande des États-Unis, ceci vous explique la baisse de la production mexicaine dont j'ai parlé tout à l'heure.

Voyons maintenant le côté consommation et exportation. De 1922 à 1925, la consommation intérieure des États-Unis est passée de 514 millions à 706 millions de barils, soit 37 p. 100 d'augmentation, augmentation relative égale à celle de la production.

Quant aux exportations, portant sur l'ensemble des produits du pétrole,

elles sont passées, toujours dans le même intervalle de temps, de 73 millions à 112 millions, soit une augmentation de plus de 50 p. 100.

Enfin les mises en stock qui, en 1922, se sont élevées à 100 millions de barils, n'ont plus été, en 1925, que de 24 millions de barils.

Le tableau ci-dessous précise les chiffres relatifs à l'industrie du pétrole aux États-Unis.

Tableau II.

PRODUCTION ET CONSOMMATION DES ÉTATS-UNIS
(En milliers de barils).

ANNÉES	PRODUC- TION DE BRUT	IMPORTATIONS			EXPORTA- TION Raffinés en presque totalité.	MISE EN STOCKS	CONSOMMA- TION PROPRE- MENT DITE (par différence)
		Brut.	Raffinés.	Total.			
1919	378.000	52.836	1.355	54.161	62.853	5.431	363.877
1920	443.000	106.175	2.618	108.794	77.993	28.174	445.627
1921	470.000	125.247	3.536	128.783	70.723	81.658	366.402
1922	551.000	130.255	5.692	135.947	72.873	100.140	513.934
1923	726.000	82.010	17.593	99.608	100.411	99.179	626.018
1924	714.000	77.774	16.759	94.534	115.867	30.327	662.340
1925	764.000	61.824	16.100	77.924	111.711	23.700	706.513

Résumons l'évolution des États-Unis pendant l'intervalle de temps que nous avons considéré : de 1922 à 1925. Nous constatons :

- une augmentation de la production de 38 p. 100;
- une diminution des importations de 50 p. 100;
- une augmentation de la consommation intérieure de 37 p. 100;
- une augmentation des exportations de 50 p. 100.

En somme, sollicitation rapidement croissante de la consommation intérieure et des exportations, tel a été le trait essentiel de l'histoire du pétrole aux États-Unis dans ces dernières années.

Il est évident que cette sollicitation constitue un aiguillon impérieux à l'activité de la production. Mais ici se manifestent deux risques dont l'apparence contradictoire s'explique par les particularités de l'exploitation du pétrole : d'un côté, risque d'épuisement des gisements, de l'autre risque de surproduction.

De ces deux risques, le premier sur lequel l'attention de l'opinion publique a été le plus complaisamment attirée, n'est probablement pas celui qui préoccupe le plus sérieusement les producteurs, ainsi que nous allons le voir.

Nous avons lu dernièrement dans tous les journaux que les États-Unis

n'avaient plus de pétrole que pour 6 ans. Ainsi présentée, cette assertion ne donne qu'une idée fâcheusement imparfaite du document dont elle est tirée. C'est un rapport de la Commission fédérale d'Économie du Pétrole dont je vais vous lire le texte exact.

« D'après les estimations les plus récentes, il semble que les réserves de « pétrole que l'on peut retirer par pompage et par écoulement naturel des « puits de champs producteurs actuels sont d'environ 4,5 milliards de barils, « *ce qui, théoriquement, ne représente que l'approvisionnement de 6 années.*

« L'approvisionnement futur du peuple américain en produits pétroli-
« fères essentiels devra venir des sources suivantes :

- « 1° des réserves déjà mentionnées;
- « 2° de la découverte possible de nouvelles couches pétrolifères dans les
« zones déjà connues, par des forages plus profonds;
- « 3° de la découverte possible de nouveaux champs pétrolifères;
- « 4° de l'amélioration des méthodes d'extraction qui permettra de récu-
« pérer une plus forte proportion du pétrole contenu dans les couches pétro-
« lifères;
- « 5° d'une meilleure utilisation des pétroles bruts;
- « 6° d'un contrôle plus effectif des puits jaillissants dans les nouveaux
« champs pétrolifères;
- « 7°
- « 8°
- « 9° de champs pétrolifères étrangers. »

Vous voyez, d'après cette citation, par combien de correctifs est tempérée l'évaluation des 6 ans. Cette prudence s'explique d'ailleurs par le fait que, jusqu'à présent, les évaluations des réserves de pétrole aux États-Unis ont toujours été dépassées par les événements. Rien ne permet évidemment d'affirmer que cela continuera et que l'on découvrira constamment de nouveaux champs au fur et à mesure que les anciens s'épuiseront. Les réserves de pétrole pratiquement exploitables sont, comme toutes les réserves minérales, nécessairement limitées, mais, en raison de la nature spéciale de ce minéral, qui jaillit au fur et à mesure qu'on le découvre, les jaugeages effectifs sont impossibles et, si l'on veut considérer objectivement les choses, on est obligé de reconnaître que l'incertitude la plus complète règne sur cette question des réserves de pétrole.

Voyons maintenant l'autre danger redouté par les pétroliers américains : la surproduction. L'accroissement de la demande a pour conséquence naturelle d'exciter la production et le mouvement ainsi amorcé risque de dépasser le but, car, aux États-Unis, les lots de concession sont en général de faibles dimensions et chaque exploitant n'a qu'un souci : c'est d'épuiser en toute

hâte le pétrole contenu dans son lopin, de crainte que les voisins plus actifs ne sucent, pour ainsi dire, son pétrole, par leurs propres sondages, à travers la mitoyenneté. D'où une frénésie d'exploitation qui risque d'amener une surproduction et un avilissement des prix.

Ajoutez à cela le rôle du développement du cracking. Ne perdez pas de vue que c'est la demande d'essence qui règle pratiquement le marché du pétrole. Or, le cracking augmentant comme nous l'avons vu, le rendement du brut en essence de 25 à 70 p. 100, il faut, par conséquent, moins de brut pour obtenir une quantité déterminée d'essence, ce qui tend à réduire la demande de brut.

Tout ceci explique les efforts considérables déployés par les industriels américains pour régulariser, pour contrôler, — disons le mot, — pour limiter la production du brut.

Un rapport, récemment présenté par M. Hugues, ancien Secrétaire d'État, au nom de l'American Petroleum Institute, à la Commission fédérale d'Économie du Pétrole, conclut qu'il est nécessaire que les exploitants se groupent, de façon à réaliser un contrôle étroit de la production et par conséquent *des prix*.

Mais la loi américaine sur les trusts faisant échec à cet effort de groupement, il est nécessaire d'obtenir une révision de cette loi : une récente proposition de M. Hoover a précisément été présentée dans ce sens.

En fait, ces ententes, ces groupements sont d'ores et déjà entrés dans la pratique et si, malgré la découverte en 1926 des trois riches gisements de Seminole, de Panhandle et de Spindle Top (Oklahoma et Texas) la production américaine n'a pas marqué une augmentation sensible sur celle de l'année précédente, il y faut voir l'influence de cette régularisation de la production.

Au surplus, les Américains sont maîtres chez eux, mais qu'avons-nous à conclure, nous Français, consommateurs et clients, de cette politique de contrôle dont on peut, avec quelque vraisemblance, escompter des effets dans le sens de la restriction des exportations et de la fermeté des prix?

IV. — La situation de la France au point de vue du pétrole.

Dans la situation actuelle, la France importe par an, en nombres ronds, — ce sont les chiffres de 1925 — 2 millions de tonnes de produits du pétrole, dont 1 million de tonnes d'essence. Le tribut financier payé de ce chef à l'étranger représente en gros deux milliards de francs dont 1,5 milliard pour l'essence seule. Ces chiffres sont d'ailleurs en croissance rapide. La consommation d'essence a sensiblement doublé depuis 3 ans et le chiffre de 1926 sera supérieur d'environ 20 p. 100 à celui de 1925.

Ces importations alimentent, on peut le dire, la quasi-totalité de la consommation française puisque notre production se restreint aux quelque 70.000 t de Pechelbronn et à la production encore embryonnaire de Gabian.

Or, les trois quarts de ces importations sont en provenance des États-Unis.

On voit donc quelle est notre dépendance vis-à-vis des États-Unis et qu'aucune des fluctuations qui affectent là-bas la politique du pétrole ne peut nous laisser indifférents. On le voit bien mieux encore si l'on considère la situation sous le rapport des importations d'essence.

Voici des chiffres qui parlent d'eux-mêmes (ils se rapportent à la statistique de 1925) :

Si l'on représente par 100 la consommation mondiale d'essence, les États-Unis produisent sensiblement 90, consomment 80 et exportent 10.

La consommation du reste du monde est donc assurée uniquement, en ce qui concerne l'essence, par les 10 p. 100 d'exportation américaine et par les 10 p. 100 produits ailleurs qu'aux États-Unis.

Or, toujours par rapport à la même base (consommation mondiale), la consommation française représente 3,5 p. 100. Or, cette consommation est couverte pour les trois quarts par des importations en provenance des États-Unis.

On peut dire par conséquent, en combinant ces chiffres, *que les trois quarts de notre ravitaillement sont assurés par un tonnage d'essence américaine qui ne représente que 3 p. 100 de la production des États-Unis, mais qui correspond à 27 p. 100 des exportations totales de ce pays.*

On conçoit maintenant toute la gravité de notre sujétion et toute l'importance d'améliorer cette situation qui nous met à la merci de tous les remous de la politique américaine du pétrole.

Nous allons maintenant parler des efforts qui se déploient chez nous dans ce sens.

LA RECHERCHE ET LE CONTRÔLE DES GISEMENTS DE PÉTROLE EN FRANCE.

Notre situation serait grandement améliorée si nous avions la disposition ou le contrôle de gisements de pétrole, soit en France métropolitaine, soit aux colonies, soit à l'étranger.

EN FRANCE MÉTROPOLITAINE. — Les prospections de pétrole, sous l'impulsion d'une législation favorable et d'un effort direct des Pouvoirs publics, ont pris depuis quelques années une assez grande extension.

En *Limagne*, plusieurs forages à grande profondeur ont été exécutés par l'État, sous les espèces de l'Office national des Combustibles liquides.

Deux de ces sondages, celui de Beaulieu et celui de Mirabel, atteignent une profondeur de plus de 1.100 m. Ils ont mis en évidence des venues parfois assez importantes de bitume, mais pas de pétrole exploitable proprement dit.

Toutefois, les observations géologiques qu'ils ont permis de faire montrent qu'il ne faut pas perdre courage et que l'espoir demeure autorisé. Aussi de nouveaux sondages sont-ils prévus, pour l'implantation desquels il est fait appel aux procédés géophysiques dont j'ai eu l'occasion de parler tout à l'heure, en particulier au procédé électrique de M. Schlumberger.

Dans *l'Hérault*, à Gabian les recherches de l'Office national ont abouti, comme l'on sait, à la découverte d'un champ pétrolifère dont la reconnaissance se poursuit activement.

Seize forages ont été exécutés dans cette région. Cinq d'entre eux sont productifs. Citons en particulier le n° 6 qui a touché l'huile au mois de mars dernier et dont la production se maintient à plus de 25 m³ par jour.

La production totale des puits a été, depuis la découverte du pétrole, de 7.000 t environ, correspondant à une recette de plus de 2,5 millions de francs.

Il faut dire toutefois que la zone qui s'est révélée productive est encore restreinte à quelques hectares, mais l'ensemble de la prospection a permis de déceler l'existence d'un anticlinal, dont l'extension est recherchée par de nouveaux forages et, d'autre part, rien n'interdit de penser que d'autres rides, probablement un peu plus profondes, puissent être découvertes, parallèlement à l'anticlinal actuellement connu.

Il est donc permis de fonder sur le champ de pétrole de Gabian des espoirs très sérieux et il n'est pas chimérique d'en attendre quelque jour une production de plusieurs dizaines de milliers de tonnes par an.

Et puis, Gabian a, pour les prospecteurs français la valeur d'un symbole : la découverte de l'huile dans ce coin de France a apporté un démenti caté-

gorique à ceux qui affirmaient la stérilité de notre sol en pétrole. Ce que l'on sait des nombreux indices hydrocarburés qui existent en France et des structures qui les accompagnent autorisent l'espoir de nouvelles découvertes.

COLONIES FRANÇAISES. — A l'exception du *Maroc* où quelques points intéressants sont reconnus, nos possessions d'Afrique ne paraissent pas, dans l'état actuel de nos connaissances, devoir offrir beaucoup de ressources en pétrole.

C'est probablement *Madagascar* qui offre actuellement les indices les plus attrayants de tout notre domaine colonial. Il existe en effet dans cette colonie un vaste gisement de grès bitumineux à l'étude duquel le Gouvernement général, appuyé par les subventions de l'Office national de Combustibles liquides, consacre un effort extrêmement vigoureux.

On étudie d'une part le moyen d'obtenir de l'huile brute par distillation de ces grès, dont d'importants tonnages sont exploitables en carrière.

D'autre part, les formations bitumineuses de Madagascar apparaissent, aux yeux des géologues, comme les vestiges d'un très vaste champ dont les compartiments lenticulaires, primitivement imprégnés de pétrole, ont été décapés par l'érosion et par suite ont laissé leur huile s'oxyder et s'épaissir au contact de l'air.

Il est donc permis de penser que d'autres lentilles encore imprégnées de pétrole intact, puissent être trouvées, soit en profondeur, soit dans les zones latérales où les terrains protecteurs qui recouvrent les zones magasins n'ont pas été enlevés par l'érosion. C'est à cette recherche que vont être consacrés des sondages à l'organisation desquels on travaille en ce moment même.

Vous voyez par conséquent qu'un effort sérieux — et j'ai passé sous silence, faute de temps, des initiatives privées extrêmement actives — se poursuit pour la reconnaissance des ressources pétrolifères de notre territoire.

Cependant, réserves faites peut-être pour Madagascar, il faut bien reconnaître que les perspectives ne sont pas telles que nous puissions espérer découvrir chez nous tout le pétrole dont nous avons besoin.

Mais, quelle que soit l'importance des appoints qui pourront être trouvés, nous n'avons pas le droit de laisser latentes des sources d'énergie qui peuvent être contenues dans notre sous-sol; nous avons le devoir — et l'on s'y emploie comme vous l'avez vu — d'élucider une bonne fois cette question, tant controversée, des gisements français de pétrole

ÉTRANGER. — Le souci de contrôler des sources de pétrole étrangères remonte en France à un passé très récent. Avant la guerre, nous nous sommes, avec une négligence qui mérite des qualificatifs sévères, laissé distancer par nos voisins, plus actifs à se partager les gisements disponibles dans le monde : les Anglais en *Perse*, les Allemands en *Roumanie* et en *Turquie* ont montré à ce point de vue plus de perspicacité et de prévoyance que nous.

Les leçons de la guerre ont amené un heureux revirement de cet état d'esprit. Par le pacte de San Remo, conclu le 24 avril 1920 entre la France et l'Angleterre, l'habileté et la ténacité de nos négociateurs ont obtenu les résultats suivants :

1° L'accord pose le principe de la coopération et de la réciprocité dans tous les pays où les intérêts pétroliers des deux pays peuvent pratiquement se combiner, notamment en Asie mineure ;

2° Pour la *Mésopotamie*, la France obtient une part de 25 p. 100 de la production nette d'huile qui sera obtenue, et cela au prix courant du marché. Il est entendu en outre que si l'exploitation se fait par l'intermédiaire d'une société privée, la France aura une participation de 25 p. 100 dans cette Société.

En conséquence, de ce pacte, une société, la Turkish Petroleum, a été fondée, dont 25 p. 100 des actions ont été remises au Gouvernement français. Celui-ci a provoqué la constitution de la Compagnie française des Pétroles, synthèse de tous les groupes pétroliers et bancaires français intéressés, et il a remis à cette Société les actions de la Turkish, moyennant l'exercice d'un droit de contrôle sur son activité.

Les trois autres quarts du capital de la Turkish ont été souscrits :

un quart par l'Anglo-Persian ;

un quart par la Royal-Dutch ;

un quart par les Américains.

Je m'excuse de vous présenter la situation d'une façon un peu schématique pour ne pas alourdir mon exposé par les détails des laborieuses négociations — qui ne sont pas terminées — auxquelles cet arrangement a donné lieu.

Quant à la situation diplomatique, elle a, après des incidents dont on se rappelle l'acuité, été éclaircie de la façon suivante :

1° Le 15 mars 1924, le Gouvernement de l'Irak, pays de mandat britannique, a accordé à la Turkish la concession des pétroles de Mésopotamie, étant entendu qu'après exploration et choix de 24 lots de 8 milles carrés chacun, le reste des champs présumés devra être mis en adjudication publique internationale. C'est là une conséquence du fameux principe dit « de la porte ouverte », revendiqué avec une âpre énergie par les Américains.

2° Le 5 juin 1926 était signé un traité entre la Grande-Bretagne, l'Irak et la Turquie au sujet de la fixation de frontière entre l'Irak et la Turquie. C'était la fin d'une période de grande tension diplomatique et la reconnaissance officielle des droits de la Turkish Petroleum par le Gouvernement turc qui, aux termes de ce traité, est intéressé sous la forme d'une redevance à l'exploitation du pétrole de Mésopotamie.

On a représenté avec raison le traité anglo-turc comme un brillant succès de la diplomatie britannique, mais l'on n'a pas assez remarqué que la France participe d'une façon directe aux résultats de ce succès et que pour la première fois, elle intervient aux côtés des grands trusts mondiaux pour l'exploitation de champs pétrolifères pleins de promesses.

Qu'il me soit permis de rappeler ici la part prépondérante prise dans des négociations, dont le public n'a pas toujours soupçonné la difficulté ni la gravité, par M. Louis Pineau, Directeur de l'Office national des Combustibles liquides, dont l'habileté et la diplomatie ont remporté en cette occasion les plus brillants succès.

Enfin, pour terminer la question de l'activité de la France à l'étranger, rappelons que la Compagnie française des Pétroles vient de s'intéresser à des gisements de *Colombie* et mentionnons le rôle important joué par l'industrie française dans l'exploitation des pétroles roumains et polonais.

Conclusions.

J'ai hâte de terminer cet exposé que je m'excuse de n'avoir pas réussi à rendre plus court.

J'ai cherché à vous montrer dans un tableau d'ensemble, forcément schématique, ce que représentent dans le monde les gisements, l'exploitation, le traitement et la consommation du pétrole.

Vous avez vu que la France, dont la consommation d'essence représente une part relativement importante de la consommation mondiale, se trouve, pour son approvisionnement, dans une situation sujette.

Je vous ai montré les efforts qui se sont déployés et qui se déploient pour remédier à cette situation, dont il n'est pas besoin de souligner les dangers pour l'indépendance et la sécurité nationale, ainsi que pour l'équilibre financier et la tenue du change.

Que les recherches en France et aux colonies soient susceptibles de nous apporter un certain appoint, c'est une chose indiscutable. Que notre participation en Mésopotamie nous permette d'améliorer notre situation vis-à-vis des grands trusts, c'est ce qu'on ne saurait trop apprécier.

Mais il est bien certain que les résultats les plus efficaces seraient obtenus — et du point de vue de notre sécurité en toute circonstance, et du point de vue de notre balance commerciale — si nous réussissions à obtenir sur notre sol des carburants de remplacement ou de synthèse en quantité suffisante. Les actives recherches qui se poursuivent chez nous dans ce domaine, ainsi que la protection qui résulte de notre législation douanière et fiscale, mettent à cet égard la France dans une situation très favorable. C'est là un vaste sujet que le cadre de cette conférence ne me permet pas d'aborder. J'espère avoir l'occasion de le faire quelque jour et je souhaite que ce soit devant un auditoire aussi sympathique et aussi attentif que celui qui m'a fait l'honneur de m'écouter aujourd'hui.

L'ACTIVITÉ DE L'ASSOCIATION COTONNIÈRE COLONIALE EN 1925 ET EN 1926

par

M. F. ROY,
membre du Conseil.

Le *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale* de décembre 1924 publiait un article de M. WADDINGTON, président de l'Association cotonnière coloniale et important industriel de la région rouennaise.

Après des considérations d'ordre général sur la culture, la production et l'industrialisation du coton dans le monde, il abordait et traitait la question du coton colonial français et notamment du coton de l'Afrique occidentale française où s'est porté l'effort principal de l'Association cotonnière coloniale; il s'était attaché en particulier à montrer les conditions auxquelles devait répondre, pour être appréciée, la fibre produite dans nos possessions, et avait insisté sur la nécessité de construire de nombreuses usines destinées à rendre propre à l'expédition le coton cueilli.

Pour rendre plus perceptible l'importance de l'effort qu'il fallait entreprendre, M. Waddington avait établi un parallèle entre les moyens financiers dont disposent les organismes anglais et ceux qui sont mis à la disposition de l'Association cotonnière coloniale.

Il convient avant tout de dire que, depuis cette époque, les subventions diverses fournies par le budget métropolitain et par les budgets coloniaux, quoique sensibles, n'ont pas atteint l'importance nécessaire et que le plus clair des ressources dont a pu disposer l'Association cotonnière coloniale provient du versement d'une taxe dont s'acquittent volontairement 80 p. 100 des filateurs, à raison de un franc par balle de coton consommé dans leurs usines. Cependant, on peut espérer que, dans le programme d'ensemble de mise en valeur que le Gouvernement actuel se propose d'établir, il sera prévu une mesure destinée à augmenter dans de notables proportions les recettes annuelles de ce groupement; de même, il a été convenu officieusement, dans le courant de 1926, entre le Gouverneur général Carde et M. Waddington, en présence du Ministre des Colonies, que les prochaines usines seraient édifiées aux frais du budget de l'A. O. F., équipées également aux frais de ce même budget et que l'Association cotonnière coloniale aurait à en assurer le fonctionnement. Cette même convention envisage également la possibilité dans l'avenir du rachat de ces établissements dans les conditions les meilleures par l'Association cotonnière coloniale.

Mais ce ne sont pas ces ressources encore problématiques qui peuvent permettre à l'Association cotonnière coloniale de prendre l'importance qu'elle ne manquera pas d'avoir dans un avenir prochain. Quoi qu'il en soit, et grâce à une gestion pru-

dente, l'Association a réussi à accroître considérablement sa zone d'action par la multiplication dans les régions propres à la culture du textile, des centres d'égrenage et de pressage dont le nombre est actuellement de 15 contre trois seulement en 1923 : Ségou, San, Koutiala, Bougouni, Sikasso au Soudan; — Ouagadougou, Bobo-Dioulasso, en Haute-Volta; — Bouaké, Korhogho, Séguéla en Côte d'Ivoire; — Bohicon et Parakou au Dahomey; — Kouroussa en Guinée française; — Lomé et la Kara au Togo.

Les recettes résultant de l'égrenage sont intégralement absorbées par le traitement du personnel préposé à la marche des usines. Les recettes d'égrenage ont été en 1925 de 440.000 fr; celles de 1926 sont de 875.773 fr. .

Cette question d'industrialisation mise à part, l'Association cotonnière coloniale a fait en outre un grand effort pour le classement des produits, refusant son estampille aux cotons de qualité inférieure. Elle a de plus, grâce à deux missions, l'une à Madagascar l'autre au Maroc, rapporté sur ces régions une documentation intéressante, et, en ce qui concerne notamment ce dernier territoire, elle a confié la mise en pratique des méthodes, recommandées par son enquêteur, à l'Association cotonnière marocaine, émanation de l'Association cotonnière coloniale dont la création a été rendue possible grâce au concours de la section marocaine de l'Union coloniale, de certaines personnalités du monde colonial, de banques et de sociétés marocaines d'agriculteurs.

Elle a pu enfin, sans cependant satisfaire à toutes les demandes, fournir du matériel dans différentes colonies, notamment en Algérie, au Maroc, à Madagascar, en Guyane, à La Guadeloupe, aux Nouvelles-Hébrides et en Syrie; il n'est pas inutile de signaler que le montant de ces envois est de 400.000 fr environ et qu'une partie seulement a été remboursée.

* * *

On ne saurait mieux faire pour rendre encore plus probants les grands résultats obtenus par ce groupement que de se reporter au rapport du Comité de Direction de l'Association cotonnière coloniale présenté à l'Assemblée générale du 5 juin 1926, qui donne les précisions suivantes :

« En 1923, les usines de l'A. C. C. ont égrené 840 t de coton brut ayant donné 185 t de fibre;

En 1924, les usines de l'A. C. C. ont égrené 935 t de coton brut ayant donné 210 t de fibre;

En 1925, les usines de l'A. C. C. ont égrené 2.905 t de coton brut ayant donné 691 t de fibre;

En 1926, le tonnage atteint en 1925 sera sensiblement dépassé.

Or, si pendant la campagne de 1925, la production de fibre a été de 691 t, l'outillage dont dispose actuellement l'Association cotonnière coloniale permet de quadrupler cette quantité ou si l'on préfère, les clients de l'Association cotonnière coloniale peuvent lui apporter quatre fois plus de coton, c'est-à-dire en acheter quatre fois plus à l'indigène, qui, lui-même, pourra en planter quatre fois plus.

Si l'on admet que l'élan donné ne se limitera pas aux seuls commerçants clients de l'Association cotonnière coloniale (et cela est d'autant plus probable que les entreprises particulières d'égrenage se multiplient dans toutes les régions), on peut dire que l'impulsion résultant de l'action combinée de l'Association cotonnière

coloniale et des gouvernements coloniaux, pourra procurer à bref délai en A. O. F. une production cotonnière quadruple de celle de 1925.

Celle-ci ayant été, d'après les statistiques, de 11.000 balles de 200 kg environ, il ne semble pas téméraire d'espérer que dans peu de temps l'A. O. F. pourra mettre sur le marché du Havre 40.000 balles de coton.

C'est une perspective singulièrement réconfortante et dont peuvent être justement fiers ceux dont la ténacité et dont le dévouement ont assuré la réussite du programme de l'Association cotonnière coloniale.

Il n'est pas indifférent de chiffrer les sacrifices faits par les adhérents à l'Association cotonnière coloniale, sacrifices consentis de propos délibéré pour laisser évoluer le programme cotonnier et créer dans l'esprit des indigènes cultivateurs, comme dans celui des acheteurs du Havre, la confiance et l'impression de sécurité totale nécessaires à la création d'une œuvre durable ».

Pour terminer ce rapide aperçu sur l'œuvre du groupement dont nous nous occupons, il convient de rendre hommage à la clairvoyance de ceux qui, depuis 22 ans, se sont attachés à la besogne ingrate dont les résultats commencent maintenant seulement à devenir sensibles. A l'époque où nous vivons, les actes désintéressés sont trop rares pour que les remerciements n'aillent pas spontanément à des hommes d'action : industriels, producteurs, commerçants, qui ont su se distraire d'occupations absorbantes de leur industrie particulière pour consacrer leur intelligence et leur temps à une œuvre nationale ne leur rapportant personnellement aucun profit; nous croyons devoir accompagner ces remerciements du vœu suivant : Que les Pouvoirs publics leur donnent tous les moyens financiers et tous les appuis nécessaires à la continuation de leurs travaux indispensables à la grandeur de la France coloniale.

Et il convient ici de citer l'appréciation portée sur l'Association cotonnière coloniale, alors qu'il commandait en A. O. F. par le grand colonial qu'est M. le Gouverneur général MERLIN :

« J'apprécie tout particulièrement l'heureuse influence que cette association a eue sur le développement de la production cotonnière. Depuis sa fondation son activité s'est portée d'une manière spéciale sur l'Afrique occidentale française et on ne saurait trop insister sur la part qui lui revient dans les résultats obtenus et qui sont traduits par les exploitations de ces dernières années des colonies du Soudan français, de la Côte d'Ivoire et du Dahomey. Les achats de coton brut effectués directement chez les indigènes, l'installation et la mise en marche des usines d'égrégage, les premiers envois dans la métropole que ni l'Administration ni des entreprises intéressées n'auraient pu mener comme il convient, ont été des facteurs essentiels du développement des cultures indigènes.

« L'expérience acquise au cours de longues années d'efforts combinés de l'Association cotonnière coloniale et de l'Administration a abouti à un autre résultat : c'est de déterminer les vraies possibilités de la culture indigène au double point de vue de la quantité et de la qualité ainsi que les conditions culturelles auxquelles doit être soumise une production susceptible de donner satisfaction aux besoins de la métropole. »

L'intérêt que, dès le début, la Société d'Encouragement a porté aux efforts de l'Association cotonnière coloniale et la contribution qu'elle a bien voulu souscrire chaque année, lui ont apporté un appui moral précieux.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DU 18 DÉCEMBRE 1926

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

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 27 novembre est adopté.

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

M. CHALUMEAU (Camille) (*, I. ☉, ☿), Ingénieur des Arts et Manufactures, licencié ès sciences, ingénieur en chef de la ville de Lyon, directeur général des Services de travaux publics et de voirie, 16, rue de l'Hôtel-de-Ville, Lyon (Rhône), présenté par MM. Zetter et Lemaire (1927).

M. JOSSERAND (Frédéric), représentant en machines agricoles, 98, rue Chevreul, Lyon (Rhône), présenté par MM. Ringelmann et Lemaire (1927).

Est admis membre de la Société : M. Émile RIMAILHO, lieutenant-colonel d'artillerie en retraite, présenté dans la dernière séance.

M. MESNAGER, *président*, rappelle à l'auditoire que la réunion est une assemblée générale ordinaire pendant laquelle il sera procédé à l'élection des membres du Bureau pour 1927 et à la ratification de la nomination pendant l'année 1926 de nouveaux membres du Conseil. Le scrutin sera clos à 17 h. 30 m.

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

M. MESNAGER, *président*. — Dans sa dernière séance tenue en comité secret le 27 novembre 1926, le Conseil d'Administration a décidé de proposer à l'assemblée générale la résolution suivante :

La capitalisation des revenus du fonds d'accroissement (Fonds Jollivet) décidée par l'assemblée générale du 22 décembre 1882 et suspendue par déci-

sions postérieures pour les années 1922, 1923, 1924 et 1925, sera reprise à partir du 1^{er} janvier 1926, dans les conditions suivantes :

Les arrérages des rentes françaises 3 p. 100, formant l'objet des certificats immatriculés au nom de la fondation Jollivet, s'élevant ensemble à 8.428 francs, seront seuls capitalisés à partir du 1^{er} janvier 1926.

Tous les produits de la capitalisation décidée par l'assemblée générale de 1882, autres que la valeur des titres de rente 3 p. 100 et de leurs arrérages à partir du 1^{er} janvier 1926 sont mis à la disposition de la Société.

Cette résolution mise aux voix est adoptée à l'unanimité des membres présents.

M. R. LEQUEUX, Ingénieur des Arts et Manufactures, fait une communication sur la *dessiccation des matières vivantes et en particulier des produits opothérapiques*.

Pour dessécher les matières organiques destinées à la conservation, il faut prendre certaines précautions si on veut obtenir de bons résultats. C'est le cas pour les matières animales, plus facilement corruptibles que les matières végétales, et, plus particulièrement, pour les organes employés en opothérapie : glande thyroïde, thymus, capsules surrénales, organes génitaux.

C'est Brown-Séquard qui, en 1883, démontra pour la première fois, de façon indiscutable, la valeur thérapeutique de ces organes. Aujourd'hui leur action est bien connue, généralisée, fixée; elle fait l'objet d'un enseignement régulier dans toutes les facultés de médecine et de pharmacie, et leur extraction d'une industrie qui prend ses matières premières à l'abattoir, sur les animaux qui viennent d'être abattus.

Dès le début de l'opothérapie, on chercha à extraire des organes leur principe actif, diastase, ferment, produit de sécrétion, mais on reconnut vite que les extraits ainsi obtenus étaient loin de posséder les propriétés pour lesquelles ils étaient recherchés : au cours des différentes opérations que comporte l'extraction, le principe actif, matière vivante éminemment altérable, se modifiait, perdait plus ou moins de son efficacité; il fut reconnu en outre que l'organe même s'assimile beaucoup mieux que n'importe quel autre produit qu'on en peut tirer. On eut recours alors à la consommation de l'organe aussi vite que possible après l'abatage de l'animal dont il provenait, mais cette manière de faire a de grands inconvénients : incertitude sur la fraîcheur du produit s'il n'est pas consommé à l'abattoir même; incertitude sur le dosage (pris en excès les produits opothérapiques peuvent provoquer des accidents graves); répulsion du malade pour un médicament mal présenté; absence de contrôle.

On dessèche donc les organes après les avoir hachés; on les broie, et on les met en comprimés, pilules, capsules, cachets, de façon à constituer un médicament non répugnant, toujours identique à lui-même et qui soit, en tout temps, à la disposition du malade. La préparation du médicament prend alors un caractère industriel qui assure la propreté et la bonne exécution de toutes les opérations.

La dessiccation doit être extrêmement rapide car ce n'est pas seulement de la

corruption qu'il faut préserver le produit, mais aussi de l'autodigestion. Ces organes, en effet, renferment presque tous des diastases, des ferments à caractère digestif et qui sont d'autant plus actifs que la température à laquelle ils sont portés est plus voisine de celle de l'organisme vivant dont ils proviennent; cette autodigestion est caractérisée par une liquéfaction du produit; elle est accompagnée d'un dégagement de vapeur d'eau, de gaz carbonique et de produits volatils divers et complexes dont la présence est décelée par une odeur caractéristique.

On eut recours tout d'abord, pour la dessiccation, à des étuves à courant d'air chaud, analogues à celles qui sont employées en bactériologie, mais dans lesquelles il fallait pouvoir chauffer davantage (jusqu'à une température cependant inférieure à 40°) pour hâter la dessiccation; le produit ainsi obtenu manquait d'homogénéité et se conservait mal.

On imagina, pour obtenir cette homogénéité et une dessiccation complète, une étuve à tablettes disposées en chicanes, sur lesquelles le produit haché était déposé et entre lesquelles on faisait passer de bas en haut et en zigzag, un courant d'air chaud; l'évaporation étant très active et s'accompagnant d'un abaissement de température, des condensations se seraient produites sur les tablettes supérieures et le produit qui y était déposé s'y serait moins bien desséché que celui des tablettes inférieures si on n'avait pris soin de réchauffer l'air circulant au moyen de radiateurs cylindriques en communication avec une véritable batterie de chauffe. L'appareil comporte : un ventilateur soufflant, un filtre destiné à débarrasser de ses poussières l'air qui entre dans l'appareil; il peut comporter un régulateur automatique de température. Le chauffage se fait au gaz; sa consommation est extrêmement réduite.

On a imaginé aussi un autre procédé basé sur le même principe que celui qui a été appliqué aux États-Unis par E. Gayley en vue de dessécher le vent des hauts fourneaux. Avant de chauffer l'air qui va servir à la dessiccation, on le dessèche en le faisant circuler autour de tubes parcourus par une saumure incongelable portée à plusieurs degrés au-dessous de zéro. L'humidité contenue dans l'air s'y dépose et se congèle. L'air refroidi et sec ainsi obtenu est chauffé à nouveau, passe sur le produit à dessécher, et ainsi de suite, le même air pouvant servir indéfiniment. Pour être économique, ce système exige l'emploi d'échangeurs de chaleur et de toute une machinerie extrêmement coûteuse, qui ne se justifient qu'en cas de forte production.

Geneste et Herrscher ont imaginé un système basé sur le même principe que la machine à glace de Carré, nécessitant par conséquent une pompe à vide et l'emploi d'acide sulfurique pour absorber la vapeur d'eau dégagée. Ce système a l'avantage d'utiliser un matériel en grande partie déjà existant.

C'est sur un principe analogue que fonctionne, mais plus simplement, l'appareil imaginé et construit par M. Lequeux, appareil qui, quoique réalisé de manières différentes, convient aussi bien aux productions industrielles (d'une capacité pouvant atteindre 50 kg de produits frais) qu'aux travaux de laboratoire. Si on emploie l'acide sulfurique pour absorber l'eau, on doit condamner tout appareil, tout dispositif dans lesquels cet acide est agité en vue de mélanger l'acide concentré avec l'acide dilué; les appareils sont compliqués, fonctionnent mal; le résultat est mauvais car l'acide concentré est visqueux et il a peu tendance à se mélanger à l'acide dilué. Voici comment on opère.

Le produit à dessécher, préalablement haché, est étalé sur des plateaux, alter-

nant, dans un récipient dans lequel on a fait le vide, avec des plateaux dans lesquels on fait simplement circuler l'acide sulfurique. On réduit ainsi sa manipulation au strict minimum.

Dans les appareils de laboratoire, cet acide circule par gravité à une vitesse telle que, par exemple, à une goutte par seconde d'acide sulfurique entrant à 66° Baumé à la partie supérieure, correspondent quatre ou cinq gouttes d'acide dilué sortant pendant le même temps à la partie inférieure. Dans les appareils industriels l'acide dilué s'écoule en déversoir par des siphons qui le prennent à la surface des plateaux.

Pour que le procédé soit économique, il faut employer l'acide sulfurique impur du commerce. Il a l'inconvénient de contenir en suspension des impuretés solides qui obturent quelquefois les conduits et empêchent les siphons de s'amorcer. On y remédie aisément en alimentant l'appareil au moyen d'un basculeur à mouvement alternatif, du genre de ceux qui sont disposés en haut des tours de Glover et de Gay-Lussac attenantes aux chambres de plomb où l'on fabrique l'acide sulfurique.

Dans tous ces appareils, le froid produit par l'évaporation de l'eau est compensé par la chaleur que dégage l'acide sulfurique en absorbant cette eau, ce qui contribue à maintenir constante la température à l'intérieur de l'appareil, condition favorable à la bonne marche.

Dans tous les appareils de dessiccation, il convient de remarquer l'importance qu'il faut donner aux conduits dans lesquels circule la vapeur d'eau provenant de l'évaporation : si on évapore 10 kg d'eau par heure, cas fréquent, ils représentent 16 m³ de vapeur à 100° et à 76 mm; ce volume décuple facilement si la température et la pression s'abaissent beaucoup, comme c'est le cas dans les appareils à vide et à absorption par l'acide sulfurique.

E. L.

M. MESNAGER, *président*, remercie M. Lequeux de son intéressante communication dans laquelle il a parlé de faits et de procédés peu connus. Il lui demande si on n'a pas envisagé l'emploi d'autres corps déshydratants que l'acide sulfurique dont la manipulation paraît au moins peu commode, la chaux vive par exemple, le chlorure de calcium?

M. LEQUEUX dit que l'emploi de ces corps solides exige qu'ils soient concassés, d'où formation de poussière pouvant souiller par mégarde les produits. Cet emploi a été tenté pour les produits comestibles; on a dû y renoncer pour cette raison; la manipulation est d'ailleurs moins facile que celle d'un liquide, même dangereux en apparence comme l'acide sulfurique.

M. le colonel P. RENARD dit qu'on s'exagère beaucoup les dangers de la manipulation de l'acide sulfurique.

Pendant 20 ans, les aérostiers militaires ont préparé l'hydrogène nécessaire au gonflement de leurs ballons par l'action de l'acide sulfurique sur le fer ou le zinc. L'expérience a montré que les brûlures provoquées par l'acide sulfurique sont peu dangereuses même étendues si, sans perdre de temps, on

lave à très grande eau la partie touchée; mais il ne faut pas avoir peur de se mouiller. C'est d'ailleurs ce que l'expérience du laboratoire a fait reconnaître aux chimistes.

M. JOUAN dit que Chambrelaud, dès 1902, faisait breveter un appareil dans lequel on desséchait un produit en utilisant un courant d'air en circuit fermé; cet air passait sur la substance à dessécher qui était chauffée, puis dans une enceinte froide où il abandonnait par condensation l'eau entraînée sous forme de vapeur. Chambrelaud paraît donc avoir été le précurseur de ceux qui ont inventé un des appareils décrits par M. Lequeux.

M. LEQUEUX répond qu'il ne faut pas s'étonner de cette priorité : à sa connaissance il existe cinq ou six appareils brevetés dans lesquels, sous une forme ou sous une autre, on a breveté à nouveau le principe de la paroi froide de Watt; c'est le cas pour l'appareil de Chambrelaud.

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

Ont voté par correspondance.	339	sociétaires
Ont voté à la séance.	41	—
TOTAL.	370	—
Ont été déclarés nuls les bulletins de	6	—
RESTE.	364	—

Ont obtenu :

1° Pour la nomination des membres du Bureau :

comme <i>président</i>	M. E. Sauvage.	364	voix
comme <i>vice-présidents</i>	MM. G. Bertrand.	363	—
	Bordas	363	—
	L. Mangin	364	—
	F. Roy	363	—
	J. Bourdel	363	—
comme <i>secrétaires généraux</i>	MM. H. Hitier	364	—
	Ch. de Fréminville.	364	—
comme <i>trésorier</i>	M. Alby.	364	—
comme <i>censeurs</i>	MM. P. de Rousiers.	364	—
	J. Herrenschildt	364	—

2° Pour la ratification de la nomination de nouveaux membres du Conseil d'Administration :

MM. Garnier	363	voix
Bruneant	363	—
Lumière	364	—
Servonnet	363	—
Jurien de la Gravière	363	—

Ont signé MM. Henri Hitier, de Fréminville, Léon Lindet, Ch. Legrand, scrutateurs.

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

1° Sont déclarés élus membres du Bureau de la Société pour 1927 :

Président : M. E. SAUVAGE;

Vice-présidents : MM. BERTRAND, BORDAS, MANGIN, ROY et BOURDEL;

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

Trésoriers : M. ALBY;

Censeurs : MM. DE ROUSIERS et HERRENSCHMIDT.

2° Sont déclarés membres du Conseil d'Administration :

M. GARNIER (*Comité des Arts économiques.*)

M. L. BRUNEHANT (*Comité d'Agriculture.*)

M. LOUIS LUMIÈRE (*Comité des Constructions et des Beaux-Arts.*)

M. H. SERVONNET (*Comité de Commerce.*)

M. P. JURIEN DE LA GRAVIÈRE. (*Commission des Fonds.*)

La séance est levée à 18 h. 40 m.

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN DÉCEMBRE 1926

- MAURER (P.). — **Comment choisir un moteur électrique.** In-8 (25 × 16) de vii + 232 p., 152 fig. Paris, Dunod, 1926. **17209**
- PRÉVOST (PIERRE). — **Le chauffeur au garage** (*Bibliothèque du chauffeur*). Tome II : *Les réparations qui sont à la portée du chauffeur. Contrôle des réparations faites à l'extérieur.* In-12 (19 × 12) de vi + 283 p., 70 fig. Paris, Dunod, 1926. **17210**
- THIBAUT (EUG.). — **Les calculs de résistance des pièces en béton armé**, rendus simples et strictement conformes aux prescriptions de la circulaire ministérielle du 20 octobre 1906. In-8 (25 × 16) de 106 p. Paris, Dunod, 1926. **17211**
- CHWOLSON (O. D.). — **Traité de physique.** Tome supplémentaire : **La physique de 1914 à 1926.** 1^{re} partie. Traduit du russe par A. CORVISY. In-8 (25 × 16) de 339 p., 54 fig. **Bibliographies.** Paris, J. Hermann, 1927. **17212**
- CHASSEVENT (LOUIS). — **Recherches sur le sulfate de chaux.** Thèse présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris pour obtenir le grade de docteur ès sciences physiques, le 14 juin 1926. In-8 (21 × 13) de 122 p., 30 fig. Paris, Masson et C^{ie}, 1926 (*Don de l'auteur*). **17213**
- DYBOWSKI (J.-J.). — **Les lapins à fourrures** (*Petite bibliothèque agricole*). In-12 (18 × 11) de vii + 136 p., 16 fig., Paris, J.-B. Baillière et fils, 1927. **17214**
- MONDIÉZ (ADRIEN). — **Cours de physique industrielle** professé à l'École centrale lyonnaise. In-8 (25 × 16) de viii + 431 p., 197 fig. Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 1927. **17215**
- BONNET (GEORGE-EDGAR). — **Les expériences monétaires contemporaines** (*Collection Armand Colin, Section d'histoire et sciences économiques, n° 91*). In-16 (17 × 11) de 218 p. **Bibliographie** sommaire, p. 215-216. Paris, Librairie Armand Colin, 1926. **17216**
- RAY (GEORGES). — **Manuel du fabricant de conserves.** Conserves de fruits. Conserves de légumes (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de vi + 376 p., 168 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1926. **17217**
- BOURGEOIS (A.). — **Manuel du commis-papetier.** Définition, rôle, fonction, exercice (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de 283 p. 102 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1927. **17218**
- BALLU (TONY). — **Comptabilité de la ferme** (*Encyclopédie agricole*, publiée sous la direction de M. G. WERY). In-12 (19 × 12) de 270 p. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1927. **17219**
- UNION DES SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES DE FRANCE. — **6^e Congrès, Nancy 1, 2 et 3 juin 1926.** In-4 (27 × 19) de 327 p., fig. Nancy, Société d'impressions typographiques, 1926. **17220**
- BOULANGER (A.). — **Dynamique des solides tournants. Phénomènes gyroscopiques.** Théorie élémentaire et applications, avec des notes par TH. GOT. In-8 (23 × 14) de vi + 179 p., 91 fig., VII pl. Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 1926. **17221**
- LANGLOIS (RICHARD). — **Les machines asynchrones à champs tournants, à bagues et à collecteurs.** Théorie générale et applications. In-8 (25 × 16) de xvi + 268 p., 120 fig. **Bibliographie.** p. 261-262. Paris, Dunod, 1926. **17222**
- GRÜNWARD (JULES). — **Technologie chimique des matières premières de l'émail.**

Traduit sur la 2^e édition allemande, revue et augmentée, par HÉLÈNE HIRSCH et MARCEL THIERS. In-8 (25 × 16) de VIII + 315 p., 25 fig. Paris, Dunod, 1926. **17223**

VEZO (L.). — **Les mathématiques de l'ouvrier moderne : Mécanique**, à l'usage des apprentis, ouvriers et contremaîtres de l'industrie, des Écoles d'apprentissage et des cours de perfectionnement professionnel. In-8 (21 × 14) de 274 p., 233 fig. Paris, Dunod, 1926. **17224**

LEFÈVRE (A.). — **Pour le soudeur-braseur**. Formules, recettes, tours de main, « trucs », méthodes et procédés du praticien amateur ou professionnel. In-12 (19 × 12) de VII + 164 p., 143 fig. Paris, Dunod, 1926. **17225**

TRAVELLER (A.). — **Pour le parfumeur**. Comment préparer extraits et eaux parfumées, laits et lotions de toilette, poudres, fards, pommades, cold-creams, bandolines, épilatoires, teintures capillaires, etc. In-12 (19 × 12) de VIII + 185 p., 12 fig. Paris, Dunod, 1926. **17226**

Cent ans d'industrie chimique. Les Établissements Kuhlmann, 1825-1925. In-4 (32 × 24) de 138 p., fig. Paris, 11, rue de la Baume (8^e) (*Don des Établissements Kuhlmann, membre de la Société*). **17227**

..

Economie coloniale. Carte dressée par A. MEUNIER, géographe au Ministère des Colonies. (85 × 120). Paris, Librairie Larose; Librairie de l'Agence générale des colonies (*Don de M. A. Meunier*). **Pièce 13145**

L'Afrique occidentale française en 1925. Production, commerce, trafic maritime. Numéro spécial du *Bulletin mensuel de l'Agence économique de l'Afrique occidentale française*. In-4 (32 × 24) de 45 p. Paris, Agence économique du Gouvernement général de l'Afrique occidentale française, 27, Boulevard des Italiens; Librairie Émile Larose, 1926. **Pièce 13146**

INSTITUT INTERNATIONAL D'AGRICULTURE (Rome). — **Le mouvement international des engrais et produits chimiques utiles à l'agriculture**. 15^e revue, année 1925-26. (Extrait de l'*Annuaire international de statistique agricole, 1925-26*.) In-8 (24 × 17) de 32 p. **Pièce 13147**

BRÉGEAT (J.-H.). — **Emploi des diverses variétés de charbons actifs et autres matières solides dans des buts de récupération de produits volatils en général, et plus particulièrement du benzol de gaz de houille**. In-4 (36 × 27) de 20 + 18 p., fig. Paris, chez l'auteur, 24, rue de la Fidélité (*Don de l'auteur, membre de la Société*). **Pièce 13148**

HUNTER (GEO. B.) and GOOD (E. T.). — **Trade Unions and Trade Unionism**. In-8 (21 × 14) de 61 p. London, Hutchinson and Co. (*Don de M. L. A. Legros, membre de la Société*). **Pièce 13149**

WILLIAMS (HAL). — **The influence of post-war building costs on factory design**. In-8 (21 × 14) de 12 p., 6 fig. (*Don de M. L. A. Legros, membre de la Société*). **Pièce 13150**

ESPAÑA (J. M.). — **Contribution à l'étude de la technologie de fonderie** (5^e Congrès de Fonderie, Liège, 25 au 28 octobre 1925, Mémoire n° 15). In-4 (28 × 22) de 19 p. Paris, Association technique de Fonderie, 15, rue Bleue (9^e) (*Don de l'auteur*). **Pièce 13151**

ESPAÑA (J. M.). — **Contribution à l'étude des sables de fonderie de la péninsule ibérique** (5^e Congrès de Fonderie, Liège, 25 au 28 octobre 1925, Mémoire n° 16). In-4 (28 × 22) de 8 p. Paris, Association technique de Fonderie (*Don de l'auteur*). **Pièce 13152**

..

ÉTABLISSEMENTS POULENC FRÈRES, 92, rue Vieille-du-Temple, Paris (3^e). — **Appareils de contrôle industriel. Essais des combustibles liquides, des lubrifiants, des bitumes et des goudrons. — Déshydratation des liquides volatils. Acétone, alcool, benzine, éther, etc. — Régulateur automatique de température Poulenc-Chagnaud (1926).** Catalogues

..

PRÉFECTURE DU DÉPARTEMENT DE LA SEINE. — DIRECTION DE L'HYGIÈNE DU TRAVAIL ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALE. — **Annales des Services techniques d'Hygiène de la Ville de Paris**, publiées sous la direction du Préfet de la Seine. Tome VII : *Comptes rendus des travaux en 1925*. Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 1926. **Pér. 188**

Mémorial des Poudres, publié par les soins du SERVICE DES POUDRES, avec l'autorisation du Ministre de la Guerre. — Tome XXII (2^e fascicule). Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 1926. **Pér. 223**

INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE (École supérieure de l'Agriculture). — **Annales**, 2^e série, Tome I : *L'Institut agronomique et son enseignement, 1876-1926*. 3^e édition. Paris, J.-B. Baillière et fils; Librairie agricole de la Maison rustique, 1926. **Pér. 20**

COMITÉ DES TRAVAUX HISTORIQUES ET SCIENTIFIQUES (Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts). — **Bulletin de la Section des Sciences économiques et sociales**. I : *Procès-verbaux des séances, années 1924-1925*; II : *Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes, années 1923-1925*. Paris, Imp. nationale; Ernest Leroux, 1926. **Pér. 26**

SOCIÉTÉ TECHNIQUE DE L'INDUSTRIE DU GAZ EN FRANCE. — **Compte rendu du 49^e Congrès tenu les 3, 4 et 5 juin 1926 à Paris**. Paris, 12, rue de Clichy. **Pér. 298**

ASSOCIATION TECHNIQUE MARITIME ET AÉRONAUTIQUE. — **Bulletins**, n^{os} 28, session de 1924; 29, session de 1925; 30, session de 1926. Paris, Imp. Chaix. **Pér. 480**

INSTITUTION OF ENGINEERS AND SHIPBUILDERS IN SCOTLAND. — **Transactions**. Vol. LXIX (Session 1925-26). Glasgow, 39 Elmbank Crescent, 1926. **Pér. 5**

L'agent général, gérant.

E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

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

**LA COLLABORATION DES PATRONS ET DES OUVRIERS
AUX ÉTATS-UNIS
et ses conséquences économiques**

2^e partie : L'état de la question dans les industries
de la construction et des mines,

par

M. CH. DE FRÉMINVILLE,
secrétaire général de la Société d'Encouragement.

Nous avons donné dans le *Bulletin* de novembre 1926 ⁽¹⁾ une étude sur la collaboration des patrons et des ouvriers aux États-Unis, dans laquelle nous faisons ressortir l'importance des déclarations des ouvriers syndicalistes britanniques composant la mission organisée par le *Daily Mail*, au mois d'avril 1926.

Les établissements industriels visités, appartenant plus ou moins à la mécanique, on pouvait se demander si le mouvement de collaboration dont il s'agit s'étendait à toutes les entreprises, quelle qu'en soit la nature.

Par une coïncidence assez curieuse, au moment même où cette étude paraissait dans le *Bulletin*, Mr W. L. ABBOTT, président de l'American Society of Mechanical Engineers, prononçant « son adresse » à la grande séance annuelle, choisissait précisément le même sujet : *L'évolution des relations entre le patron et l'employé* (The changing Relations between Employer and Employee),

(1) Voir le *Bulletin* de novembre 1926, p. 731.

et faisait aussi état du témoignage des syndicalistes britanniques de la mission du *Daily Mail*. Mais M. Abbott demande à ses concitoyens de ne pas trop s'enorgueillir de ce succès et de ne pas oublier ce qui reste à faire, et il passe en revue la situation, beaucoup moins satisfaisante, des *industries de la construction et de l'exploitation des mines*, tout en constatant que des symptômes d'amélioration se font déjà sentir et en exprimant l'espoir que les industries les plus réfractaires seront entraînées par l'exemple extrêmement important qui leur est donné. Nous nous bornerons à reproduire ici la seconde partie du discours de M. Abbott relative à ces deux industries, dont le rôle est si important pour la vie du pays.

EXTRAIT DE L'ADRESSE PRÉSIDENTIELLE DE MR W. L. ABBOTT,
PRÉSIDENT SORTANT DE L'AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS
(6 DÉCEMBRE 1926).

Construction. — Les industries de la construction, par leur nature même, se prêtent très bien à la formation des « unions ». Ces industries sont spéciales en ce que le travail doit être fait sur place dans une très grande mesure, et n'est généralement fait qu'une fois pour un même client. Du reste, l'augmentation de dépense due à la domination des « unions », et aux conditions que ces dernières imposent, est bien moindre que celle qui résulterait de la lutte qu'on engagerait contre elles, et des retards dans l'exécution résultant des grèves qui ne manqueraient pas de se produire. On se résout donc à engager des travaux, bien qu'on sache parfaitement que les dépenses de main-d'œuvre sont souvent deux ou trois fois plus élevées qu'elles ne seraient si les ouvriers, tout en étant payés au même taux horaire, n'obéissaient pas à un mot d'ordre du syndicat, car leur élévation résulte entièrement de la politique qui consiste à tailler le plus possible de journées dans un travail donné.

Les poseurs de briques, qui sont habituellement les plus raisonnables des ouvriers du bâtiment, se contentent de poser 500 briques par jour, quand il n'y aurait rien d'excessif à en poser deux ou trois fois plus.

Les peintres ont pris pour devise et mot d'ordre : « Nous travaillons dur quand nous travaillons. C'est pour cela que le travail ne dure pas. Ralentissons ». Les plombiers ont créé une alliance, qui n'a rien de sainte, avec les fabricants et maîtres plombiers, pour empêcher les « outsiders » de travailler, ou même de pouvoir se procurer les accessoires ou fournitures de plomberie qui leur seraient nécessaires, et ils accompagnent ces règles et ces pratiques, réduisant le rendement de la journée de travail, d'un bouquet de vieilles plaisanteries. J'en passe et des meilleures. Quelques-unes des unions du bâti-

ment ne sont pas aussi mauvaises, d'autres le sont encore plus, mais aucune, dans ses déclarations, n'approche de la formule : « une bonne journée de travail pour une bonne journée de paye ».

La politique et les pratiques des industries du bâtiment constituent souvent la plus flagrante des oppressions syndicalistes, et, cependant, il est si difficile pour les architectes et pour les constructeurs d'adopter une politique qui puisse s'opposer à cette oppression, que c'est probablement dans les industries du bâtiment qu'on trouvera le dernier rempart des unions du travail ⁽²⁾.

Industrie du charbon. — La politique des exploitants des mines de charbon n'est certainement plus aujourd'hui ce qu'elle a été. Mais elle a beau être juste et libérale vis-à-vis des employés, il ne lui est pas possible d'effacer en une, deux ou trois décades, le souvenir des torts et des indignités qui ont été perpétrés par de cupides exploitants de mines, envers des mineurs ignorants et non organisés. Ces derniers ont fini par être excités à la rébellion contre leurs oppresseurs, et, après la victoire, ils ont imposé aux patrons des conditions humiliantes, dont certaines dispositions contenaient, du reste, des germes qui devaient, en fin de compte, amener la désintégration de cette organisation même sous la bannière de laquelle ils avaient combattu pour conquérir leur liberté.

Les unions étant maîtresses des mines de charbon bitumineux, les taux des salaires furent augmentés, la discipline de la mine fut ruinée, et les directions obligées de subir la loi humiliante et arbitraire de comités de puits tout-puissants. Cela ne touchait pas beaucoup le public, et les exploitants ne rencontrèrent guère de sympathie dans cette circonstance. Les mineurs en tirèrent un grand profit, et le public payait la note.

C'est à peu près à cette époque que parurent les haveuses mécaniques, réduisant dans une grande mesure le temps et la main-d'œuvre nécessaires pour sortir une tonne de charbon. Le mineur réclama et obtint, pour son travail, le même salaire par tonne qu'il recevait quand il était obligé de travailler couché sur le côté, pour attaquer péniblement la couche de charbon à la pioche. Comme ces haveuses, et la traction électrique qui fit son apparition dans la mine à peu près en même temps, augmentaient la production et réduisaient les frais généraux par tonne, on accorda au mineur toutes les économies immédiates provenant de l'introduction des haveuses. Maintenant

(2) Nous apprenons cependant que le public a formé avec les architectes, les entrepreneurs, et même les agences pour la vente des propriétés, une association qui a pour but d'étudier les moyens de sortir de cette situation et que l'American Federation of Labour y donne son concours pour tâcher d'amener à la raison « l'enfant insupportable » qu'est le Syndicat de la Construction. Les mesures propres à éviter les à-coups qui se produisent dans cette industrie, et qui sont de nature à amener des chômages, ont aussi été étudiées par la Commission de la Lutte contre le Gaspillage instituée et présidée par M. Hoover (Voir le *Bulletin* d'avril 1926, p. 305 à 317).

que le mineur n'a plus qu'à charger le charbon dans les berlines qui le conduisent au puits, on se propose de faire usage d'une machine à charger, coûteuse, pour faire une économie de temps dans ce travail et réduire la dépense de main-d'œuvre. Mais, ici, on rencontre une grande opposition. On dit qu'en Angleterre les mineurs ont résolu la question en s'interdisant de charger plus de charbon à la machine qu'à la main. En Amérique, ils proposent simplement de garder pour eux tous les bénéfices, sans y faire participer en rien le public, ni admettre une rétribution de l'augmentation de capital faite par l'exploitant. Rien d'étonnant à ce que, dans ces conditions, les chargeurs mécaniques ne se développent pas et ne s'installent pas.

Une répartition équitable des économies réalisées par l'installation de ces « appareils économisant la main-d'œuvre » devrait se traduire par une augmentation importante dans l'enveloppe de paye de l'ouvrier et une réduction accentuée des prix faits au public consommateur, tandis que le patron, après avoir reçu une part suffisante pour justifier l'augmentation du capital, bénéficierait principalement de l'augmentation du chiffre d'affaires résultant de la diminution de prix du produit. Donner tout le fruit de l'économie réalisée au patron ou à l'ouvrier, ou le partager entre eux, ne serait pas juste à l'égard du public, tandis qu'en faire profiter uniquement le public serait décourager tous les perfectionnements futurs.

Le résultat de la politique suivie par les « unions » a été que les mines non unionistes et les districts miniers non unionistes se sont développés rapidement, à tel point que, tandis qu'il y a deux ans, les mines unionistes produisaient les deux tiers du charbon bitumineux du pays, et les mines non unionistes un tiers, ces proportions sont maintenant renversées : les mines non unionistes produisent les deux tiers du charbon bitumineux du pays et les mines unionistes, un tiers seulement.

L'ouverture et l'exploitation d'un grand nombre de petites mines dans les bassins non unionistes, alors que de grandes mines bien équipées des bassins unionistes sont réduites à l'inaction, est évidemment une erreur économique, mais il semble que l'industrie du charbon doive en passer par là avant de pouvoir réparer quelques-unes de ses erreurs, ce qui est indispensable pour qu'on puisse s'acheminer vers une augmentation des profits des mineurs et des exploitants, tout en faisant profiter le public d'une réduction de prix, et d'approvisionnements plus réguliers.

Il semble donc que « l'ordre idéal » (the golden rule) ne puisse s'établir que par sa vertu même, dans les affaires comme ailleurs, et que, quand l'employé ou le patron peut, par suite des circonstances, exercer un monopole tyrannique sur une nécessité publique, il se trouve, en fin de compte, dépossédé par les conséquences mêmes de ses actes. Mais en attendant,

chacun rejette sur son voisin le paiement du tribut qu'il extorque, jusqu'à ce que ce dernier repose sur les épaules déjà courbées et surchargées de celui qui est finalement le producteur et le consommateur du pays, le cultivateur.

Il n'est pas nécessaire de donner ici d'autres exemples des absurdités du fonctionnement de règles qui ont été établies pour le bénéfice de l'ouvrier aux dépens du public, basées sur la restriction de la production et l'augmentation du prix du produit. Tout ingénieur a rencontré sur son chemin des difficultés de ce genre ⁽³⁾.

L'aurore d'un nouvel état de choses. — Malgré ces quelques points noirs bien des signes nous annoncent l'aurore d'un nouvel état de choses. Des millions d'ouvriers travaillent déjà dans des conditions comportant un franc échange de vues, et une franche discussion des difficultés qui peuvent s'élever entre eux et les patrons. Les uns et les autres s'unissent cordialement pour donner au public le meilleur produit au prix le plus bas. On peut donc dire avec assurance que nous touchons à la réconciliation du travail et du capital, si ardemment désirée depuis le jour où un homme a travaillé pour un autre.

La venue de ce nouvel état de choses n'a pas été préparée par une loi, ni par une convention, pas plus que par l'application de théories des doctrinaires de la répression ou de la confiscation. Il nous est arrivé, pour ainsi dire, un beau matin, le jour où l'on a compris qu'aucun arrangement relatif aux droits respectifs du patron et de l'employé ne peut être durable, ou définitivement avantageux, s'il n'est pas juste pour le public; que ceux qui prennent le mieux leurs propres intérêts sont ceux qui prennent le mieux ceux du public, et que, tant qu'on perfectionnera le produit, tout en abaissant le prix de revient, le marché sera illimité.

La vérité de ce qui précède est démontrée par la stabilité de nos affaires, contrastant avec la dépression qui se fait si fortement sentir ailleurs, et par

(3) Nous joignons à cette note, une annexe reproduisant un très curieux document relatif à l'attitude des syndicats miniers de l'état d'Illinois. Les mineurs de cet état, fortement syndiqués, ont obtenu, il est vrai, des salaires très élevés, mais les bassins houillers non syndiqués leur faisant une grande concurrence, comme le dit le président Abbott, ils ont éprouvé de nombreux chômages. Ayant entendu parler de l'importante étude qu'a fait faire l'état de Pennsylvanie, sur l'initiative du gouverneur Pinchot, en vue de la distribution de l'énergie électrique dans tout l'état, suivant un plan gigantesque, « giant power », comportant l'utilisation du charbon dans d'immenses centrales électriques installées dans le voisinage des mines, les mineurs de l'Illinois ont pensé qu'une disposition semblable appliquée à leurs mines serait avantageuse pour tous les intéressés. Le président du syndicat ouvrier a donc fait, devant les membres, dans le rapport dont nous donnons en annexe les principaux passages, un exposé des résultats qu'on pourrait en obtenir et a conclu en demandant l'autorisation de faire faire, aux frais du syndicat, une étude semblable pour l'état d'Illinois. L'autorisation a été accordée et une étude très documentée a été faite par l'expert auteur du projet relatif à l'état de Pennsylvanie, confirmant en tous les points ce qui avait été dit par le président du syndicat. Les mineurs se déclarent prêts à donner leur concours sans réserve à la réalisation de ce projet, si elle était poursuivie par les exploitants, le public et l'état (Le rapport de l'expert se trouve à la bibliothèque de la Société d'Encouragement.)

l'admiration et l'envie qui poussent le monde à s'efforcer d'obtenir une prospérité semblable à la nôtre.

Cependant, même chez nous, comme la condition présente du travail n'est pas due à l'action de ceux qui se posent en champions professionnels du travail, ceux-ci considèrent qu'il y a là une menace pour les institutions et les théories qu'ils représentent, et on les entend déjà prétendre qu'ils mettront fin aux relations cordiales qui se sont établies directement entre les patrons et les ouvriers pour y substituer leur intervention et leur influence.

Comment tout cela finira-t-il ?

La réponse est, dans une grande mesure, entre les mains de l'exploitant ou de l'ingénieur.

Le rôle de l'ingénieur. — Vous avez étudié pendant longtemps, et avec soin, les caractéristiques des matériaux que vous employez, les traitements à leur faire subir pour qu'ils soient aussi bien adaptés que possible au service de l'humanité. Avez-vous donné la même considération aux caractéristiques des corps humains et des âmes humaines dont dépendent si largement, et d'une façon si essentielle, vos produits ? C'est pourtant sur eux que repose l'espoir, non seulement du patron et de l'employé, mais de la société elle-même.

En vous appuyant sur cette connaissance, il devrait être possible de construire pour l'industrie une demeure parfaite, dans laquelle se trouveraient combinés, dans de justes proportions, tous les caractères essentiels de la beauté, de l'harmonie, de la force et de la stabilité. Or, pour être stable, une construction de ce genre doit reposer sur trois larges colonnes solidement ancrées sur les pierres de fondation : la justice à l'égard du patron, la justice à l'égard de l'employé et la justice à l'égard du public. Si l'on cherche à endormir qui que ce soit, ou à manquer de justice pour qui que ce soit, la construction sera instable et sera exposée à tomber. En s'écroulant, elle écrasera les intérêts de tous.

Ingénieurs et patrons, cette récompense des saines relations après laquelle vous courez depuis si longtemps, est déjà à la portée de votre main, mais ce n'est que par une vigilance incessante que vous pourrez la conserver, car, dans ce monde changeant « l'action du temps ne permet pas de compter sur ce qui est ancien ».

Quand nous nous rendrons compte que le problème des relations industrielles n'est pas un problème secondaire mais bien un problème d'une importance capitale pour la production, et que la collaboration de l'employé, son bien-être, sa respectabilité, sa manière de penser et son humeur, sont les éléments les plus importants du succès, et quand nous les respecterons

et utiliserons en conséquence, alors, nous pourrions nous représenter sur notre rivage, une autre statue de proportions gigantesques, symbole de l'Amérique éclairant la route de la liberté industrielle, de la prospérité et de la paix.

La stabilisation de l'industrie du charbon dans l'état d'Illinois.

(EXTRAITS DU RAPPORT DU PRÉSIDENT FRANK FARRINGTON
UNITED MINE WORKERS OF AMERICA,
RÉUNION BIENNUELLE DU 13 MAI 1924 DU DISTRICT 12)

Suggestions pour la stabilisation de l'industrie du charbon dans l'Illinois.

— L'effectif des membres du « district douze » a atteint le chiffre cent mille. En comptant les familles de nos membres et ceux qui en dépendent, plus d'un demi-million d'êtres humains tirent directement leur subsistance de l'extraction du charbon. Les conditions d'existence, c'est-à-dire, la quantité et la nature de la nourriture, de l'habillement, du logement, du confort et de la culture dont peuvent jouir ce grand nombre de personnes dépendent, d'abord, de la puissance de notre organisation; et ensuite, des conditions générales relatives à l'industrie du charbon.

En ce qui concerne la puissance de notre organisation, on peut certainement dire que le « district douze » est à la tête du mouvement du travail américain.

Théoriquement, une pareille organisation devrait être capable d'améliorer les conditions d'existence et de travail de ses membres d'une façon illimitée. Cependant, quand nous passons de la théorie à l'application nous trouvons qu'étant données les conditions dans lesquelles s'exerce l'industrie du charbon, il y a des limites au delà desquelles nos demandes ne peuvent pas recevoir satisfaction.

La concurrence est grande. — Comme vous le savez tous, l'industrie du charbon bitumineux donne lieu à une concurrence importante, et on peut dire que, toutes choses égales d'ailleurs, le producteur qui atteindra le plus bas prix de revient sera le maître du marché. Il en résulte que toute augmentation du prix de la production du charbon dans notre district favorise la concurrence que nous font les bassins miniers qui ne sont pas syndiqués.

Il est certain que cette concurrence a déjà atteint une importance telle qu'elle constitue une sérieuse menace pour la vie de notre organisation et en même temps pour l'industrie du charbon dans l'Illinois. L'important chômage

que nous avons éprouvé dernièrement dans les bassins miniers de l'Illinois peut être attribué, dans une grande mesure, à la concurrence qui nous est faite par le Kentucky et le West Virginia, qui vendent leur charbon moins cher que le charbon de l'Illinois sur le marché de Chicago. On peut aussi dire ici que, sans la grève des ouvriers « d'ateliers », qui a sérieusement paralysé les voies servant au transport du charbon pendant notre dernière suspension, l'apport du charbon non unioniste aurait certainement été fatal à notre organisation.

Le remède à la concurrence du charbon non unioniste serait bien entendu l'unionisation des bassins qui ne sont pas organisés. Mais bien que nous conservions tous l'espoir qu'un jour ces bassins seront aussi solidement organisés que notre propre district, nous ne devons pas nous boucher les yeux pour ne pas constater, bien que cela puisse nous être désagréable, que tous les efforts que nous avons faits dans ce sens ont rencontré de tels obstacles qu'ils ont été plus ou moins illusoires.

Les gros salaires et la faible production. — Dans ces conditions, il deviendra de plus en plus difficile d'obtenir les augmentations de salaires et les améliorations des conditions de travail auxquelles nos membres ont certainement droit. Autrement dit, nous nous trouvons dans une situation telle, que toute augmentation de salaire et diminution des heures de travail est accompagnée d'une réduction de l'exploitation dans les bassins organisés, qui bénéficie aux bassins non organisés. Et si nous allons jusqu'à l'extrême nous pouvons imaginer que nos salaires et nos conditions de travail deviendront tellement avantageux qu'ils mettront fin à l'industrie du charbon dans l'Illinois.

Dans ces circonstances il est de notre devoir de rechercher les moyens nouveaux qui permettraient à nos membres d'obtenir de l'industrie à laquelle ils ont consacré leurs vies, une existence convenable. L'usage de ces moyens bénéficierait du reste dans une grande mesure à l'industrie et plus généralement à la société.

Le tiers du charbon est gaspillé. — Avec les méthodes actuelles d'exploitation des mines, le tiers du charbon est laissé sous terre et perdu pour toujours.

Le prix du transport d'une tonne de charbon du sud de l'Illinois à Chicago est presque aussi élevé que le prix de revient du charbon.

Le coût de la livraison d'une tonne de charbon, prise sur wagon à Chicago et logée dans la cave du consommateur, est supérieur à la dépense relative à l'extraction du charbon ou à son transport de la mine à Chicago.

Si l'on se donnait la peine d'étudier les faits, on trouverait aussi que la dépense relative à l'enlèvement des cendres, des escarbilles et des mâchefers pris dans le sous-sol du consommateur et jetés dans le lac, est presque aussi élevée que la dépense relative à l'extraction de la tonne de charbon. La ville de Saint-Louis, par exemple, paye 2,10 dollars pour l'enlèvement d'une tonne de cendres.

On peut aussi prouver que les inconvénients provenant de la fumée produite par les méthodes actuelles de brûler le charbon dans les grandes villes fait plus de dégâts aux bâtiments, aux objets fabriqués et à la santé que la somme afférente au coût de la production.

Ces quelques éléments de dépense, pratiquement inutiles, représentent plus que les deux tiers du prix payé par le consommateur. Il existe cependant une perte encore plus grande, c'est celle qui est due aux méthodes actuelles d'utilisation du charbon.

La récupération des sous-produits. — Dans leur rapport à la Smithsonian Institution, GILBERT et PAGUE font ressortir qu'il y a dans chaque tonne de charbon bitumineux, 680 kg de combustible non fumeux, analogue à l'antracite, 281 m³ de gaz, 10 kg de sulfate d'ammoniaque, 9 litres de benzol, 35 litres de goudrons.

Ces sous-produits qui peuvent être extraits d'une tonne de charbon ont une valeur trois fois plus élevée que le prix de détail actuel de cette même tonne de charbon. Avec les méthodes actuelles d'emploi du charbon, ils sont irrémédiablement perdus pour l'humanité.

Dans cet aperçu du gaspillage résultant des méthodes de production, de distribution, et de consommation du charbon, je n'ai pas fait allusion au gaspillage d'énergie humaine et de capital, provenant de l'occupation saisonnière de la main-d'œuvre et des chômages prolongés. Je crois cependant avoir assez signalé d'autres gaspillages criminels pour pouvoir affirmer qu'une organisation plus scientifique de l'industrie du charbon améliorerait dans une grande mesure le bien-être, le confort et le bonheur des mineurs, sans augmenter le prix de la lumière, de la chaleur et de la force motrice pour le public consommateur.

Il ne faut pas penser actuellement à la nationalisation. — Prenant en considération le statut défectueux de l'industrie du charbon, trois « conventions » des U. M. W. of A. ont adopté des résolutions comportant la nationalisation des mines.

Sans vouloir peser les mérites ou les défauts du projet proposé par votre comité, laissez-moi vous dire que le caractère de décentralisation de notre gouvernement rendrait extrêmement difficile la nationalisation des mines.

même si cette politique était reconnue possible et désirable. Les obstacles légaux et constitutionnels, à eux seuls, sont de telle nature qu'ils ne pourraient être surmontés que par le travail de plusieurs décades.

Heureusement que notre situation est telle que l'industrie du charbon de l'Illinois peut être organisée sur de nouvelles bases sans attendre le consentement des deux tiers des états de l'Union.

Cette réorganisation comporterait les opérations suivantes :

1. Constitution d'une corporation demi-publique dans laquelle seraient représentés le « district douze », les exploitants, les consommateurs et l'État, pour que les intérêts de toutes ces parties soient sauvegardés;
2. Établissement d'une ou plusieurs stations de force motrice géantes sur les rivières de l'Ohio et du Mississippi, pour la production de l'électricité;
3. Création d'un réseau complet de lignes de transport principales et secondaires, mettant l'électricité à la disposition de tous les hameaux ou fermes de l'État;
4. Distillation du charbon à la station géante ou dans son voisinage, pour recueillir les sous-produits du charbon qu'on laisse perdre actuellement.

Nombreux bénéfices. — Les bénéfices qu'on peut attendre de ce projet sont les suivants :

1. Une augmentation de la demande du charbon d'Illinois provenant de :
 - a) la substitution de la lumière électrique à celle du pétrole;
 - b) la substitution de la force motrice électrique à celle de l'essence;
 - c) la substitution du chauffage électrique au chauffage au bois, au pétrole, à l'essence, ou au pétrole brut;
 - d) l'emploi plus étendu des appareils économisant la main-d'œuvre à la maison ou à la ferme, tels que les machines à lessiver, les nettoyeurs par le vide, les broyeurs de maïs, etc;
 - e) l'éclairage des routes en béton;
 - f) la substitution de l'anthracite artificielle à l'huile lourde pour le chauffage des locaux.

On peut encore escompter les avantages suivants :

2. Une réduction sensible du prix de l'éclairage, de la chaleur et de la force motrice provenant de la réduction du gaspillage dans les transports, la vente et la livraison;
3. La stimulation donnée à l'industrie par une fourniture régulière de chaleur et de force motrice, à des prix raisonnables;
4. La suppression des inconvénients de la fumée;
5. Les engrais à bas prix pour l'exploitation des fermes et,
6. Un travail régulier pour nos membres.

Le projet qui est esquissé ici ne doit être regardé que comme une proposition, une entreprise d'une pareille importance ne pouvant être mise à exécution qu'après une étude approfondie faite par des experts qualifiés et connus dans le pays.

Les plus hautes autorités donnent leur approbation. — Je dois dire cependant que des autorités aussi considérables dans le monde de l'électricité et de l'industrie, qu'Edison, Hoover, Ford et feu Steinmetz, ont déjà approuvé le projet géant ci-dessus esquissé.

Tôt ou tard, la prospérité de notre pays, aussi bien que celle de l'industrie du charbon, dont le bien-être de nos membres dépend, exigera un changement profond dans l'exploitation, la distribution et l'utilisation du charbon.

Il reste seulement à savoir si le changement doit être réalisé par des monopoles gigantesques ou par des corporations constituant des services demi-publics, dans lesquels le producteur et le consommateur sont directement intéressés, et, attendu qu'il n'y a pas de corps de citoyens des États-Unis qui ait un intérêt plus immédiat dans l'industrie du charbon que celui qui en porte le fardeau, je demande à cette convention d'autoriser la commission exécutive du District 12 U. M. W. of A. à employer les fonds de l'organisation dans le but d'obtenir la consultation d'experts, nécessaire pour nous permettre de nous rendre compte de la possibilité d'exécution et de l'intérêt que présente le projet que nous proposons de prendre en considération ⁽⁴⁾.

(4) Les membres de « l'Union » ont donné à leur président l'autorisation qu'il leur demandait, et le rapport a été établi par l'expert de l'État de Pennsylvania. Un exemplaire de ce rapport se trouve à la Bibliothèque de la Société d'Encouragement.

TRAVAUX DE LA COMMISSION D'UTILISATION DU COMBUSTIBLE ⁽¹⁾

Ministère des Travaux publics.

DOUZIÈME RAPPORT ⁽²⁾.

Après avoir consacré ses premières études à la production et à l'emploi de la chaleur dans diverses industries, la Commission d'Utilisation du Combustible pense faire œuvre utile en abordant un autre domaine, auquel correspond une importante consommation de charbon, celui du chauffage des bâtiments.

Le problème de l'économie de combustible s'y présente d'une manière assez particulière, à cause notamment des deux circonstances suivantes :

D'une part, il faut, en même temps que du chauffage, se préoccuper de l'hygiène. Il ne suffit pas de porter et de maintenir à un degré convenable la température des locaux ; il est essentiel de n'y répandre ni gaz toxiques ou même simplement irrespirables, ni poussières malsaines ; il importe que, soit par l'effet du chauffage lui-même, soit de toute autre manière, l'air pur s'y renouvelle selon les exigences de la salubrité.

D'autre part, dans bien des cas, la faveur dont bénéficie tel ou tel procédé de chauffage n'est pas tant déterminée par des motifs d'économie de combustible que par des raisons de bien-être, de commodité d'emploi et de facilité de service. Il en est à cet égard du chauffage comme de l'éclairage. La substitution du chauffage central aux foyers séparés est en quelque manière comparable au remplacement des lampes à pétrole par l'électricité. De même que, dans ce dernier cas, on s'éclaire beaucoup plus brillamment et plus facilement qu'auparavant, quitte à dépenser plus au total, de même, dans le cas du chauffage, on uniformise la température des chambres, à des vestibules, à des dégagements qu'il n'était pas question de chauffer autrefois ; finalement, après avoir fait des frais importants d'installation, on brûle plus de combustible, mais ce n'est pas la faute du système.

Il n'en importe que davantage de rechercher la bonne utilisation du combustible dans la production de ce chauffage exigé par l'état actuel de la civilisation et par les conditions de l'organisation moderne.

Comme introduction à cette nouvelle catégorie d'études, on trouvera ci-après un

(1) *Journal officiel* du 8 décembre 1926.

(2) Voir les 11 premiers rapports dans le Bulletin de : janvier 1921, p. 124 ; — mars 1921, p. 286 ; — mai 1921, p. 476 ; — octobre 1921, p. 1088 ; — janvier 1922, p. 50 ; — juin 1922, p. 565 ; — août-septembre-octobre 1922, p. 817 ; — mars 1923, p. 195 ; — mai 1923, p. 356 ; — octobre 1923, p. 1029 ; — février 1926, p. 116.

rapport dans lequel M. L.-A. Barbet a bien voulu résumer, à l'intention de la Commission, le fruit de son érudition et de sa longue expérience.

Depuis plus de vingt ans, en qualité d'ingénieur-conseil de la Direction des Beaux-Arts, M. Barbet dresse les programmes, examine les projets, contrôle la réalisation du chauffage central dans les bâtiments civils et les palais nationaux dont les services d'architecture dépendent de cette direction : musées, bibliothèques publiques, ministères et autres administrations de l'État. Après une première partie consacrée à l'histoire et à la classification des différents systèmes de chauffage central, M. Barbet, dans la deuxième partie de son rapport, étudie en particulier le système qui a été, jusqu'à présent, presque toujours adopté par l'Administration des Beaux-Arts pour les installations qu'elle a eu à réaliser dans ses bâtiments et palais, à savoir le système du chauffage par vapeur à basse pression, soit avec batteries de chauffe produisant de l'air chaud, lequel va alimenter des bouches de chaleur.

Ce n'est nullement à dire que ces solutions soient les seules bonnes ni qu'elles doivent être préférées dans tous les cas; M. Barbet est très désireux qu'il ne soit fait des indications contenues dans son rapport aucune extrapolation ni généralisation hasardee. Le problème qui se posait à l'Administration des Beaux-Arts, dans les cas dont M. Barbet rend compte était celui du chauffage de vastes bâtiments, où le réseau de distribution de chaleur devait aller à de grandes distances horizontales à partir d'un centre de chauffage unique, où le chauffage devait avoir un caractère intermittent, où les locaux devaient être à l'abri de tout risque de détérioration par une fuite d'eau accidentelle durant les périodes d'interruption du service et où, à raison de l'organisation des établissements, tout emploi d'appareils mécaniques tels que pompes, ventilateurs, etc., devait être résolument écarté. Vu cet ensemble de conditions, c'est le chauffage à vapeur, avec basse pression dans toutes les parties du système et retour de l'eau aux chaudières par le simple jeu de la pesanteur, qui a été adopté dans les installations dont il s'agit. L'abondance de la documentation et la sûreté des renseignements dont disposait M. Barbet au sujet de ces installations font de son rapport, sur cette méthode de chauffage, un témoignage aussi intéressant qu'instructif. La suite des études de la Commission interministérielle conduira sans aucun doute à la publication de documents et de renseignements sur d'autres méthodes, en particulier sur le système du thermo-siphon à eau chaude qui fournit, tant pour les immeubles d'habitation des villes que pour certains établissements publics, hôpitaux, écoles, etc., des chauffages continus doués de qualités remarquables et de plus en plus appréciées.

La question des combustibles à employer dans les installations de chauffage central n'a été qu'effleurée dans le rapport de M. Barbet. La Commission se propose de revenir incessamment sur cette question, qui constitue un chapitre important du problème de l'utilisation et de la valorisation des combustibles nationaux.

Le Secrétaire,
BRUNSCHWIG.

Le Vice-Président de la Commission,
WALCKENAER.

Le chauffage des bâtiments civils et des palais nationaux.

REMARQUES PRÉLIMINAIRES SUR L'INTRODUCTION DU CONFORT MODERNE DANS LES BATIMENTS CIVILS.

Depuis un siècle le développement des sciences appliquées a eu pour effet de transformer les dispositions de certaines parties de nos habitations.

Les escaliers qui embellissaient autrefois l'entrée d'un monument tendent à céder la place aux ascenseurs. On abandonne les bougies ou les lampes portées par des candélabres ou des lustres que nos anciens artistes aimaient à décorer, on leur préfère les plafonniers électriques dont les lampes cachées donnent l'illusion de la clarté du jour. Les besoins d'hygiène et de parfaite propreté ont amené la multiplication des salles de bains et des appareils hydrauliques. Enfin, les cheminées monumentales des vieux châteaux, les foyers de marbre et de bronze des derniers siècles, autour desquels se groupait la famille, sont remplacés par les radiateurs de nos chauffages centraux.

Ce n'est pas l'esprit d'économie qui préside d'ordinaire à ces transformations. Ce n'est pas non plus une pensée d'art, une volonté de faire plus beau; le but est moins noble: c'est le désir d'éviter un effort, le besoin de commodité et de confort.

Le maître de maison a cessé de découper à table et de servir ses invités; il laisse ce soin à un maître d'hôtel; de même il s'évitera l'effort d'allumer la lampe de son cabinet de travail ou d'entretenir le feu de bois qu'aimaient ses ancêtres; son confort exige que la lumière n'éclaire pas seulement la table où il travaille; il faut qu'elle remplisse la pièce entière. Il veut que la chaleur ne soit pas localisée près du foyer, mais se répande dans toute la maison. Nos rois gelaient dans leurs palais mal éclairés; les reines faisaient monter leurs chaises à porteurs, munies de chaufferettes, dans leurs grands appartements; les théâtres, les musées n'étaient pas chauffés; pour la Bibliothèque royale, un règlement en décidait la fermeture quand l'encre gelait dans les encriers. Aujourd'hui, le moindre employé, l'ouvrier le plus humble, le coupable même dans sa prison exigent que leur atelier, leur bureau ou leur cellule soient maintenus à une température d'au moins 16° par les plus grands froids.

Il n'y a pas lieu de critiquer, de regretter au nom du passé ce besoin de bien-être qui envahit toutes les classes de la société; il est certain qu'il contribue au bonheur de tous et aussi au maintien de la santé publique. La preuve en est donnée par les statistiques qui montrent la diminution des maladies et l'allongement de la vie moyenne. On peut donc dire que toutes ces améliorations, le chauffage surtout, diminuent la douleur et éloignent la mort; elles doivent donc être encouragées et développées.

C'est ce qu'ont pensé les directeurs successifs qui se sont succédé à la tête de l'Administration des Beaux-Arts.

Les églises, les monuments nationaux, palais, ministères, musées, lycées, académies, etc., dépendent de cette administration qui elle-même fait partie du Ministère de l'Instruction publique. Pour être conseillé sur les applications de l'art de l'ingénieur à ces édifices, le Ministre a créé vers 1890 une commission présidée, dans chaque cas, par l'Inspecteur général des Monuments historiques chargé de la région où se trouve le monument en cause, et composée des chefs des services des

administrations intéressées, de l'ingénieur-conseil de l'administration et d'inspecteurs généraux des Mines et des Ponts et Chaussées.

Parmi les travaux dont la Commission a eu à s'occuper, nous parlerons ici de ceux qui regardent le chauffage.

Les bâtiments civils sont chauffés généralement à l'aide d'un foyer central placé dans les caves, ce qui facilite le service et évite les incendies. La chaleur produite par ce foyer passe dans un fluide, air, eau ou vapeur, qui est conduit par des canalisations dans les locaux à chauffer.

Dans la première partie du présent rapport, nous passerons en revue les principaux systèmes de chauffage central, par l'air chaud, par l'eau chaude et par la vapeur.

Dans la seconde partie, nous étudierons plus particulièrement le système qui a été généralement adopté dans les installations dont la Commission de l'Administration des Beaux-Arts a eu jusqu'à présent à s'occuper, à savoir le chauffage au moyen de la vapeur à basse pression, avec radiateurs placés dans les pièces ou, dans certains cas, avec batteries échauffant un afflux d'air qui est envoyé dans les pièces à chauffer.

I. — PRINCIPAUX SYSTÈMES DE CHAUFFAGE CENTRAL.

CHAUFFAGE PAR L'AIR CHAUD. — L'idée de chauffer les diverses parties d'un monument par des foyers placés en sous-sol appartient à l'antiquité. De nombreuses ruines romaines (palais, thermes ou villas) laissent voir encore des foyers latéraux accolés aux édifices et placés en contre-bas du sol. Les flammes et les fumées sortant des nombreux foyers circulaient dans des galeries en sous-sol recouvertes par les dalles formant le sol du rez-de-chaussée et remontaient verticalement dans des carreaux logés dans l'épaisseur des murs.

Les dalles et les murs ainsi échauffés transmettaient par radiation leur chaleur à l'air de l'enceinte où régnait une température agréable. Les foyers qui chauffaient le palais de Constantin à Arles sont encore bien conservés. Les thermes de Rome permettent de se rendre compte des dispositions prises pour le chauffage des salles et des bains. Il est inutile de faire remarquer combien de pareilles installations nécessitaient de bois et surtout de main-d'œuvre. Elles ne pouvaient exister qu'en des temps où les forêts et les esclaves fournissaient à bas prix ces deux éléments.

Cependant l'élégance de ce procédé de chauffage séduit encore de nos jours certains constructeurs. En 1912, étant de passage à Berlin, j'ai pu constater que des transformations de calorifères étaient en cours d'exécution au musée Frédéric II, où sont exposées des peintures anciennes. Le principe de ces transformations était de faire circuler dans l'épaisseur des cloisons des canalisations d'air chaud ou de vapeur destinées à échauffer les murs et par suite les galeries par radiation. La température ainsi obtenue doit être douce, constante et aucun appareil de chauffage n'encombre le musée.

A partir du ^ve siècle jusqu'à une époque voisine de la nôtre, les architectes paraissent s'être uniquement préoccupés de chauffer les locaux d'habitations salle par salle, soit à l'aide de braseros, soit par de vastes cheminées généralement adossées aux cloisons des salles. Ils n'ont pas cherché à chauffer un ensemble de pièces par un foyer unique. Il faut arriver à la fin du ^{xviii}e siècle pour voir apparaître les divers procédés appliqués de nos jours, l'air chaud, l'eau chaude ou

la vapeur produits dans un foyer central et conduits par des canalisations dans les locaux à chauffer.

Nous parlerons d'abord de l'air chaud.

Dans les chauffages anciens dont nous avons parlé, les produits de la combustion effectuée dans des foyers extérieurs passaient sous les dalles du rez-de-chaussée et dans les carreaux verticaux placés dans les murs; ceux-ci faisaient donc en quelque sorte office de radiateurs. Dans les calorifères à air chaud modernes, l'air pris au dehors est chauffé contre les parois d'un foyer et de sa cheminée, puis conduit dans les salles; le chauffage s'opère donc par mélange de l'air des pièces et de l'air chaud apporté.

La première installation de chauffage par mélange d'air chaud avec l'atmosphère des salles fut exécutée en 1792, en Angleterre, à l'hôpital de Derby, et son auteur paraît avoir compris, dès le début, les avantages qu'on pouvait tirer de ce système.

Le dispositif employé se compose d'une cloche en fonte enveloppant un foyer dans lequel on peut brûler un combustible quelconque. En sortant de la cloche les produits de la combustion pénètrent dans un gros serpentín en tôles légères assemblées ayant l'aspect d'un jeu d'orgue; à la suite du serpentín vient la cheminée qui débouche au dehors. La cloche et le serpentín sont enfermés dans une enceinte en briques au bas de laquelle sont des prises d'air munies de vannes de réglage. En plus de ces prises d'air l'enceinte en briques porte sur sa façade une première ouverture munie de deux portes permettant, l'une l'introduction du combustible dans le foyer, l'autre celle de l'air sous la grille. Une seconde ouverture laisse passer la cheminée, à la partie supérieure de l'enceinte en briques sont branchées les canalisations conduisant dans les divers locaux l'air extérieur qui s'est échauffé au contact de la cloche et du jeu d'orgue.

Tel est le système dans son ensemble. On remarquera que, sans modifier la marche du foyer, il est possible, en ouvrant davantage les vannes des prises d'air, d'augmenter la ventilation tout en diminuant la température de l'air chaud. Mais s'il faut, comme dans un hôpital, maintenir toujours la même température, la consommation de combustible augmentera puisque le volume d'air à chauffer sera plus grand. Les ingénieurs anglais firent cette remarque dès le début; car, voulant chauffer par le même procédé l'église de Derby, au lieu de prendre l'air froid à l'extérieur, ils firent aboutir les prises d'air à l'intérieur même de l'église. L'air froid pris dans l'église était réchauffé puis y retournait, c'était toujours le même air qui circulait, qui roulait suivant l'expression usitée aujourd'hui. La ventilation en air nouveau était supprimée.

Ce système de roulement n'est applicable que dans les installations où le public ne séjourne que peu de temps, comme les églises. Il ne serait pas toléré dans les hôpitaux ou dans les bureaux d'administration.

Depuis sa création, le calorifère à air chaud a reçu dans ses dispositions d'ensemble peu de modifications.

Le système est simple, d'une construction facile et bon marché; il permet de brûler tous les combustibles; la conduite du feu peut être confiée à un manœuvre non spécialisé. On peut l'appliquer aux petites comme aux grandes installations. Malgré ces avantages le chauffage à l'air chaud est aujourd'hui rarement employé dans les bâtiments civils. Nous allons en donner les causes.

La première raison est le peu de capacité calorifique de l'air qui sert au transport

des calories : cette circonstance oblige à limiter à une valeur relativement faible la distance horizontale qui sépare le foyer des salles à chauffer, du moins dans les installations qui n'emploient pas de ventilateurs pour accélérer le mouvement de l'air. Autrement celui-ci n'aurait plus à son arrivée une température utilisable. Le rayon d'action d'un foyer est donc réduit, d'où nécessité d'augmenter le nombre des centres de chauffage dès que le monument a une étendue de quelque importance.

Il est vrai qu'on peut diminuer notablement cet inconvénient par l'emploi de ventilateurs augmentant la vitesse de l'air chaud transporté. Mais ces ventilateurs nécessitent des moteurs électriques, c'est-à-dire une dépense de courant et surtout l'obligation d'employer des mécaniciens au lieu de manœuvres. Le prix de l'exploitation se trouve sérieusement augmenté. En outre, les ventilateurs et les moteurs sont sujets à des arrêts, à des pannes pendant lesquels le chauffage est suspendu, ce qui est inadmissible dans un service public. Enfin ces ventilateurs élèvent la pression de l'air dans les canalisations d'air et quand celles-ci, par suite de fuites, communiquent avec les tuyaux de fumée, il se produit dans le foyer des renversements de flammes qui peuvent blesser le chauffeur. Cet accident a déjà eu lieu.

La seconde cause qui a fait généralement abandonner l'air chaud comme moyen de chauffage des bâtiments civils est la crainte d'envoyer dans les pièces de l'air vicié, en cas de non-étanchéité des dispositifs d'échange de chaleur.

Enfin, par les grands froids, les chauffeurs ont tendance à trop pousser les feux et, dans ce cas, la température de l'air peut devenir assez élevée pour carboniser les poussières. L'atmosphère des salles prend alors une odeur désagréable, dessèche la bouche et justifie les réclamations des occupants. Dans les installations anciennes, les parquets continuellement desséchés qui sont dans le voisinage des bouches de chaleur peuvent même arriver à prendre feu. Telle fut la cause de l'accident qui eut lieu au Ministère des Travaux publics le 23 février 1919. Le plancher entourant les bouches de l'un des salons du rez-de-chaussée s'enflamma pendant la nuit et le feu s'étendit aux lambris des murs. Ainsi furent causés de lamentables dégâts aux magnifiques boiseries et aux trumeaux du XVIII^e siècle qui ornaient ces salons.

CHAUFFAGE PAR L'EAU CHAUDE. — L'eau chaude appliquée au chauffage des immeubles reste enfermée dans sa canalisation et dans les poêles ou radiateurs installés dans les pièces. C'est à leur contact que l'air des salles vient s'échauffer : ce n'est donc plus un chauffage par mélange comme celui des calorifères à air chaud. L'installation est des plus simples et ne se compose que de quatre éléments : une chaudière placée dans les caves de l'édifice, un vase dit d'expansion logé dans les combles et deux conduites réunissant ce vase à la chaudière. L'une de ces conduites part du haut de la chaudière et forme la colonne montante ; l'autre aboutit au bas de la chaudière et forme la colonne descendante du thermo-siphon.

Le tout est rempli d'eau jusqu'aux deux tiers environ du vase d'expansion. Quand on allume le foyer, l'eau s'échauffe peu à peu, se dilate, gagne le sommet de la chaudière, puis monte par la première conduite jusqu'au vase d'expansion. C'est grâce à ce vase que la masse d'eau chauffée peut se dilater ; légèrement refroidie dans son premier parcours, l'eau devenue plus dense descend par la seconde conduite et gagne le fond de la chaudière où elle se réchauffe à nouveau. Le circuit continu de l'eau se trouve ainsi établi.

Les deux canalisations, l'une montante, l'autre descendante, allant de la cave

aux combles, traversent les divers étages de l'édifice. Sur le parcours de l'une d'elles, on intercale aux étages des serpentins ou des poêles, de surfaces proportionnées à la capacité des enceintes à chauffer.

Ces serpentins et ces poêles font ainsi partie du circuit de la canalisation d'eau chaude; par radiation et par convection ils chauffent l'air des étages.

On conçoit facilement que dans les installations de grande étendue on peut multiplier les canalisations montantes ou descendantes de façon à y brancher plus aisément les tuyaux de prise et d'évacuation d'eau des radiateurs à eau chaude.

Certains pensent que ce système était déjà connu des Romains. Il paraît cependant bien établi que les tuyaux de plomb, sans soudure sérieuse, employés dans l'antiquité, ne pouvaient pas supporter des pressions de plus de deux ou trois mètres d'eau. Par contre, il est prouvé qu'à la fin du ^{xvii}^e siècle les Anglais employèrent l'eau chaude pour chauffer des serres d'après le système que nous venons de décrire. Un siècle plus tard, l'ingénieur Bonnemain fit du système quelques applications en France et analysa ce mode de chauffage dans une brochure qu'il publia en 1816. Il décrivit même, pour régler automatiquement la marche de la chaudière, un appareil plongé dans l'eau de la canalisation et dont le principe était basé sur la dilatation des métaux par la chaleur. Ces applications et ces études, malgré leur intérêt, ne furent pas appréciées du vivant de leur auteur. On continua à employer l'air chaud, procédé simple et économique.

Il faut arriver à 1840 pour voir se multiplier les applications du chauffage par l'eau chaude. A cette époque, les hygiénistes, pour les raisons que nous avons dites, préconisèrent ce mode de chauffage et la propagande d'une grande maison de construction le mit à la mode.

Une commission comprenant Gay-Lussac et Thénard fut formée et chargée de modifier le chauffage du palais du Luxembourg qui précédemment était obtenu au moyen de huit calorifères à air chaud. La Commission adopta le projet Duvoir-Leblanc basé sur l'emploi de l'eau chaude; le vase d'expansion situé dans les combles était fermé et muni d'une soupape.

Les tuyaux d'arrivée et de départ d'eau chaude des poêles étaient branchés sur la canalisation descendante, réalisant ce qu'on appelle aujourd'hui une distribution en parapluie. Après les essais, cette installation mérita les félicitations de la Commission et la même maison fut successivement chargée d'établir le chauffage à l'eau chaude dans l'ancienne Cour des Comptes du quai d'Orsay, au Palais-Bourbon, à l'hospice de Charenton, à l'église de la Madeleine et enfin en 1852 à l'église Saint-Sulpice. C'était la vogue de l'eau chaude à moyenne pression : elle dura jusqu'au 15 janvier 1859. A cette date, dans l'église Saint-Sulpice, le froid étant très vif, les feux furent poussés; la soupape du vase d'expansion, pour des causes restées inconnues, ne fonctionna pas; pendant l'office du matin, les deux poêles en fonte placés à droite et à gauche de la chapelle de la sainte Vierge et formant les piédestaux de deux statues éclatèrent, projetant, avec des débris de fonte, des masses considérables d'eau bouillante et de vapeur. On releva cinq morts et dix blessés.

Ce fut la fin du système, et le discrédit dans lequel tomba le chauffage à l'eau chaude sous pression donna un regain d'activité à la construction des calorifères à air chaud. On les installa en 1861 au Théâtre lyrique, sur les conseils du général Morin, en 1863 à l'Opéra de la rue Le Peletier, plus tard dans une partie du nouvel Opéra, puis les inconvénients des calorifères à air chaud apparurent de nouveau et

on essaya l'emploi de la vapeur. On reprit également l'étude de l'eau chaude; mais l'enseignement du passé fit renoncer à la pression ou plus exactement à toute pression effective dans le vase d'expansion. Celui-ci, dans les installations modernes à l'eau chaude, communique toujours librement avec l'atmosphère; la pression effective est donc nulle au sommet du système et ne dépasse pas, à la base du système, la valeur commandée par la hauteur du thermo-siphon; la température dans la chaudière ne peut s'élever au-dessus d'un maximum voisin de 100°.

Le système de chauffage à l'eau chaude ainsi défini, parfaitement étudié dans ses détails, a repris la vogue et est aujourd'hui employé presque exclusivement dans les habitations particulières.

Les avantages du système sont en effet nombreux, notamment dans le cas des maisons d'habitation. On peut les résumer ainsi :

1° La température de l'eau ne peut pas dépasser sensiblement 100°; l'air n'est donc pas surchauffé et les poussières qu'il contient ne sont pas brûlées. L'innocuité du système est parfaite sous le rapport de la salubrité;

2° Le foyer est dans un local spécialement aménagé et généralement situé en sous-sol, il n'y a donc pas à craindre que le calorifère allume un incendie dans les étages;

3° Le système offre toute facilité pour multiplier autant qu'on le veut les surfaces de chauffe, tuyaux lisses, à lames ou ailettes, poêles de tous modèles, radiateurs lisses ou ornés de toutes dimensions pouvant se dissimuler dans les angles et les allèges des fenêtres;

4° Il est facile de modérer l'intensité du chauffage selon la température extérieure. Par exemple, dans le cas d'une installation calculée de manière à assurer le chauffage avec une température de l'eau voisine de 100° à la chaudière pour une température extérieure de — 5°, il est possible, si le froid diminue, d'économiser le combustible en réduisant la température de l'eau chaude. Tout aussi bien qu'avec d'autres systèmes de chauffage, ce réglage de la température peut être mis sous la dépendance d'appareils automatiques.

5° La capacité calorifique de l'eau contenue dans l'ensemble du thermo-siphon, en ralentissant les variations de la température de cette eau, donne au système une qualité très appréciée dans le cas du chauffage des maisons d'habitation. On peut, le soir arrivé, mettre le feu en sommeil; les radiateurs continueront à fournir de la chaleur jusqu'au moment où, le lendemain matin, le chauffeur remplira de charbon la trémie de la chaudière;

6° Cette propriété de l'eau de se refroidir lentement permet, sans dispositifs mécaniques, de transporter l'eau chaude dans les canalisations jusqu'à une distance horizontale de l'ordre de 80 m des chaudières, ce qui est généralement suffisant pour les immeubles destinés à la location.

Il est d'ailleurs aisé d'allonger davantage le transport si l'étendue de l'édifice à chauffer est considérable. Il suffit d'augmenter la vitesse de circulation de l'eau à l'aide de pompes actionnées par des moteurs électriques. Seulement, comme nous l'avons déjà dit pour le transport de l'air chaud, on perd ainsi un avantage qui dans beaucoup de cas est important, celui de l'extrême simplicité, et l'on s'expose à des troubles dans le chauffage en cas de panne des moteurs.

Souvent, dans les maisons d'habitation, il est commode de brancher les radiateurs sur les colonnes descendantes (distribution en parapluie). La colonne monte

directement au-dessus du toit et à son passage contre le vase d'expansion, communique avec lui par deux petits branchements latéraux. Ainsi la vapeur qui pourrait incidemment se produire s'élimine en s'échappant directement dans l'atmosphère. Contre le vase d'expansion, et communiquant avec lui, on place un second vase, de très petites dimensions, muni d'un flotteur ouvrant le robinet d'une canalisation d'eau. Ainsi, l'eau qui s'échapperait accidentellement par l'évaporation ou par des fuites est automatiquement remplacée.

La commodité et les qualités d'économie du chauffage par thermo-siphon à eau chaude conduisent à l'appliquer même à des installations d'appartement ne comprenant qu'un seul étage d'une maison. Dans ce cas, le faible volume de l'eau ne nécessite qu'un vase d'expansion de petites dimensions, pour lequel il est facile de trouver un emplacement à un niveau quelque peu supérieur à celui de l'appartement par exemple en le logeant dans l'escalier de service. La chaudière peut être placée dans la cuisine, ce qui assure à celle-ci un confort appréciable dans le cas où l'on emploie, pour la cuisson des aliments, des appareils à fonctionnement discontinu ne répandant que peu de chaleur dans la pièce, tels que des fourneaux à gaz.

CHAUFFAGE PAR LA VAPEUR. — Nous venons de voir que l'eau chaude, si elle permet de transporter la chaleur sans le secours de la mécanique à plus grande distance que l'air chaud, exige cependant, elle aussi, l'emploi d'appareils de pulsion lorsque l'étendue de la distribution dépasse 80 m environ.

Avec la vapeur, on peut par le simple effet de faibles différences de pression, atteindre des locaux dont la distance au foyer central atteint l'ordre de grandeur d'un demi-kilomètre.

C'est essentiellement en se condensant dans les radiateurs que la vapeur produit le chauffage. Elle s'y trouve à la pression atmosphérique; chaque kilogramme de vapeur libère par sa condensation environ 540 cal, et en régime permanent, cette quantité de chaleur est intégralement transmise par le radiateur à l'atmosphère de la pièce. Lorsque l'installation, comme c'est maintenant le cas habituel, est à basse pression dans toutes ses parties, il suffit, pour assurer le retour de l'eau de condensation et sa réintroduction dans les chaudières, que celles-ci soient suffisamment en contre-bas de tous les radiateurs pour qu'il s'établisse, dans la canalisation de retour, une hauteur d'eau surmontant les pertes de charge du circuit; dès lors aucun appareil mécanique n'est nécessaire au fonctionnement du chauffage. C'est seulement dans les installations comportant des chaudières à haute ou moyenne pression, les radiateurs fonctionnant toujours à la pression atmosphérique, que le retour de l'eau aux chaudières par la simple gravité devient généralement impossible et qu'il faut avoir recours à des pompes de refoulement pour assurer ce retour.

La vapeur se prête parfaitement aux chauffages intermittents. Lors de la mise en train, dès que la chaudière fonctionne, le chauffage commence. Veut-on interrompre le chauffage, il suffit de cesser de chauffer la chaudière; la vapeur se condense dans tout le système, l'eau de condensation fait retour aux chaudières et les radiateurs et les canalisations restent vides. Cette circonstance procure une sécurité appréciée dans les musées, bâtiments d'administration et autres immeubles où les locaux cessent d'être surveillés durant les périodes d'interruption de chauffage, aucune fuite d'eau n'est à craindre. Par les temps froids de l'hiver, si pour une raison ou pour une autre, le chauffage est interrompu, on n'a pas à craindre non plus d'avaries par

gel de l'eau dans les canalisations, accident qui s'est produit dans les calorifères à eau de l'École supérieure des Mines et de l'Institut.

Les avantages de la vapeur ne devaient pas échapper aux inventeurs. Certains archéologues pensent avoir trouvé des traces de son emploi dans les constructions antiques. On a du moins la certitude qu'elle fut utilisée en Angleterre dès 1743 par W. Cook pour le chauffage d'une habitation. Un tube en cuivre, partant du dôme de prise de vapeur d'une chaudière placée en cave, traversait les divers étages de la maison, serpentait dans les locaux de façon à laisser l'air s'échapper à son contact et finalement montait au-dessus du toit pour envoyer dans l'atmosphère la vapeur qui n'avait pas été condensée. L'illustre James Watt reprit l'idée pour chauffer ses bureaux. Hoyle perfectionna le système. « Les tuyaux de vapeur, dit celui-ci dans son brevet de 1791, montent au sommet de la construction et l'eau condensée descend en pente douce vers un réservoir après avoir circulé dans les pièces. » C'est déjà comme une vision du chauffage moderne par la vapeur. Mais quoique l'idée soit juste et que le problème paraisse facile, l'emploi de la vapeur pour le chauffage fut en réalité très long à se répandre. Il fallait que des points qui semblent simples aujourd'hui fussent auparavant étudiés et longuement expérimentés. Comme pour l'eau chaude, l'expérience indiqua peu à peu l'utilité de réduire le plus possible la tension de la vapeur. Aujourd'hui la plupart des chauffages n'ont qu'une pression effective de l'ordre d'un dixième d'atmosphère dans toutes les parties du système ; la haute pression n'est plus guère adoptée que pour le transport de la vapeur au loin, dans des installations comprenant des groupes d'immeubles éloignés de plus de 400 m du centre de chauffage.

Pour le chauffage à vapeur comme pour le chauffage à eau chaude, la pratique conduisit à réduire le temps de présence du chauffeur auprès du générateur en supprimant le chargement du combustible à la pelle. A cet effet, les constructeurs munissent le foyer d'un magasin de combustible que le chauffeur remplit, en général, une seule fois par jour. Le feu une fois allumé, le charbon descend progressivement au fur et à mesure de la combustion. Dans le chauffage à vapeur, cette disposition est complétée par un réglage automatique du feu, obtenu en faisant ouvrir ou fermer par un levier, placé sous la dépendance de la pression de la chaudière, des vannes d'admission d'air disposées sous le cendrier et au pied de la cheminée.

Comme la chaudière, les canalisations furent l'objet de nombreux tâtonnements. Leur construction, leurs joints, leurs tracés, leurs pentes et leurs diamètres furent peu à peu déterminés par la pratique.

On sait maintenant que les diamètres, surtout ceux des tuyaux étroits, doivent être largement calculés, de manière que la vapeur se répande avec une égale facilité dans toutes les parties de l'installation. C'est encore l'usage qui apprit la nécessité de régler la pente des canalisations et d'éviter les siphons où l'eau séjourne et cause des claquements désagréables, sinon même dangereux. La pratique conduisit également à supprimer peu à peu les purgeurs automatiques, tant sur les canalisations que sur les radiateurs ou autres appareils de chauffage. L'ensemble de tous ces progrès est l'œuvre des constructeurs français, tel que Geneste et Herscher, Grouvelle et Arquembourg, d'Hamelin-court, Duvoir et Roger, Pommier et Delaporte, Leroy et bien d'autres.

Nous avons parlé plus haut du discrédit dans lequel était tombée l'eau

chaude sous pression à la suite de l'accident de l'église Saint-Sulpice et des critiques dont les calorifères à air chaud avaient, d'autre part, été l'objet de la part des hygiénistes. C'est dans cette situation de l'opinion que l'ingénieur d'Amelincourt, après avoir étudié les moyens de remédier à certaines difficultés rencontrées par ses prédécesseurs dans l'emploi de la vapeur, proposa en 1860 de transformer le chauffage de la prison de Mazas, qui précédemment était à eau chaude, en un système à vapeur sous pression. Il plaça dans les caves de l'immeuble des générateurs à bouilleurs timbrés à $2 \text{ kg} : \text{cm}^2$ et ménagea, dans les angles des cellules superposées des divers étages des gaines verticales en maçonnerie dans lesquelles il fit monter des canalisations en fonte allant des chaudières aux combles et parcourues par la vapeur.

Les gaines, horizontalement cloisonnées à chaque étage, avaient pour chaque cellule une prise d'air à l'extérieur au niveau du parquet et un orifice faisant déboucher l'air chaud dans la cellule au voisinage du plafond. L'air frais, entré par le bas, montait en s'échauffant dans la gaine en contact du tuyau de vapeur, pénétrait à la partie supérieure dans la cellule, descendait et était évacué dans des canalisations en sous-sol à l'aide de ventilateurs. Il y avait à la fois ventilation et chauffage. L'installation donna des résultats satisfaisants.

Vers 1875, la maison Geneste et Herscher se spécialisa à son tour dans le chauffage à vapeur sous pression. Elle refit dans ce système le chauffage de l'hôpital militaire de Vincennes; les chaudières fonctionnaient à $2 \text{ kg} : \text{cm}^2$, alimentant des poêles à vapeur munis chacun d'un robinet de commande et d'un purgeur automatique. Puis vinrent le chauffage du bâtiment des études du chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée, une série d'hôpitaux et de lycées (Janson-de-Sailly, Henri IV), le musée de sculpture du Trocadéro, la Sorbonne, l'Hôtel de Ville de Paris. Ces chauffages fonctionnaient à une pression de 2 à $3 \text{ kg} : \text{cm}^2$; ils nécessitaient l'emploi de purgeurs automatiques à la sortie des surfaces chauffantes ainsi que des pompes alimentaires pour assurer le retour des eaux condensées aux chaudières. Le décret du 30 avril 1880, portant règlement sur l'emploi des appareils à vapeur, fit obstacle à l'établissement des générateurs à grand volume d'eau, tels que les chaudières à bouilleurs, dans les chaufferies placées à l'intérieur des bâtiments habités. La maison Herscher employa alors des chaudières à tubes d'eau. Son choix se porta à l'époque sur les chaudières de Naeyer, comme conciliant avec un volume réduit une assez grande stabilité du niveau de l'eau.

Pendant l'arrêt momentané de la maison Geneste et Herscher, MM. Grouvelle et Arquembourg poursuivirent la construction des chauffages par la vapeur. Ils abaissèrent la pression, supprimèrent les purgeurs automatiques des surfaces chauffantes et les remplacèrent par des robinets de réglage dosant l'introduction de la vapeur dans les radiateurs. Mais ils conservèrent encore les purgeurs dans les conduites principales de vapeur.

Le Ministère de l'Instruction publique, pour lequel MM. Geneste et Herscher avaient installé la moyenne pression dans les lycées, est entré aujourd'hui dans la voie de la basse pression. Les chauffages des lycées Victor-Duruy, Jules-Ferry, le nouveau Condorcet, Pasteur sont installés à basse pression. Les lycées Henri IV et Molière sont transformés, le premier en totalité, le second en partie, d'après le même système. Janson-de-Sailly suivra certainement cet exemple: on estime que pour ce dernier lycée l'emploi de la moyenne pression occasionne une dépense

annuelle supérieure de 12 000 fr à celle d'un système à basse pression bien installé.

Aujourd'hui personne ne songerait à introduire la vapeur à haute, ni même à moyenne pression dans les radiateurs. Peut-être les conditions particulières d'un programme peuvent-elles conduire les ingénieurs, dans des cas spéciaux, à employer des chaudières à haute pression pour la production de la vapeur; mais ils ramèneront par des détendeurs cette vapeur à une basse pression avant son entrée dans les bâtiments à chauffer. Ce serait le cas d'un chauffage de tout un quartier à l'aide d'une seule usine centrale.

Comme exemple déjà ancien de chauffage central avec générateurs à haute pression et distribution à basse pression dans les locaux, nous citerons une installation que nous avons visitée en 1912 à Dresde, en Saxe. Cette installation, dont l'origine remonte à un quart de siècle, chauffe un groupe d'une quinzaine de palais : l'Opéra royal, la cathédrale catholique, le palais Zwinger, le palais royal, les musées de peintures, les musées Albert et Jean, la bibliothèque de l'Académie des Arts plastiques, la Chambre des Représentants, le palais Cosser, la douane, la police, etc. Tous ces palais forment un quartier monumental situé dans le voisinage de la tête du pont Auguste sur la rive gauche de l'Elbe. L'usine placée contre le pont a reçu elle-même des dispositions architecturales donnant l'aspect d'un palais, avec une cheminée parfaitement dissimulée et ne lançant aucune fumée visible. La distance qui sépare la chaufferie du palais le plus éloigné est de 1 200 m.

La chaufferie et l'usine-palais qui la contient furent construits en 1902. Les générateurs n'eurent d'abord à alimenter qu'une usine de production d'électricité; puis on les chargea successivement de la fourniture de la vapeur nécessaire au chauffage des immeubles que nous avons énumérés. La chaufferie contient dix générateurs type Pangkoch, timbrés à 8 kg : cm² ayant chacun 200 m² de surface de chauffe, pouvant fournir 14 kg de vapeur par mètre carré de surface de chauffe et par heure. Ils sont rangés en deux groupes de cinq disposés face à face et peuvent, marchant ensemble, fournir 26 t de vapeur à l'heure. Quand l'usine est en pleine marche, le tiers est absorbé par l'usine électrique et les deux autres tiers sont employés pour le chauffage. La vapeur est portée aux divers monuments à chauffer par une double canalisation en fonte de 23 cm de diamètre, établie dans un souterrain de 2 m de hauteur sur 2 m de largeur creusé à 2 m de profondeur sous le sol. La visite des canalisations peut donc se faire toujours aisément.

Les chaudières sont à grilles mobiles, alimentées par wagonnets avec du lignite de Bohême ne donnant guère que 4 500 cal par kilogramme. Toutes les manœuvres se font mécaniquement et on assure que deux chauffeurs et un aide suffisent pour assurer le fonctionnement des huit chaudières nécessaires en service normal d'hiver.

Pour permettre de suivre la marche de l'usine, des compteurs de vapeur sont installés à la sortie de la chaufferie ainsi qu'aux entrées de l'usine d'électricité et des palais chauffés. Ils ont permis de relever les renseignements suivants sur une année d'exploitation.

Quantités de vapeur consommées :

	Kilogrammes.
1° A l'usine électrique	10.359.580
2° Aux palais pour le chauffage.	20.118.470
Quantité totale de vapeur consommée.	30.478.050
Quantité de vapeur débitée par les générateurs.	33.821.500
Différence perdue	3.343.450

La quantité de vapeur consommée par le chauffage est donc double de celle consommée par l'éclairage.

La différence entre les quantités de vapeur produite et consommée est due, pour une faible partie, à la consommation des petits moteurs de la chaufferie (pompes), et pour la plus grande partie aux pertes pendant le transport. Ces pertes forment la dixième partie de la vapeur fabriquée; on notera, pour apprécier cette perte, que la distance moyenne du transport est de 600 m.

Il est intéressant de connaître les dépenses d'entretien de l'installation. Nous donnons séparément ci-après, en marks d'avant guerre, les dépenses correspondantes aux parties d'usine produisant respectivement la chaleur et l'électricité.

1° Dépenses d'entretien (en marks d'avant guerre) pour le chauffage :

	Marks.
Combustible	32.150
Salaires et gages	23.645
Frais généraux	1.544
Entretien des chaudières, canalisations et bâtiments	7.565
Total	64.904

2° Dépenses d'entretien (en marks d'avant-guerre) pour l'électricité :

	Marks.
Combustible	15.546
Salaires et gages	19.833
Frais généraux	1.544
Huiles, lampes, etc.	9.955
Entretien des machines électriques, etc.	11.348
Total	58.226

Nous avons dit que, durant l'année considérée, il avait été employé pour le chauffage 20 118 470 kg de vapeur; en estimant que chaque kilogramme de vapeur abandonne en moyenne 562,5 cal (tant par sa condensation qu'accessoirement par le refroidissement de l'eau) on voit que le chauffage a absorbé 11 316 millions de calories et que le prix de 100 000 cal revenait à 5,573 marks or.

L'usine électrique a fourni pendant la même année 403 776 Kwh. Le prix du kilowatt ressort donc à 0,144 mark or.

Le combustible employé dans les chaudières était du lignite de Debhoff (nord de la Bohême), qui valait alors 6,961 marks la tonne. Ce combustible de qualité inférieure dégage en brûlant 4520 cal par kilogramme et, pendant l'année considérée, il en a été brûlé 6 719 540 kg. Ce chiffre rapporté à la quantité de 33 831 500 kg de vapeur indiqué au premier tableau montre que 1 kg de lignite valant $\frac{6,961}{1\,000}$ a fourni 5,033 kg de vapeur ou que 1 kg de vapeur a coûté en lignite 0,001 383 mark or.

Revenons à la perte de vapeur de 10 p. 100 faite dans la canalisation. Ajoutons encore à cette perte 5 p. 100 pour tenir compte des calories dépensées pour surchauffer de 40 degrés la vapeur à son entrée dans les canalisations, ainsi que des pertes dues au passage de la vapeur à travers les détendeurs placés à l'entrée des bâtiments chauffés. Nous arrivons à une perte totale de 15 p. 100 due à la grande longueur de la canalisation.

Cette perte aurait été évitée si l'on avait doté chaque bâtiment d'un chauffage autonome; mais alors on eût été obligé d'employer des chaudières à magasin, nécessitant des combustibles plus coûteux. Si, au lieu de lignite à 4 500 cal valant à l'époque 6,961 marks or, on avait employé le coke de gaz à 7 000 cal, utilisé dans cette ville pour les chauffages particuliers, et coûtant à la même date 28 marks la tonne, il est facile de voir que le kilogramme de vapeur serait revenu trois fois plus cher comme dépense de combustible; ce n'est pas la suppression des pertes dans la canalisation qui aurait suffi à compenser cette différence. Le calcul justifie donc, dans le cas qui nous occupe, la construction de l'usine centrale.

Dans la visite que j'ai faite en 1912 à cette usine centrale de Dresde, j'ai pu constater que, malgré la nature du combustible, aucune fumée n'était apparente au sommet de la cheminée et que le fonctionnement de l'usine remplissait bien les conditions du programme. Le monument contenant la chaufferie, avec sa grosse tour enveloppant la cheminée, ne dépare pas l'aspect du quartier élégant où il se trouve.

Comme observations accessoires j'ai remarqué que les grandes canalisations laissaient échapper de la vapeur lors des remises en service. L'incident est fréquent par suite des nombreux arrêts dus aux congés multipliés qui ferment les musées, les écoles et l'Opéra.

Ce service irrégulier diminue évidemment le rendement et l'affaire serait plus rémunératrice si, au lieu de desservir des monuments publics, l'usine chauffait des habitations particulières.

III. — ÉTUDE DU CHAUFFAGE PAR LA VAPEUR A BASSE PRESSION.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES. PUISSANCE A DONNER AUX CHAUDIÈRES. — Dans les installations de chauffage à vapeur qui sont à basse pression dans toutes leurs parties, la pression dans les radiateurs, tuyaux à ailettes et autres dispositifs équivalents est égale à la pression atmosphérique et la pression aux chaudières dépasse la pression atmosphérique de la quantité nécessaire pour que la vapeur arrive au radiateur le plus éloigné. Cet excès de la pression aux chaudières sur la pression atmosphérique, autrement dit la pression effective aux chaudières, ne doit d'ailleurs pas être de plus d'un tiers d'hectopièze ($340 \text{ g} : \text{cm}^2$), sous peine de voir les chaudières assujetties à toutes les mesures et formalités prescrites par le décret du 2 avril 1926; mais, dans la plupart des cas, il n'est pas besoin d'aller jusqu'à ce chiffre. La pression effective aux chaudières, dans les installations ordinaires, ne dépasse généralement pas $200 \text{ g} : \text{cm}^2$, c'est-à-dire 2 m d'eau. Il résulte de ce dernier chiffre qu'il suffit de placer le niveau de l'eau dans les chaudières à 2 m au-dessous du radiateur le plus bas pour que l'eau condensée dans les diverses parties d'une installation de chauffage par la vapeur basse pression revienne naturellement aux chaudières sans le secours d'une pompe.

Nous croyons devoir insister sur cette marche automatique du chauffage. Si, dans l'établissement du système, on n'a pas calculé assez largement les diamètres des canalisations, si l'on n'a pas étudié avec soin les tracés des distributions de vapeur et de retour d'eau, si on n'a pas fait les dépenses nécessaires pour placer les chaudières assez bas, on est obligé de créer avec des pompes une circulation artificielle des eaux de retour. Ces pompes, avec leurs moteurs, exigent des dépenses

d'entretien et de personnel ; leurs réparations nécessitent des arrêts du chauffage et obligent à faire appel aux maisons de construction ou aux réparateurs. Afin d'éviter ces complications, il convient que la circulation de la vapeur et des eaux condensées se fasse autant que possible d'une manière automatique.

C'est également d'une manière automatique que, dans presque tous les chauffages modernes par la vapeur à basse pression (comme d'ailleurs dans les chauffages à eau chaude), sont assurés le chargement du foyer des chaudières et la conduite du feu. Une trémie de chargement, pouvant contenir le combustible consommé en 12 heures, est disposée au-dessus du foyer. L'activité du feu est mise, pour chaque chaudière, sous la dépendance d'un ou plusieurs systèmes de régulateurs automatiques, assurant la constance de la pression. Pour le cas de défaillance de ces régulateurs, la chaudière est munie d'un vase d'expansion empêchant la pression de dépasser la limite marquée par la hauteur à laquelle ce dispositif est installé. Quant à l'alimentation en eau, elle est assurée automatiquement par le libre retour des eaux condensées sous l'action de la pesanteur. Dans ces conditions, le travail et la dépense de main-d'œuvre sont réduits au minimum.

Un groupe de 6 chaudières doit pouvoir être conduit par un seul homme. A cet effet, il convient que la soute à charbon soit reliée par un Decauville au plancher des trémies de chargement, de manière que le chauffeur puisse, sans grand effort, charger le charbon et le verser dans les trémies. Il en sera de même pour l'enlèvement des scories et des cendres.

La chaufferie doit être suffisamment ventilée. L'espace libre devant les foyers sera d'environ 2 m au minimum et la disposition des lieux sera étudiée de façon à permettre la sortie facile du chauffeur, dans deux directions, pour le cas où une fuite importante se produisant à un générateur couperait l'un des chemins de retraite.

Dans les administrations, on ne peut, sous aucun prétexte, suspendre le chauffage pendant les jours ouvrables. Il faut donc en vue des réparations, prévoir une chaudière de rechange. Toutefois, dans certaines installations faites avec un souci d'économie peut-être excessif, on admet qu'il n'y ait de chaudière en chômage à titre de rechange que lorsque la température extérieure reste voisine de la température moyenne de l'hiver et que, par les froids exceptionnels, on ait besoin de la totalité des chaudières.

Reste à déterminer la puissance à donner à l'installation, autrement dit la capacité de vaporisation.

Lorsqu'une construction est destinée à des bureaux, on prend généralement comme règle de calculer cette puissance de façon à pouvoir maintenir dans les locaux occupés une température de 18° par un froid extérieur de -5° , c'est-à-dire pour un écart de 23 degrés. On suppose une ventilation produisant un renouvellement horaire de l'air égal à la moitié du volume de la pièce, ou davantage dans le cas où ce local doit être occupé par un personnel très nombreux.

Dans ces hypothèses, pour maintenir le régime, il faut que les chaudières soient en état de fournir par heure un nombre de calories égal à la somme des calories perdues au travers des parois de chaque pièce et des calories nécessaires pour élever à la température des pièces l'air de ventilation, pris d'ordinaire à l'extérieur.

La déperdition au travers des parois est proportionnelle, pour une paroi donnée, à la surface s de cette paroi, à l'écart E de température entre ses deux faces, et à un

coefficient κ qui varie avec la nature et avec l'épaisseur de la paroi. Le nombre des calories à fournir par heure pour subvenir aux déperditions par les parois s'obtient en formant la somme :

$$\sum \kappa \text{ ES}$$

pour tous les murs extérieurs et intérieurs, les plafonds, planchers, toits, terrasses, fenêtres et portes, donnant lieu à déperdition.

Pour les murs de diverses épaisseurs, les valeurs de κ sont les suivantes :

ÉPAISSEUR DU MUR (en centimètres)	11	13	15	20	25	30	35	38	40
Mur extérieur	2,7	2,5	2,42	2,21	2,00	1,8	1,65	1,6	1,5
Mur intérieur	2,3	2,0	1,9	1,65	1,4	1,32	1,25	1,2	1,16

ÉPAISSEUR DU MUR (en centimètres)	45	50	55	60	65	70	75	78	91	103
Mur extérieur	1,3	1,12	1,06	0,98	0,9	0,85	0,79	0,75	0,65	0,6
Mur intérieur	1,05	0,92	0,89	0,84	0,8	0,76	0,72	0,7	0,62	0,50

Voici, d'autre part, les valeurs de κ pour diverses autres espèces de parois :

Liège de 0,25 m d'épaisseur	0,88
Vitrage simple	5,00
Vitrage double	3,50
Porte	2,50
Plafond	1,00
Plancher	0,50
Toit de tôle	7,00
Toit d'ardoises	2,00
Toit de tuiles	1,25
Toit de toile goudronnée	1,25
Toit de zinc	3,00
Terrasse en ciment	1,60
Toile sur voliges	2,00
Plafond sous zinc	1,50

Quant au nombre des calories enlevées par la ventilation de chaque pièce, elle est proportionnelle à l'écart E de température de l'air avant et après échauffement, à la masse d'air à échauffer et à la chaleur spécifique de l'air. En désignant par v le volume d'air contenu dans la pièce et n la fraction de cet air qu'on renouvelle en une heure, la masse d'air à échauffer est $1,293 \times \frac{v}{n}$. La chaleur spécifique de l'air est 0,237. Il en résulte que le nombre de calories enlevées par la ventilation s'obtient en faisant la somme :

$$\sum 0,307 \frac{E v}{n}$$

On trouvera, en appendice, un exemple d'application de ces formules.

On obtient ainsi le nombre de calories que doivent fournir les chaudières en une heure pour maintenir les températures désirées quand le régime aura été obtenu.

Ce total doit être majoré de 5 à 10 p. 100, pour tenir compte des pertes de cha-

leur dues à la condensation dans les canalisations servant seulement au transport de la vapeur. Cette majoration tient compte de l'action des calorifuges dont doivent être enveloppées les portions de canalisations ne servant pas à la transmission de la chaleur. Généralement, on augmente encore les résultats ainsi obtenus pour tenir compte d'une extension future du chauffage ou pour permettre un chauffage dont la mise en train soit rapide.

On estime qu'une bonne chaudière, marchant à une allure normale, peut fournir 8.000 cal utiles par mètre carré de chauffe par heure. On pourrait obtenir 10.000 cal en poussant le feu, mais il ne convient pas de tabler sur ce dernier chiffre.

En divisant donc par 8.000 le nombre de calories trouvées dans les calculs précédents, on obtient la surface de chauffe des chaudières en mètres carrés. Nous avons fait observer plus haut la nécessité de prévoir en outre un rechange.

Les chaudières doivent être calculées largement et nous insistons sur ce point qu'il ne faut pas dépasser 8.000 cal par mètre carré et par heure comme base du calcul de la surface de chauffe. Il convient d'être non moins large pour le calcul de la surface de la grille. Une allure de combustion modérée est une condition de marche économique. On peut estimer que lors des grands froids, c'est-à-dire au moment où la chaudière est le plus poussée, on ne doit pas brûler plus de 30 à 35 kg de combustible par mètre carré de grille et par heure si on veut obtenir un rendement satisfaisant.

L'inobservation de ces limites conduit à pousser exagérément la chauffe et provoque une usure rapide des barreaux de grille.

Toutes les chaudières sont branchées sur un même collecteur de vapeur. Autrefois on plaçait une vanne sur chaque branche de manière à pouvoir isoler du circuit l'une quelconque des chaudières. Des accidents ayant eu lieu par suite de l'inattention de chauffeurs qui allumaient le feu dans les chaudières ainsi isolées, on a cessé de placer des vannes; on préfère laisser la chaudière dans le circuit sans s'allumer, quitte à subir de ce chef une certaine déperdition de chaleur.

Quand on veut enlever une chaudière pour une réparation, on démonte les joints du branchement et on obture par une tôle boulonnée l'ouverture correspondante.

Du collecteur de vapeur commun à toutes les chaudières partent les canalisations principales se rendant aux étages et alimentant les radiateurs. On monte autant de ces canalisations que l'on désire créer de secteurs indépendants; chacune de ces canalisations de départ est munie d'une vanne placée dans la chaufferie de façon à arrêter le chauffage de telle partie du bâtiment que l'on désire.

CHAUDIÈRES EN USAGE POUR LE CHAUFFAGE A BASSE PRESSION. — Les chaudières à basse pression employées pour le chauffage à vapeur appartiennent à deux genres très différents, selon qu'elles sont en tôle ou en fonte.

1° Chaudière en tôle — Pour donner une idée des dispositions des premières, nous en décrivons deux types, pris purement et simplement à titre d'exemples, parmi ceux ayant reçu de nombreuses applications : la chaudière verticale à foyer intérieur construite par la Société Grouvelle et Arquembourg, et la chaudière à foyer séparé de la maison Pommier et Delaporte.

a) Chaudière Grouvelle et Arquembourg. — La chaudière se compose d'un corps cylindrique vertical, contenant dans sa partie inférieure un foyer de même forme

dont il est séparé par une lame d'eau circulaire. Ce foyer a pour ciel une plaque tubulaire dont le centre largement évidé, porte un tube de grand diamètre, en tôle épaisse, servant de magasin de combustible et par lequel celui-ci descend progressivement vers la grille. Autour de ce tube central, la plaque tubulaire est surmontée d'une série de tubes à fumée.

Latéralement à la chaudière est disposé un récipient en double communication avec elle, sur lequel est montée la prise de vapeur et auquel aboutit la canalisation de retour d'eau; ce dispositif remplit la double fonction de séparer de la vapeur l'eau entraînée et de retenir les matières étrangères qui pourraient être amenées par les eaux de retour.

Au bas du foyer, au-dessus de la grille, est une porte servant de temps en temps au décrassage. Au-dessous de la grille est un cendrier clos, muni d'une porte pour l'enlèvement des cendres. Ces deux portes sont enclenchées, de manière qu'on ne puisse ouvrir celle du cendrier sans ouvrir celle du foyer : ainsi se trouve empêchée une manœuvre qui pourrait donner à la combustion une allure exagérée.

En marche normale, les deux portes sont fermées et l'air comburant arrive dans le cendrier par une tubulure pourvue d'une soupape régulatrice, dont l'ouverture est automatiquement commandée par un manomètre à mercure, en fonction de la pression de la vapeur dans la chaudière. Ce dispositif automatique peut être réglé à volonté.

Le même manomètre à mercure gouverne une vanne qui, lorsque la pression s'élève dans la chaudière, établit une communication entre l'air extérieur et la base de la cheminée.

Enfin, pour imposer une limite infranchissable à la pression, indépendamment de ces appareils de régulation, un vase d'expansion ouvert à l'air libre est disposé au-dessus de la chaudière, à laquelle il est relié par deux tuyaux, l'un allant du fond de la chaudière au fond du vase, l'autre partant de la chaudière à 25 cm au-dessous du niveau normal de l'eau et débouchant à la partie supérieure du vase d'expansion. Si la pression dépasse la limite fixée, l'eau monte par le premier tuyau dans le vase d'expansion jusqu'à ce que le niveau de l'eau dans la chaudière se soit abaissé de plus de 25 cm. L'orifice inférieur du second tuyau se découvrant, la vapeur s'échappe dans l'atmosphère; la pression tombe et l'eau du vase revient à la chaudière.

Le vase d'expansion intervient, en outre, en agissant sur le tirage de la cheminée. Un registre normalement ouvert est placé dans le carneau de fumée; ce registre peut basculer autour d'un axe horizontal auquel est fixé un levier en équerre dont un bras porte un seau équilibré par un poids attaché au second bras; un tuyau part du fond du vase d'expansion et aboutit au-dessus du seau qui se remplit dès qu'un excédent de pression fait monter l'eau dans le vase. Le registre bascule aussitôt et ferme partiellement la cheminée.

Les fumées sortent ordinairement d'un générateur tel que celui que nous venons de décrire à un peu plus de 200°. Pour mieux utiliser la chaleur qu'elles contiennent, quelques constructeurs donnent aux gaz de la combustion une seconde circulation en entourant l'enveloppe extérieure de la chaudière d'une murette en briques. Les fumées sortant du faisceau tubulaire descendent entre cette murette et l'enveloppe de tôle avant de se rendre dans l'atmosphère.

Les générateurs de ce type se construisent couramment pour des puissances de vaporisation allant de 30 à 350 kg de vapeur par heure.

b) Chaudière Pommier et Delaporte. — Cette chaudière se compose de deux parties séparées, mais communiquant ensemble : un foyer environné d'eau et un corps cylindrique tubulaire.

Le ciel et les côtés du foyer sont constitués par une tôle repliée, dont les bords sont rabattus et soudés de façon à former un récipient aplati enfermant une lame d'eau de huit à dix centimètres d'épaisseur. Ce récipient est plié en forme de selle, le sommet en haut et les côtés verticaux encadrant la grille et servant de parois à la chambre de combustion. Le sommet de la selle est traversé par un réservoir cylindrique formant magasin de combustible ouvert sur la grille et fermé à la partie supérieure par un couvercle que l'on soulève lors des chargements. Le tout est enveloppé dans un massif de briques qui descend plus bas que la selle de manière à enfermer le cendrier.

A la suite de la selle se trouve la seconde partie de la chaudière, formée par un corps cylindrique, généralement vertical, contenant le faisceau tubulaire. Sa partie inférieure descend à peu près au niveau du fond de la selle, mais le niveau de l'eau est notablement plus élevé que le sommet de la selle qui doit toujours rester pleine d'eau, puisqu'elle est exposée à l'action directe du feu.

La selle et le corps tubulaire sont réunis par deux tuyaux de 5 à 7 cm de diamètre, partant du sommet de la selle à droite et à gauche de l'orifice central de chargement et aboutissant au corps cylindrique à 40 cm environ au-dessous du niveau de l'eau.

Un collecteur de 4 à 6 cm de diamètre placé en avant de la façade de la selle, entre le foyer et le cendrier, communique avec elle et le corps cylindrique; il reçoit les retours d'eau provenant de la vapeur condensée.

Le corps cylindrique est entouré d'une murette en briques et les gaz de la combustion sortant du foyer passent du haut en bas dans l'intervalle compris entre cette murette et le corps cylindrique. Ce n'est qu'ensuite qu'ils traversent, de bas en haut, le faisceau des tubes à fumée. Ce double parcours les dépouille de leur chaleur jusqu'à une température finale que nous avons trouvée, dans de nombreux essais, de 200° environ.

Le réservoir de vapeur placé à la partie supérieure du corps cylindrique est muni d'une tubulure de grand diamètre servant de prise de vapeur et sur laquelle sont placés les appareils de sûreté.

La chaudière est munie d'un régulateur automatique de marche basé sur l'emploi d'une cloche flottant sur le mercure et communiquant intérieurement par une conduite avec la chambre de vapeur de la chaudière. Ce régulateur est placé au-dessus de la chaudière; il est intéressant d'en indiquer le mode de fonctionnement.

Une soupape double, équilibrée, commande l'admission de l'air à un conduit qui aboutit dans le cendrier et qui constitue, en marche normale, l'unique voie d'arrivée de l'air comburant. Une autre soupape double équilibrée commande une admission d'air dans un second conduit aboutissant à la base de la cheminée. Les deux doubles soupapes sont reliées par des chaînettes aux extrémités d'un balancier pouvant osciller autour d'un point fixe; c'est ce balancier qui est sous la dépendance de la cloche flottant sur le mercure.

Quand la pression augmente dans la chaudière, la cloche s'élève et soulève un des bras du balancier tandis que l'autre s'abaisse. Le bras soulevé entraîne dans son

mouvement les soupapes admettant l'air dans la canalisation qui se rend au pied de la cheminée. Celui qui s'abaisse laisse retomber les soupapes admettant l'air sous le cendrier. Il en résulte un ralentissement du tirage de la cheminée et une diminution de la combustion.

L'effet inverse se produit quand la pression s'abaisse dans la chaudière.

Un poids que l'on peut faire glisser sur l'un des bras du levier permet de fixer la valeur de la pression de marche.

Ce régulateur automatique à double effet et à soupapes équilibrées est d'une grande sensibilité.

Ce type de générateur se construit pour des productions horaires de 80 à 630 kg de vapeur.

2° *Chaudières en fonte.* — L'usage se répand d'employer pour les chauffages à vapeur à basse pression, comme d'ailleurs aussi pour les chauffages à eau chaude, des chaudières en fonte composées d'une juxtaposition d'éléments.

Le prix peu élevé de ces générateurs comparé à celui des chaudières en tôle, leur fabrication en série, facilitant un approvisionnement rapide, la commodité de leur transport par parties et de leur montage, la facilité du remplacement des éléments ou de l'augmentation de la puissance d'une chaudière par addition d'éléments, enfin la faible hauteur des appareils (permettant parfois d'éviter la construction de fosses) et l'absence de maçonneries sont des avantages qui expliquent la faveur que ces chaudières acquièrent, malgré la fragilité du métal dont elles sont formées. On leur reproche de ne pas comporter de magasin indépendant du foyer, ce qui oblige à avoir sur la grille une couche épaisse de combustible; il est vrai qu'on combat la tendance à la formation d'oxyde de carbone par une étude parfaite de l'arrivée de l'air.

La chaudière se compose d'éléments rectangulaires de 15 cm d'épaisseur environ. Entre les éléments de tête et d'arrière est intercalée une série d'éléments intermédiaires tous semblables entre eux et en nombre suffisant pour donner la surface de chauffe voulue.

Les éléments de la partie médiane, formant chacun une tranche de chaudière, sont évidés dans leur partie centrale, de telle sorte que chacun d'eux a l'aspect d'un cadre creux. Les côtés des cadres creux contiennent l'eau et la vapeur; la partie centrale évidée correspond à la chambre de combustion; la base forme un élément de la grille. Pour assurer la réunion des diverses sections de la chaudière, chaque élément est muni de trois ou quatre bagues biconiques lisses; une ou deux placées à la partie supérieure du cadre, les deux autres aux côtés de la partie inférieure. Les bagues portées par tous les éléments sont emboîtées les unes dans les autres et réunies par trois longs boulons qui les traversent. En serrant les écrous de ces boulons on rend parfaitement étanches les joints constitués par les emboîtements coniques.

La grille est formée par le côté inférieur des cadres; la chambre de combustion qui la surmonte et occupe la partie centrale contient une quantité de combustible suffisante pour réduire le nombre des chargements journaliers à deux ou trois par les plus grands froids.

Les côtés verticaux du cadre sont évidés de façon à ménager un conduit de forme allongée servant au passage de la fumée. Une cloison placée horizontalement

à mi-hauteur du conduit de fumée permet de donner aux produits de la combustion une double circulation avant leur arrivée dans la cheminée.

Les éléments de tête et d'arrière sont spéciaux. L'élément de tête porte vers le centre, à la partie supérieure, la prise de vapeur et au-dessous les portes de foyer et de cendrier, avec un portillon pour l'admission d'air sous la grille. Ce portillon est manœuvré automatiquement par un régulateur placé sur la chaudière et formé par une boîte divisée en deux compartiments par un diaphragme horizontal. La partie inférieure de la boîte reçoit la vapeur de la chaudière; sur la partie supérieure du diaphragme repose une tige guidée agissant sur un levier articulé qui commande par une chaînette la manœuvre du portillon d'admission d'air.

L'élément arrière contient la boîte à fumée et peut se relier à la cheminée par sa partie inférieure; il porte à la partie supérieure une seconde tubulure de départ de vapeur et, à la partie inférieure, la tubulure de retour d'eau.

À droite et à gauche de la façade et de l'arrière ainsi que sur le dessus de la chaudière sont disposées des portes permettant le ramonage des carnaux et des surfaces de chauffe, même en pleine marche. Elles facilitent l'enlèvement des suies dont l'accumulation sur les parois diminuerait le rendement de la chaudière.

On peut, avec ce système de chaudière, composer des unités susceptibles de produire jusqu'aux environs de 300.000 cal par heure. La circulation de l'eau et des fumées est bien étudiée. Afin de réduire les pertes de chaleur par les parois extérieures, le générateur est assez généralement entouré d'une jaquette de tôle doublée de feutre et placée à une petite distance de la chaudière, de manière à créer une chape d'air produisant un isolement parfait.

Pour les types de grande puissance, on fait les éléments en deux parties en les divisant suivant un plan vertical passant par l'axe.

COMBUSTIBLES EMPLOYÉS POUR LE CHAUFFAGE CENTRAL. — On peut, en principe, employer dans les foyers d'un chauffage central tous les genres de combustibles : bois, charbon, coke, huiles minérales, gaz. Le choix est pratiquement déterminé par le prix de revient du combustible.

En France, les huiles minérales ne sont pas à conseiller pour deux raisons : nécessité de les importer de l'étranger et prix de revient élevé et très variable. A supposer que les circonstances commerciales soient, à un moment donné, favorables à leur emploi et que l'on modifie les foyers pour les utiliser, on risque fort, une fois l'installation terminée, de voir leur prix s'élever considérablement.

Le bois n'est guère employé comme combustible de chauffage central; on ne saurait songer à lui que dans des cas très spéciaux : il faudrait se trouver en tout cas dans une région forestière.

Nous n'insisterons pas non plus sur le gaz de ville, bien que, pour le chauffage des habitations, on construise des chaudières chauffées au gaz et que cette solution puisse être appelée à se développer.

Le charbon et le coke sont largement utilisés. Toutes les qualités peuvent convenir, mais moyennant des dispositions appropriées.

L'existence, au-dessus des chaudières, de réservoirs de combustibles, ou trémies, contenant la quantité de charbon ou de coke qui sera brûlée pendant la journée, facilite grandement l'exploitation.

Une fois le feu allumé, le combustible de la trémie glisse automatiquement vers la grille et le chauffeur peut se dispenser de rester auprès de son foyer.

Mais l'usage de cette trémie nécessite l'emploi de combustibles maigres et en petits morceaux ne pouvant pas s'agglomérer ou s'agglutiner. Le poussier de charbon s'agglutine et forme des blocs; les trop gros morceaux peuvent se disposer dans la trémie comme les voussoirs d'une voûte. Dans les deux cas, le charbon ne descendrait pas : le chauffage serait arrêté.

L'expérience a montré que les charbons aptes à bien cheminer dans la trémie sont les charbons maigres ou quart-gras, divisés en morceaux de la grosseur d'un poing (gailletins). Il convient également que les charbons employés ne donnent pas de fumée visible et ne produisent que peu de cendres et d'escarbilles afin de ne pas exiger des nettoyages fréquents des grilles.

L'anhracite dit anglais est un charbon presque pur, d'un pouvoir calorifique de 8.000 cal environ, contenant de 3 à 5 p. 100 de cendres. Ne se divisant pas au feu, employé à la grosseur indiquée, il constituerait le combustible idéal; mais son prix élevé ne permet plus de l'employer.

Après lui viennent les charbons maigres anhraciteux de Belgique, d'Allemagne, de Hollande et du Nord de la France, contenant de 7 à 10 p. 100 de cendres. Ils ont souvent le défaut de se diviser au feu et de traverser partiellement la grille sans brûler.

Ensuite viennent les grains lavés quart-gras.

En ce qui concerne les cokes, on peut employer, sur des grilles largement calculées, soit du coke métallurgique de petit calibrage, soit du coke de gaz. Tous deux ont des propriétés sensiblement équivalentes; le coke métallurgique est toutefois plus dur et contient généralement un peu moins de cendres.

Le coke contient de 1 à 2 p. 100 de matières volatiles et ne se divise pas au feu comme le fait souvent le charbon anhraciteux. On n'aura donc pas à craindre de le voir s'effriter et traverser en partie la grille. Son pouvoir calorifique est de 6.500 à 7.500 cal et la teneur en cendres varie de 8 à 15 p. 100.

Le coke de gaz n° 1 de la Société du Gaz de Paris, d'une grosseur de 25 à 45 mm, convient à la plupart des chaudières, l'écartement le plus convenable des barreaux de grille est, dans ce cas, de 10 à 12 mm.

Dans les petites chaudières, on pourra employer le coke n° 0, dont les dimensions sont de 20 à 25 mm et, dans ce cas, l'écartement des barreaux de la grille sera réduit à 10 mm.

Le mètre cube de coke n° 1 pèse moins de moitié que le mètre cube de charbon anhraciteux de mêmes dimensions; il faut donc emmagasiner, coltiner, charger un volume double de coke que de charbon.

On compte généralement que pour produire la même quantité de vapeur, il faut consommer de 1.200 à 1.250 kg de coke contre 1.000 kg de charbon anhraciteux. Cela tient à deux causes : la première et la principale est que le coke est généralement plus humide que le charbon et la seconde est la moindre capacité calorifique du coke. Enfin, le coke produit environ 1 m³ de mâchefer par 4 t de combustible consommé et il faut tenir compte, le cas échéant, des frais d'enlèvement de ce mâchefer. Mais ces différences ne forment qu'une faible fraction de l'écart des prix du coke et du charbon, et, dans l'état actuel du marché des combustibles, l'emploi du coke correspond à une notable économie d'argent.

Ajoutons que l'approvisionnement du coke est plus facile que celui du charbon et que, conservé en tas, il perd moins de calories que le charbon.

On reproche quelquefois au coke de donner des vapeurs sulfureuses qui attaquaient le métal des chaudières; en fait, le coke ne contient pas plus de soufre que le charbon, dont il provient, et l'expérience montre que des chaudières ont pu être alimentées au coke, pendant de nombreuses années, sans usure anormale. L'essentiel est que la grille soit assez grande.

Il arrive que les grilles calculées pour brûler du charbon ont une surface trop faible et que, pendant les très grands froids, l'emploi du coke y nécessiterait une allure de combustion exagérée; enfin, dans les mêmes hypothèses, le magasin de combustible peut se trouver insuffisant. On peut se tirer d'affaire, dans les périodes de grands froids, en ajoutant au coke le tiers ou la moitié de son poids d'anthracite, ce qui permettra d'augmenter sans danger la puissance du chauffage. Cette addition momentanée d'anthracite ne diminuera pas sensiblement l'économie obtenue en brûlant habituellement du coke.

Il est bon de rappeler, en terminant, que la France a besoin d'importer des quantités considérables de carburants et de sulfate d'ammoniaque, dont la distillation de plus grandes quantités de houille pourrait lui fournir un appoint précieux.

Il est donc de première nécessité de favoriser l'extension de la distillation de la houille en utilisant, dans toute la mesure du possible, le coke, sous-produit principal de cette opération.

SURFACES CHAUFFANTES. — Le plus souvent, la vapeur à basse pression est envoyée dans des radiateurs, tuyaux à ailettes ou autres surfaces chauffantes placées dans les locaux à chauffer.

Parfois aussi, pour des raisons de commodité ou d'esthétique, on évite de placer les surfaces chauffantes dans les pièces mêmes; on préfère les reléguer dans des enceintes logées dans des coins perdus d'un étage inférieur. L'air extérieur arrive dans ces enceintes, s'y échauffe et monte par des carneaux jusqu'à des bouches de chaleur placées dans le plancher ou la partie inférieure des murs des pièces. Le chauffage se fait ainsi indirectement. Mais il ne faut pas perdre de vue que ce système abaisse le rendement.

Les surfaces chauffantes peuvent être de simples tuyaux lisses circulant au pied des murs des locaux à chauffer. C'est ainsi qu'on dispose souvent le chauffage des ateliers. Pour augmenter la surface chauffante on emploie, au lieu de tuyaux lisses, des tuyaux munis d'ailettes rapportées ou venues de fonte. Dans le cas où les ailettes sont venues de fonte avec le tuyau, le contact entre tuyau et ailette est plus parfait et le rendement de la surface est meilleur. La surface de chauffe d'un tuyau à ailettes se compte en comprenant les deux faces de l'ailette.

Mais si, grâce aux ailettes, on augmente considérablement la surface de transmission de la chaleur, le coefficient de cette transmission baisse rapidement quand on augmente le diamètre des ailettes ou quand on les rapproche.

Les tuyaux à ailettes venues de fonte ne se font guère qu'en deux diamètres : à savoir 7 et 10 cm mesurés intérieurement, avec une épaisseur de 1 cm pour la paroi. Pour le tuyau de 7 cm le diamètre des ailettes est de 16 à 19 cm et leur écartement de 22 à 28 mm. Pour les tuyaux de 10 cm le diamètre des ailettes est généralement de 19 cm et leur écartement de 22 mm.

Les tuyaux de 7 cm de diamètre se font en longueurs de 2 m et de 2,50 m; les tuyaux de 10 cm n'ont que 2 m; tous sont essayés à 12 atmosphères.

Le tableau ci-dessous donne, avec les dimensions des tuyaux, leurs surfaces au mètre linéaire et le nombre de calories par heure qu'ils peuvent transmettre au mètre linéaire pour une différence de température de 100 degrés, ce qui est le cas du chauffage par la vapeur basse pression.

DIAMÈTRE INTÉRIEUR	DIAMÈTRE DES AILETTES	NOMBRE DES AILETTES PAR MÈTRE	SURFACE DES TUYAUX	CALORIES TRANSMISES PAR MÈTRE DE TUYAU ET PAR HEURE
millimètres	millimètres			calories
70	0	0	0,283	280
70	100	34	1,215	600
70	175	37	1,605	800
70	175	46	1,925	1.000
70	190	49	2,125	1.100
100	0	0	0,377	350
100	210	42	2,335	1.150

Les architectes cherchent à réduire le plus possible les dimensions des surfaces chauffantes, de façon à pouvoir les dissimuler dans les coins, dans les allèges des fenêtres ou derrière les battants des portes.

Pour répondre à ce desideratum, les constructeurs fondent d'une seule pièce des jeux de tuyaux doubles à ailettes de 18 cm de hauteur sur 5 cm seulement d'épaisseur; un tel élément permet d'avoir pour une longueur d'un mètre une surface d'un mètre carré. En superposant de tels éléments, on forme des batteries que l'on peut placer derrière des panneaux mobiles en tôle perforée et ornée. De telles surfaces peuvent donner 400 cal par mètre carré avec la vapeur ou 300 cal avec l'eau chaude.

La maison Grouvelle et Arquembourg, qui fabrique pour les automobiles des radiateurs formés de tubes en cuivre avec ailettes rapportées, emploie également ce genre de radiateur dans ses installations de chauffage. Les tuyaux sont en cuivre rouge de 15 mm de diamètre intérieur et de 1 mm d'épaisseur; sur ces tuyaux sont enfilées des lamelles de fer carrées et percées à leur centre. Ces lamelles formant ailettes, ont 40 mm de côté et 0,5 mm d'épaisseur; elles sont maintenues à un écartement de 3 à 4 mm les unes des autres.

La fabrication se fait de la manière suivante. Une fois les lamelles bien en place on introduit à l'intérieur du tube une pression d'eau de 100 atmosphères qui gonfle le tuyau de cuivre entre les lamelles. Ces dernières se trouvent ainsi solidement immobilisées et mises en contact avec le tuyau de cuivre.

Les surfaces chauffantes ainsi constituées ont un rendement calorifique considérable pour leur volume et leur poids très restreints; elles permettent d'utiliser pour les radiateurs les emplacements les plus réduits. On les dissimule facilement derrière des enveloppes perforées pour constituer des poêles prenant toutes les formes d'un meuble. Souvent on les cache dans les jambages des cheminées, ou dans l'âtre lui-même, puisque le chauffage central rend la cheminée inutile. Quant à l'installation des radiateurs dans les allèges des fenêtres, ce qui est le meilleur emplacement au point de vue technique, cette installation est extrêmement facile

avec les appareils de ce genre qui ne font dans l'embrasure qu'une saillie insignifiante. Enfin en pliant ou contournant les tuyaux, on peut leur faire épouser la forme des moindres encoignures : aussi les emploie-t-on souvent dans la marine pour le chauffage des navires. Le tuyau à ailettes que nous venons de décrire, suspendu au milieu d'une pièce à la température de 13° , peut condenser 500 g de vapeur à 100° par mètre de longueur. Il faudra 1,50 m de longueur du même tuyau s'il est placé dans un poêle.

Nous avons dit que dans les locaux élégants on cache les tuyaux à ailettes à l'intérieur de coffres à jour plus ou moins ornés. Cette disposition a l'inconvénient de permettre aux poussières de l'air de se fixer entre les ailettes surtout si celles-ci sont très rapprochées; la transmission de la chaleur se fait alors de plus en plus difficilement. Pour rendre à l'appareil sa puissance, il faut le nettoyer très fréquemment et à cet effet les enveloppes des surfaces devront être d'un démontage facile.

La place rationnelle de ces surfaces chauffantes est aux endroits les plus exposés au froid, soit dans l'allège des fenêtres, soit auprès des portes; l'air peut ainsi s'échauffer avant de pénétrer dans la pièce. Si ces emplacements ne sont pas disponibles, on monte les surfaces le long des murs, de préférence des murs froids extérieurs. Pour éviter le noircissement des tentures, on laisse un écartement de 0,10 m entre le mur et la surface chauffante. En outre, on pose souvent, en contact du mur, une tablette au-dessus de la surface.

Dans les maisons d'habitation ordinaires et dans les édifices publics, écoles, bureaux, où n'interviennent pas des conditions spéciales d'esthétique, on emploie aujourd'hui presque uniquement des radiateurs en fonte que les usines construisent par séries et qu'on trouve facilement dans le commerce.

Ces radiateurs se montent par sections que l'on peut réunir de façon à obtenir la surface chauffante que l'on désire. Chaque élément est formé par un, deux ou trois tuyaux à section elliptique, fondus ensemble. Ces tuyaux montés verticalement débouchent haut et bas dans un tronçon de canalisation horizontale venue de fonte avec l'élément.

L'assemblage des éléments se fait en plaçant face à face les tronçons de canalisation qui sont taraudés en sens inverse. On introduit dans les deux tronçons en contact une bague portant extérieurement un double filet qu'on n'a qu'à visser à fond à l'aide d'une clef spéciale pour obtenir un joint étanche.

Quand les éléments sont montés, la surface de chauffe se présente avec deux canalisations, l'une supérieure, l'autre inférieure, formées des tronçons réunis. Ces canalisations sont ouvertes à leurs deux extrémités; l'une des extrémités de la canalisation supérieure recevra le tuyau d'arrivée de vapeur tandis que le tuyau de retour d'eau sera relié à l'une des ouvertures de la canalisation inférieure. Les deux autres ouvertures seront fermées à l'aide de bouchons filetés.

La surface chauffante ainsi constituée peut fournir 800 cal à l'heure par mètre carré si elle est pleine de vapeur à 100° . Placée dans l'allège d'une fenêtre, elle donne la possibilité de créer une ventilation de la pièce; on n'a qu'à percer l'allège et à placer dans l'ouverture un registre permettant d'en modifier la section. Souvent dans ce cas on enveloppe le radiateur partiellement ou en totalité dans une caisse en tôle communiquant à sa partie inférieure par un tuyau avec l'ouverture de l'allège. Une ouverture ménagée à la partie supérieure de la caisse permet à l'air extérieur qui est venu s'échauffer, de se mêler avec celui du local. Cette ventilation

est complétée par une ouverture pratiquée dans le voisinage du plafond et permettant à l'air vicié de s'échapper au dehors.

Généralement les radiateurs sont munis d'un robinet à volant mis à la disposition de l'occupant pour lui permettre de régler l'entrée de la vapeur selon la température de la pièce. Mais il est important que la surface de chauffe ne reçoive que la quantité de vapeur qu'elle peut condenser, sans quoi l'excès de vapeur pénétrerait dans les canalisations de retour et il y aurait dépense inutile de combustible. Aussi tous les constructeurs prennent des dispositions pour réduire l'entrée de la vapeur de telle sorte que le robinet mis à la disposition de l'occupant ne puisse découvrir au maximum que l'ouverture correspondant à la puissance de condensation de la surface. Tel constructeur obtient ce résultat à l'aide d'un bouchon vissé plus ou moins profondément au-dessous du clapet d'admission de vapeur et défendu par un couvercle inaccessible à l'occupant. Tel autre fait usage pour l'admission de vapeur d'un diaphragme circulaire portant quatre trous dont les sections successives sont comme les nombres 1, 2, 3 et 4, la dernière section étant réglée de façon à correspondre au maximum d'admission de vapeur. Chaque constructeur a son dispositif.

On emploie aussi des systèmes de réglage automatique de l'admission de vapeur en fonction de la température basés sur l'emploi d'un tube fait d'un métal spécial à grande dilatation que l'on fait agir sur la valve d'admission. Ce tube réglant automatiquement l'afflux de la vapeur, celle-ci est consommée en quantité juste suffisante pour maintenir la température désirée. Il s'ensuit que la température choisie est maintenue uniforme dans les locaux sans que l'on ait à modifier le réglage de l'appareil et ce, malgré les variations de la température extérieure et de la pression de la vapeur d'alimentation. L'automatisme du réglage permet de réaliser une économie notable de combustible et assure la parfaite uniformité du chauffage en tous les points de l'installation.

CANALISATIONS. — Du tracé des canalisations et de leurs diamètres dépend la bonne marche du chauffage. Une insuffisance de section dans une petite partie des canalisations oblige, pour assurer le chauffage de cette partie, à augmenter la pression dans tout l'ensemble du système. Aussi verrons-nous plus loin la nécessité d'augmenter les diamètres des canalisations extrêmes.

Les canalisations des chauffages à vapeur sont généralement en fer; les tuyaux en fonte à brides ne sont employés que pour les diamètres de plus de 100 mm. Les tuyaux en fer à bords rapprochés et soudés en usage pour le gaz sont insuffisants même pour la basse pression parce qu'ils se dessoudent quand on veut les cintrer; on doit leur préférer les tuyaux en fer soudés par recouvrement et même ceux soudés avec agrafes, malgré leurs prix plus élevés.

Pour les diamètres courants, ne dépassant pas notamment 100 mm, les joints se font à l'aide de petits manchons en fonte filetés intérieurement aux deux bouts avec une légère conicité. Les extrémités des tuyaux en fer sont filetées extérieurement de la même façon et en serrant un peu le vissage on obtient pour la basse pression une étanchéité suffisante sans qu'il soit nécessaire d'interposer de garnitures intermédiaires.

Si les diamètres dépassent notamment 100 mm les joints se font à l'aide de brides rapportées et de boulons, les tuyaux en fonte de 100 sont fondus avec leurs brides.

Les coudes des tuyaux en fer doivent s'obtenir par cintrage à chaud. Ce n'est que lorsque les nécessités du montage l'exigent que l'on peut remplacer le cintrage par une coupure de tuyau et un raccord angulaire en fonte malléable. On trouve à cet effet dans le commerce des raccords angulaires filetés intérieurement aux deux bouts et présentant une variété d'angles suffisante.

Dans certains cas, pour permettre un démontage facile de certaines parties de la canalisation, on peut employer des raccords en fonte malléable en trois parties qu'on trouve également dans le commerce.

Les canalisations de vapeur partant de la chaudière se posent dans les caves avec pente de 2 à 3 mm par mètre, dans le sens opposé à la chaudière de façon à ce que l'eau de condensation ne retourne pas à la chaudière. Elles se raccordent aux canalisations montantes sur lesquelles les prises de vapeur sont branchées en pente vers la partie supérieure des radiateurs.

Si les parties en cave des canalisations de vapeur sont longues, pour ne pas descendre trop bas on les remonte tous les 100 m environ en plaçant en ces endroits des siphons recueillant les eaux condensées et les conduisant à la canalisation de retour placée plus bas. La différence des niveaux des canalisations, fonction de la pression de marche, est établie en conséquence.

Les canalisations verticales de retour des eaux condensées communiquent à leur partie supérieure par des événements avec l'atmosphère; sur leur parcours, elles colligent les eaux de condensation que leur amènent des canalisations inclinées partant de la partie inférieure des radiateurs. Arrivées dans les caves, les canalisations du retour gagnent la partie inférieure des chaudières. Leur pente, vers la chaudière, permet le retour naturel des eaux condensées.

Les diamètres à donner aux canalisations de vapeur dépendent de plusieurs éléments que nous allons énumérer :

1° Volume de vapeur à transporter depuis la chaudière jusqu'aux surfaces chauffantes;

2° Longueur de ce transport et circonstances du tracé;

3° Différence de pression entre la chaudière et les surfaces chauffantes. Dans le cas de la basse pression, la tension effective de la vapeur dans les surfaces chauffantes est sensiblement nulle, de sorte que la différence de pression est égale à la pression effective dans la chaudière. Celle-ci ne dépasse généralement pas 2 m d'eau;

4° Condensations à prévoir dans le parcours de la canalisation. L'eau condensée occupe une partie de la canalisation et en réduit la section. Si le tuyau ne sert pas au chauffage et est enveloppé d'un bon calorifuge, on compte que la condensation correspond à la cinquième partie de celle qui se produirait si le calorifuge n'existait pas;

5° Entraînements d'eau de la chaudière. Cette eau, comme celle provenant des condensations, réduit la section disponible du tuyau pour le transport de la vapeur;

6° Imperfections de la fabrication. Les saillies intérieures, le long des soudures, diminuent sensiblement la section et on doit tenir compte de cet élément dont l'influence est notable, surtout dans les tuyaux de petits diamètres.

Les données relatives à la quantité de vapeur à transporter par unité de temps, à la pression produisant le mouvement et aux frottements dans le parcours de la conduite se prêtent aisément à l'utilisation de formules, mais il est difficile de tenir compte des autres circonstances qui exigeraient de longs calculs d'après des données

ou des hypothèses peu certaines. On préfère recourir aux indications de l'expérience. Les constructeurs ont établi dans ces conditions des tableaux tenant pratiquement compte des six éléments ci-dessus énumérés et valables dans les circonstances courantes. On peut ainsi déterminer par une simple lecture le diamètre du tuyau du commerce qui convient le mieux dans chaque cas. Nous donnons ci-dessous un tableau établi en faisant trois hypothèses sur la valeur de la pression effective à la chaudière (0,50 m, 1 m et 1,50 m de hauteur d'eau), et indiquant en millimètres carrés les sections de canalisations nécessaires pour le transport de 10.000 cal par heure.

On peut considérer que les quantités de calories transportées sont proportionnelles à la section et, par conséquent, pour le transport de x calories, on multipliera par $\frac{x}{10.000}$ les sections indiquées par le tableau.

Section, en millimètres carrés, de la canalisation nécessaire au transport de 10.000 cal par heure.

DISTANCE DE TRANSPORT	PRESSION EFFECTIVE DE LA VAPEUR A LA CHAUDIÈRE, EN HAUTEUR D'EAU		
	0,50 m	1 m	1,50 m
5 m.	722	506	450
10 —	733	510	455
15 —	748	518	460
20 —	767	535	473
25 —	792	555	485
30 —	820	580	500
35 —	860	608	512
40 —	900	642	530
45 —	940	665	549
50 —	982	695	570
55 —	1.024	728	596
60 —	1.074	758	624
65 —	1.119	790	658
70 —	1.180	840	692
75 —	1.262	890	736

Le constructeur choisira d'abord la pression de marche de la chaudière, d'après les coudes de la canalisation et la longueur de transport de la vapeur. Pour les distances de 400 m une pression de 150 g : cm² suffira; pour 200 m on réduira la pression à 100 g : cm², enfin on descendra à 60 ou 50 g : cm² pour les distances de 100 m et au-dessous.

Quant aux tuyaux de retour d'eau, leurs diamètres se déterminent d'après les quantités d'eau qu'ils ont à transporter, c'est-à-dire d'après la puissance des surfaces chauffantes qu'ils desservent. On observera qu'ils ne doivent pas être pleins d'eau et on calculera leurs sections de façon à laisser une place pour l'air qui peut pénétrer dans les canalisations et pour les petites quantités de vapeur qui n'ont pas été condensées. L'habitude est de leur donner une section à peu près double de celle qui est nécessaire pour l'eau. L'étude de l'ensemble de ces conditions a permis de dresser pour les canalisations de retour d'eau, comme pour les tuyaux de vapeur, des tables expérimentales donnant, pour les cas ordinaires, les diamètres à employer d'après

la puissance en calories des surfaces de chauffe desservies. Le tableau suivant indique, dans sa cinquième colonne, la puissance en calories de la surface chauffante que peut desservir une canalisation du diamètre marqué dans la première colonne. A titre de renseignement les colonnes verticales intermédiaires 2, 3 et 4 indiquent l'aire des surfaces de chauffe de diverses natures qu'il faut employer pour produire la transmission des calories indiquées dans la cinquième colonne.

Diamètre des tuyaux à employer pour assurer le retour aux chaudières des eaux condensées par des surfaces chauffantes produisant 2.000 à 1.200.000 cal par heure.

DIAMÈTRE INTÉRIEUR DU TUYAU A EMPLOYER 1	AIRE DES SURFACES DESSERVIES			CALORIES CORRESPONDANTES 5
	Surface lisse. 2	Surfaces à lames. 3	Surfaces à ailettes. 4	
Diamètre (mm).	Aires (m²).	Aires (m²).	Aires (m²).	Nombre.
12	2,50	3,25	4	2.000
15	5,75	7,50	9	4.500
20	18,75	24,50	30	15.000
26	28	36,50	45	22.500
33	57,50	73,75	90	45.000
40	110	142,50	175	87.500
50	178	231,50	285	142.500
60	225	292,50	360	180.000
66	275	335	440	220.000
70	328	426,50	525	262.500
80	422	548,50	675	337.500
90	516	670,50	825	412.500
100	656	853	1.050	525.000
110	810	1.055	1.300	650.000
125	1.050	1.365	1.680	840.000
136	1.200	1.475	1.920	960.000
150	1.500	1.950	2.400	1.200.000

Une canalisation ainsi installée dans toutes ses parties avec des pentes convenables (2 à 3 mm par mètre), sans aucun point bas où l'eau puisse séjourner, avec des siphons en nombre suffisant pour débarrasser d'eau les tuyaux de vapeur, permettra d'assurer le chauffage en maintenant aux chaudières une pression de vapeur inférieure à celle prise comme base de la détermination des diamètres.

APPENDICE

EXEMPLE D'UN CALCUL DE DÉPERDITIONS

Cas du château de Versailles.

Le tableau ci-après est extrait d'un calcul de déperditions dressé en vue du chauffage de la partie centrale du château de Versailles par la vapeur à basse pression.

On y trouve un exemple de la disposition que l'on peut donner aux calculs. Il a été fait pour chaque pièce un calcul pour chaque paroi; la première colonne donne l'écart E des températures, la seconde la nature de la paroi, la troisième sa surface S avec ses dimensions, la quatrième le produit KE déduit de la valeur de K donnée

par le tableau du chapitre I; enfin, la dernière colonne donne le produit KES , c'est-à-dire le nombre des calories qui traversent par heure la paroi.

Pour chaque salle, les déperditions sont totalisées. Il ne reste plus qu'à faire le total des déperditions pour toutes les salles.

Pour la partie centrale du château de Versailles, le total général calculé suivant cette méthode s'élève à 443.180 cal. Il a été ajouté à ce chiffre 100.000 cal pour tenir compte des locaux supplémentaires que l'on veut pouvoir chauffer accidentellement et on arrive ainsi au chiffre de 543.180 cal que doivent pouvoir fournir les chaudières.

Les chaudières ayant un rendement de 8.000 cal par mètre carré de surface de chauffe et par heure, il en résulte que la surface de chauffe nécessaire est de

$$\frac{543.180}{8.000} = 68 \text{ m}^2.$$

Il a été prévu l'établissement de trois chaudières de 38 m² de surface de chauffe chacune, l'une d'elles servant de rechange et les deux autres assurant le service normal par — 5°.

Rappelons que dans la région parisienne la température moyenne de janvier est de 2°, 3, et que, bien souvent, en conséquence, une seule chaudière suffira.

APPLICATION DES CALCULS DE DÉPERDITIONS HORAIRES

E ÉCART DE TEMPÉ- RATURE	NATURE DE LA PAROI	S DIMENSIONS ET SURFACE DE LA PAROI	KE PRODUIT DU COEFFICIENT DE LA PAROI PAR L'ÉCART	KES DÉPERDITIONS HORAIRES
<i>Vestibule et escalier de la Reine.</i>				
15	Mur extérieur de 60 . . .	$17,00 \times 5,1 = 86,7$	14,7	1.271
15	Mur extérieur de 80 . . .	$17,20 \times 5,1 = 87,7$	11,3	991
15	Vitrage s/60	$4,20 \times 3,8 = 16$	60	960
15	Vitrage s/80	$9,80 \times 3,8 = 37,2$	64	2.381
8	Mur intérieur de 103 . . .	$7,00 \times 5,1 = 35,7$	4,48	160
8	Porte vitrée	$4,8 \times 4 = 19,2$	27,5	528
8	Mur intérieur de 80 . . .	$11,00 \times 3 = 33,0$	5,6	185
8	Porte vitrée	$2 \times 2,5 = 5$	26	130
6	Mur intérieur de 25 . . .	$10,00 \times 5,1 = 51,0$	8,4	428
15	Mur extérieur de 80 . . .	$8,5 \times 10,0 = 85$	11,3	960
15	Vitrage	$1,5 \times 15,7 = 23,5$	64	1.504
15	Mur extérieur de 60 . . .	$11,0 \times 7,5 = 82,5$	14,7	1.212
15	Vitrage	$2,8 \times 3,4 = 9,5$	60	570
6	Mur intérieur de 60 . . .	$7,5 \times 7,5 = 56,3$	5,04	284
8	Sol	$26,2 \times 15,5 = 405$	8	3.240
10	Plafond	$10,2 \times 5,5 = 56,1$	10	561
15	1/2 cube d'air	$405 \times 5,1 + (56,1 + (8,5 \times 13,6) 7,5) = 3.353$	$\frac{4,6}{2}$	7.712
Total pour le vestibule et l'escalier				23.080
<i>Salon de la Paix.</i>				
15	Mur extérieur de 100 . . .	$26 \times 9,5 = 247$	9	2.223
15	Vitrage	$12 \times 5,8 = 696$	65	4.524
7	Mur intérieur de 103 . . .	$20 \times 2 = 40$	3,92	157
8	Plafond	$10 \times 10 = 100$	8	800
15	1/2 cube d'air	$10,8 \times 10,8 \times 10 = 1.164$	$\frac{4,6}{2}$	2.677
Total pour le Salon de la Paix				10.381

E ÉCART DE TEMPÉ- RATURE	NATURE DE LA PAROI	S DIMENSIONS ET SURFACE DE LA PAROI	KE PRODUIT DU COEFFICIENT DE LA PAROI PAR L'ÉCART	LES DÉPÉDITIONS HORAIRES
	<i>Salon de la Guerre.</i>			
	Comme pour le Salon de la Paix			10.381
	<i>Salon de l'Œil-de-Bœuf.</i>			
15	Mur extérieur de 78 . . .	$13,5 \times 9 = 121,5$	11,3	1.372
15	Vitrage	$3 \times 7,5 = 22,5$	64	1.440
4	Mur intérieur de 38 . . .	$3,5 \times 9 = 31,5$	4,8	151
10	Mur intérieur de 38 . . .	$2,5 \times 2,7 = 6,75$	12	81
7	Plafond	$19 \times 10 = 190$	7	1.330
15	1/2 cube d'air	$8,2 \times 19 \times 9 = 1.402$	$\frac{4,6}{2}$	3.225
	Total pour le Salon de l'Œil-de-Bœuf			7.599
	<i>Chambre du roi Louis XIV.</i>			
15	Mur extérieur de 78 . . .	$10 \times 9 = 90$	11,3	1.017
15	Vitrage	$4,8 \times 5,8 = 27,8$	64	1.779
6	Mur intérieur de 60 . . .	$18 \times 1 = 18$	5,04	91
10	Plafond	$10 \times 11 = 110$	10	100
15	1/2 cube d'air	$10 \times 9 \times 10 = 900$	$\frac{4,6}{2}$	2.070
				6.057
	<i>Salle du Conseil.</i>			
15	Mur extérieur de 78 . . .	$6,5 \times 7 = 45,5$	11,3	514
15	Vitrage	$2,8 \times 3,5 = 9,8$	64	627
6	Mur intérieur de 78 . . .	$8,25 \times 7 = 57,75$	4,2	242
15	Double vitrage	$2 \times 4 = 8$	52,5	420
7	Plafond	$12,7 \times 10 = 127$	7	889
15	1/2 cube d'air	$12,7 \times 8,25 \times 7 = 733$	$\frac{4,6}{2}$	1.686
	Total pour la salle du Conseil			4.378
	<i>Chambre de la Reine.</i>			
15	Mur extérieur de 100 . . .	$12 \times 7,5 = 90$	9	810
15	Vitrage	$3,6 \times 4 = 14,4$	65	936
8	Mur intérieur de 25 . . .	$10 \times 7,5 = 75$	11,2	840
4	Plancher	$10 \times 2,2 = 22$	2	44
15	1/2 cube d'air	$9,8 \times 10 \times 7,5 = 735$	$\frac{4,6}{2}$	1.690
	Total pour la Chambre de la Reine			4.320
	<i>Chambre du roi Louis XV.</i>			
15	Mur extérieur de 78 . . .	$8,5 \times 5 = 42,5$	11,3	480
15	Vitrage	$2,8 \times 3,5 = 9,8$	64	627
15	Mur extérieur de 65 . . .	$6,5 \times 5 = 32,5$	13,5	439
8	Mur extérieur de 50 . . .	$4 \times 5 = 20$	9,2	184
6	Plancher	$6,5 \times 3,5 = 22,75$	3	68
15	Terrasson	$2,5 \times 2 = 5$	37	185
6	Plafond	$10 \times 7 = 70$	6	420
15	1/2 cube d'air	$75 \times 5 = 375$	$\frac{4,6}{2}$	863
				3.266

Le Rapporteur,

L. A. BARBET

LA DESSICCATION DES MATIÈRES VIVANTES (PRODUITS OPOTHÉRAPIQUES⁽¹⁾)

par

M. R. LEQUEUX,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

M. LE PRÉSIDENT,

Très respectueusement je vous remercie de m'autoriser à présenter, à la Société d'Encouragement, certains procédés de traitement des produits opothérapiques.

Je m'excuse d'avoir pu annoncer l'étude de la dessiccation des matières vivantes, seul EDMOND ABOUT, dans un livre charmant, *L'homme à l'oreille cassée*, a résolu le problème de la conservation d'un être animé par la dessiccation, et je crois que les physiologistes les plus réputés ne cherchent même plus.

Tout d'abord qu'est-ce que l'opothérapie? L'étymologie du mot : ὀπός, suc, θεραπεία, traitement, nous indique qu'il s'agit du traitement par les sucs, en réalité traitement par les sucs des glandes, par leur partie active : les diastases, ferments, produits divers contenus dans les glandes des êtres vivants voire même dans les êtres vivants tout entiers, à une certaine période de leur évolution; cet extrait, aussi peu altéré que possible, de l'animal ou d'une partie de l'animal, a un caractère thérapeutique.

En 1883, le célèbre physiologiste BROWN-SEQUARD précise une thérapeutique très ancienne, en conseillant le traitement glande pour glande : la défaillance de l'organe humain était compensée par l'ingestion de l'organe correspondant d'un animal approprié.

Il ne m'appartient pas d'énoncer les processus savants et très ingénieux qui dérivent de ces méthodes très simples en apparence : mon incompetence me l'interdit et la loi sur l'exercice illégal de la médecine m'en empêche également. Cette thérapeutique a été fixée de nos jours par la formule lapidaire de Brown-Sequard et surtout par un enseignement très complet dans les facultés compétentes et une expérimentation très étudiée.

Cette thérapeutique moderne a été précédée dans des temps lointains d'une thérapeutique semblable restée plutôt dans l'ordre moral : certains anciens mangeaient du lion pour être courageux et évitaient de consommer la chair des animaux peureux.

Ces considérations générales révèlent des applications nombreuses : il en est résulté une industrie importante et peu connue dont j'ai l'honneur de vous présenter

(1) Communication faite par l'auteur en séance publique, le 18 décembre 1926.

ce soir certains procédés. L'assimilation des produits actifs des glandes ou organes des animaux est réalisée au mieux par l'absorption des organes ou glandes elles-mêmes; mais il est indispensable que le produit ne soit pas altéré entre son extraction dans les abattoirs et son utilisation; la dessiccation rapide réalise cette conservation et assure également la présentation sous une forme non répugnante.

L'industrie opothérapique absorbe toutes les glandes saines provenant des abattoirs des grandes villes : les produits frais qui étaient, il y a quelques années, cédés dans les abattoirs comme déchets sans valeur, contre un minime pourboire, sont actuellement facturés 80, 100, 120 fr le kilogramme et davantage suivant leur origine : corps thyroïde pour la thyroïdine; le pancréas, les capsules surrénales, les organes génitaux, etc. Ces prix vous indiquent l'importance de la demande et, partant, l'activité de cette industrie pharmaceutique spéciale : de très importantes maisons traitent ces matières et exportent pour plusieurs millions de francs; je tiens à remercier tout particulièrement M. BOUTY et son fils, M. RAYMOND BOUTY, et MM. FOURNIER, qui ont bien voulu m'autoriser à travailler chez eux, et m'ont aidé très souvent de leurs conseils éclairés.

La matière fraîche est amenée chez le spécialiste après avoir été épluchée avec soin pour en éliminer les fibres adhérentes inutiles ou les parties altérées; puis elle est passée au broyeur; il en sort une bouillie qu'il faut sécher sans détruire les éléments actifs par une élévation de température ou par une oxydation, et qu'il faut sécher très rapidement pour éviter la liquéfaction produite par des ferments étrangers ou même par les diastases contenus naturellement dans l'organe. Ces phénomènes destructeurs d'autolyse et d'hydrolyse sont redoutables; il sont décelés immédiatement par une odeur facile à reconnaître.

Dans les premiers temps, pour réaliser le séchage, on a employé de simples étuves chauffées au gaz, anciennes étuves à cultures microbiennes dont on avait augmenté la ventilation; ces appareils ont donné de médiocres résultats. Il s'y produisait des échauffements locaux trop élevés et par conséquent destructeurs; ces installations de fortune sont aujourd'hui complètement abandonnées mais le chauffage subsiste dans des étuves appropriées pour les produits qui ne sont pas altérés à 40°; un appareil très pratique pour le séchage des produits fragiles, poudres, granulés, et qui porte le nom du professeur LAPICQUE, est employé dans certaines maisons pour le séchage des produits opothérapiques. De l'air filtré, légèrement chauffé, passe lentement sur des plateaux placés en chicane chargés du produit à traiter; cet air est réchauffé en route pour permettre le transport de la quantité maximum d'eau; l'air réchauffé passe sous le plateau qu'il doit sécher pour éviter que des condensations ne viennent mouiller les produits traités. Un procédé très ingénieux, et d'ailleurs protégé par un brevet, consiste à faire circuler une certaine quantité d'air sur le produit à traiter puis sur un réfrigérant à très basse température où il perd son eau et enfin sur un réchauffeur où il est remis à température convenable pour absorber de nouveau une certaine quantité d'humidité.

Le procédé de dessiccation actuellement le plus répandu est celui qui recourt à l'emploi de l'acide sulfurique. Il y a plusieurs années la maison GENESTE ET HERSCHER a utilisé le dispositif de Carré, destiné à fabriquer la glace, pour le séchage des produits biologiques; ces appareils sont en service actuellement dans plusieurs usines, et M. Lévy, administrateur-délégué de la Société Geneste et Herscher, fabrique toujours ces appareils qui sont restés d'une grande utilité.

En particulier, la pompe de Carré, qui est lubrifiée avec de l'huile végétale, et qui marche à allure lente, est actuellement une des rares pompes à vide susceptibles d'être employées pour le séchage, par le vide en présence d'acide sulfurique, des produits opothérapiques. Nous avons observé avec les pompes à palettes qui sont généralement graissées avec de l'huile minérale, qu'il se forme une émulsion de l'huile minérale de la pompe avec les gaz qui s'échappent des matières organiques traitées en cours de dessiccation. Cette altération de l'huile minérale lui enlève rapidement ses qualités lubrifiantes; il existe dans certaines maisons de très belles pompes à vide, donnant un vide de 3 mm de mercure, construites par les meilleurs constructeurs français ou étrangers, mais le plus souvent le travail des ateliers de préparation des produits opothérapiques ne justifie pas l'emploi de pompes de grande puissance et la pompe de Carré reste l'appareil le plus répandu dans la région parisienne.

Certaines expériences ont montré qu'il y avait grand intérêt à rapprocher l'acide absorbant l'humidité des produits à dessécher : on était obligé dans les appareils à vide de raccorder les récipients contenant les produits à traiter par des tubulures de très grand diamètre, nécessitant une robinetterie importante et assez onéreuse; nous avons donc remplacé les récipients raccordés sur les réservoirs à acide sulfurique munis d'agitateurs qui se trouvent dans les dispositifs de Carré, par une cloche de grandes dimensions en acier, dans laquelle nous avons disposé par étages des plateaux en cuivre contenant les matières à traiter et des plateaux en plomb contenant l'acide sulfurique. Nous remplaçons donc l'agitation de l'acide sulfurique par une mise en surface mince préalable; cette disposition a donné de bons résultats et l'expérience nous a montré qu'il y avait intérêt à mettre cet acide sulfurique en couches aussi minces que possible, 5 à 10 mm environ.

Ces appareils sont des cloches de 80 cm à 1 m de diamètre; elles contiennent actuellement 30 demi-plateaux; 20 sont garnis de produits à sécher et 10 contiennent de l'acide sulfurique; cet acide, de concentration assez variable et d'un prix modique, cesse d'être utilisable quand il marque moins de 40° Baumé. Une cloche peut contenir 5 à 15 kg de matières fraîches.

Nous avons remarqué comme tous les expérimentateurs qu'une insuffisance de vide nuisait considérablement à la rapidité de la dessiccation.

L'abaissement de la température du produit traité au cours de la dessiccation ne ralentirait pas la dessiccation. Une expérience fortuite nous a montré dans les laboratoires de M. Bouty, que l'opération à une basse température voisine de 0°, était plutôt plus rapide qu'à une température élevée, de 30° à 40°. A l'origine,

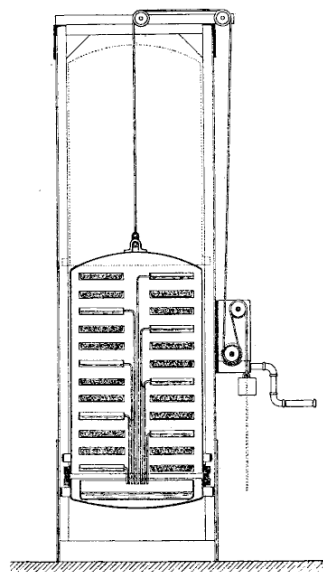


Fig. 1. — Cloche à vide, contenant des plateaux de produits à sécher et des plateaux chargés d'acide sulfurique : ces derniers sont munis de déverseurs pour l'élimination de l'acide dilué dans la cuve située en bas de la cloche.

pensant que l'augmentation de la tension de vapeur par l'échauffement du produit à traiter faciliterait le départ de l'eau, nous comptions utiliser la chaleur dégagée par l'acide sulfurique en absorbant l'eau, pour réchauffer et, en tout cas, empêcher la congélation du produit à dessécher; nous avons donc, sur le même plateau métallique devant servir de support, placé les cuvettes en plomb contenant l'acide sulfurique et les plateaux en cuivre étamé contenant les produits. Pour une raison quelconque, dans les laboratoires de M. Bouty, on a été appelé à soulever les cuvettes contenant les produits à traiter au moyen de bouchons de liège et, de ce fait, on a isolé calorifiquement les deux séries de plateaux. Quelle n'a pas été notre surprise de constater une plus grande rapidité de dessiccation; la température du produit à sécher s'est fortement abaissée; nous avons admis que le craquellement résultant de la congélation avait augmenté considérablement la surface d'évaporation. Je reconnais que cette explication n'a pas grande valeur, mais le phénomène reste encore inexpliqué.

L'émission de vapeur d'un liquide à une température déterminée jusqu'à saturation à la surface de ce liquide est un phénomène instantané dans le vide; du moins c'est ce que nous enseignent les cours de physique. L'absorption de la vapeur d'eau par l'acide sulfurique concentré est également un phénomène à peu près instantané, mais, par contre, le mélange des gaz et des vapeurs est d'une réalisation lente et le mélange des solutions d'acide sulfurique de concentrations différentes est un phénomène également très lent. En conséquence, dans une atmosphère même raréfiée, à la surface d'une matière humide, il se dégage une certaine quantité de vapeur qui atteint la saturation au contact même de la matière humide; par contre, le peu d'air qui reste dans l'appareil et qui se trouve en contact avec l'acide sulfurique est sec, mais entre de l'air sec d'une part et de l'air saturé d'autre part, il existe toute l'échelle allant de la sécheresse à la saturation, cet état d'équilibre, entre la nature du gaz à la surface du produit à sécher et la nature du gaz à la surface du produit absorbant, ne demande qu'à se rompre, mais la lenteur du mélange des gaz et des vapeurs, si aucune cause extérieure ne vient aider à cette rupture d'équilibre, ralentit le phénomène de passage de l'eau du produit traité dans l'acide sulfurique; le moyen de rompre cet état d'équilibre préjudiciable à la rapidité de la dessiccation est de réduire au minimum la quantité d'air dans les appareils. Cette rupture d'équilibre instable sera d'ailleurs facilitée par le rapprochement de l'acide absorbant des surfaces à dessécher; c'est ce qui m'a incité à mettre ces deux agents, le passif et l'actif, aussi près que possible.

Il convient de remarquer d'ailleurs qu'aux basses pressions auxquelles on travaille, le volume occupé par la vapeur d'eau qui se dégage, est considérable, 1 kg d'eau à la pression atmosphérique occupe 1.600 litres mais au centième de la pression atmosphérique, ce même kilogramme d'eau occupera 160 m³, et comme il y a intérêt à favoriser le départ de la vapeur d'eau à la surface des produits à traiter, il est indiqué de favoriser à l'intérieur des appareils le mouvement des milliers de mètres cubes qui sont à déplacer en réduisant les distances et en améliorant les sections de passage. D'autre part, l'acide sulfurique dilué par l'absorption de l'humidité se mélange assez mal avec l'acide sulfurique concentré : il se forme à la surface de l'acide une pellicule d'acide dilué qui arrête le phénomène d'absorption. Pour éviter cet arrêt, deux solutions se présentent : ou bien agiter l'acide sulfurique, comme cela se pratique dans les appareils Geneste et Herscher, ou bien

éliminer l'acide sulfurique par gravité quand il a absorbé une certaine quantité d'eau.

L'acide sulfurique, en absorbant la vapeur d'eau contenue dans la cloche (fig. 4), augmente de volume : cette augmentation de volume provoque le déversement dans la cuve inférieure des couches plus légères superficielles, et découvre en même temps l'acide sulfurique plus concentré susceptible de continuer le phénomène d'absorption.

Cette séparation automatique des couches diluées d'acide sulfurique est un phénomène qui se prolonge suffisamment pour permettre de recharger les appareils en acide sulfurique concentré après chaque opération en se contentant de verser lentement cet acide en un point des cuvettes à acide éloigné des déversoirs. On peut ainsi à chaque opération, par une manœuvre simple, sans avoir à pratiquer la vidange des appareils, provoquer l'élimination de l'acide sulfurique le moins actif.

Ces méthodes très simples, et qui donnent de bons résultats avec un minimum de manœuvre, ont fait suite à l'étude d'appareils beaucoup plus compliqués dans lesquels nous avons voulu réaliser à l'intérieur des cloches une circulation d'acide sulfurique concentré; cette solution était très séduisante. Les premiers essais de laboratoire ont été faits chez M. Bouty, et un appareil industriel, transformé depuis, a été installé chez MM. Fournier. La réalisation de cette circulation d'acide sulfurique dans un appareil à vide a présenté pratiquement de très grandes difficultés surtout parce qu'il fallait avoir des débits très faibles d'un liquide dangereux, pas très homogène, contenant beaucoup d'impuretés comme l'acide sulfurique commercial employé pour les dessiccations. Nous avons remplacé la circulation d'acide sulfurique concentré par l'élimination automatique de l'acide dilué, suivant en cela d'ailleurs les méthodes et les expériences du distingué directeur du service opothérapique de la maison Fournier, M. Peyronny.

Après vous avoir signalé le point actuel de ces méthodes de dessiccation, je tiens à vous parler d'un appareil servant à traiter les produits opothérapiques après dessiccation; il est nécessaire en effet, dans certain cas, d'extraire par des solvants

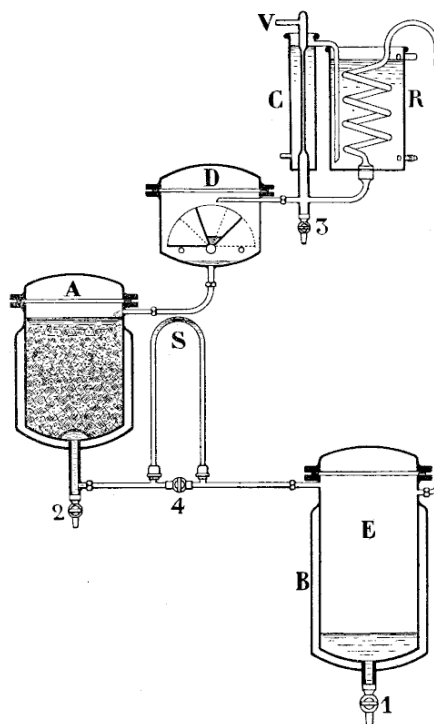


Fig. 2. — Appareil dégraisseur à double réfrigérant pour travail à basse température avec siphon à grand débit amorcé automatiquement.

A, Laboratoire contenant la cartouche à dégraisser, chauffage à la vapeur; — B, Chaudière de distillation chauffée à la vapeur; — C et R, Réfrigérants; — D, Bascule pour l'alimentation discontinue du laboratoire; — S, Siphon en verre assurant le passage du solvant du laboratoire dans la chaudière; — V, Prise de vide. — 1, 2, 3, Robinets d'extraction des liquides; — 4, By-pass supprimant le siphon S.

appropriés certaines substances qui doivent être éliminées, par exemple les graisses, pour augmenter la puissance active du produit. Nous avons réalisé à cet effet des appareils Soxhlet semblables aux appareils communément employés dans les laboratoires, comprenant une chaudière distillant un solvant, ce solvant venant se condenser dans un réfrigérant, et, après condensation, venant imprégner une cartouche du produit à traiter : après imprégnation et dissolution partielle des matières à éliminer, le solvant retourne à la chaudière de distillation et recommence son cycle, en abandonnant dans cette chaudière les matières qu'il vient de dissoudre. Pour imprégner convenablement les cartouches, il est nécessaire de faire immersion complète, car si on se contente de faire couler au fur et à mesure de la condensation le solvant pour arroser cette cartouche, il se forme de petites fontaines, et le produit est inégalement traité.

Tous les chimistes savent qu'il suffit de placer entre la chaudière et le récipient de la cartouche un siphon; quand le niveau du liquide dans le récipient contenant la cartouche atteint le niveau supérieur du siphon, le siphon s'amorce, et le liquide imprégnant la cartouche passe assez rapidement dans la chaudière. Ceci est réalisé dans des appareils de petites dimensions, mais dans les grands appareils et lorsque le solvant a une tension superficielle assez faible, on risque de voir le siphon ne pas s'amorcer, et couler simplement en déversoir; pour éviter cet inconvénient nous avons placé entre le condenseur et le réfrigérant un basculeur qui alimente le laboratoire contenant la cartouche par à-coups : le liquide, au lieu de couler goutte à goutte, arrive par dose d'un litre ou plus, et à un moment donné, l'arrivée d'une dernière dose de solvant provoque l'amorçage du siphon.

La figure 2 représente un appareil de ce genre à double réfrigérant permettant de travailler à une pression inférieure à la pression atmosphérique, et, par conséquent, à bonne température.

L'HORO-MEMO : AIDE-MÉMOIRE MÉCANIQUE¹

par

M. F. MAURICE,

ancien élève de l'École polytechnique, professeur à l'École des hautes Études commerciales.

M. LE PRÉSIDENT, MES CHERS COLLÈGUES, MESDAMES ET MESSIEURS,

Les arts mécaniques, dans presque tous les domaines, ont centuplé le rendement des moyens naturels de l'homme; avez-vous remarqué que la mémoire semble jusqu'à présent n'avoir pu bénéficier d'un tel secours?

L'Horo-Memo, que j'ai l'honneur de vous présenter aujourd'hui, est

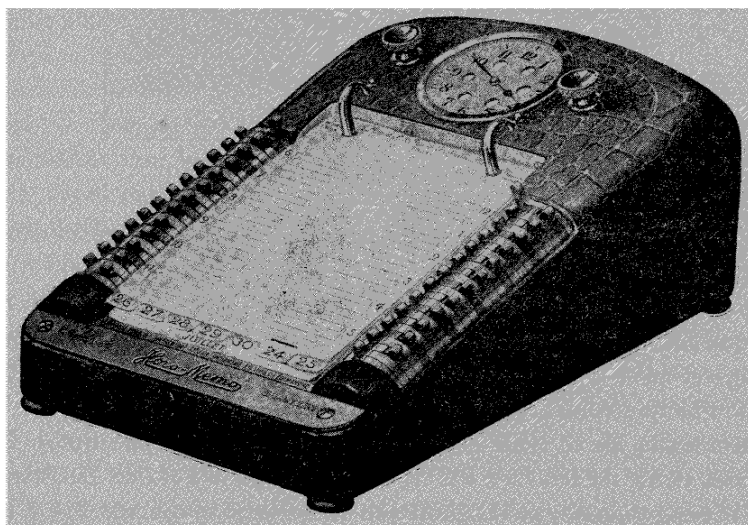


Fig. 1. — L'aide mémoire mécanique *Horo-Memo*

destiné à venir mécaniquement à l'aide de la mémoire; cet appareil a essentiellement pour objet d'assurer la ponctualité et le respect de l'emploi du temps prévu, dans tous ses détails, en rappelant en temps utile tout ce qui doit être fait.

L'Horo-Memo (fig. 1), se présente sous la forme d'un petit pupitre, com-

(1) Communication faite en séance publique par l'auteur le 12 février 1927.

portant sur la face supérieure un cadran de montre, un carnet à feuillets mobiles constituant calendrier éphéméride mémorandum, et, de chaque côté du carnet, deux rangées de 24 curseurs chacune.

Afin de pouvoir suivre les explications que je vous donnerai tout à l'heure sur le mécanisme et les nombreux usages de cet appareil, voyons d'abord comment on s'en sert :

Supposez que M. Blanc vous téléphone pour vous demander un rendez-vous le 15 du mois. Vous découvrez facilement, grâce au jeu d'onglets, la feuille du 15, et vous basculez en arrière les feuilles supérieures.

Remarquez (fig. 2) la forme des crochets qui vous permet d'opérer ce

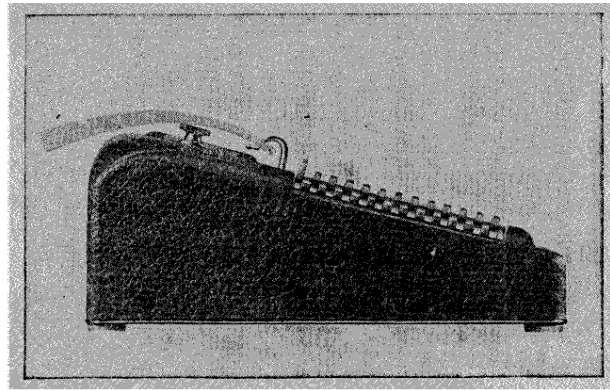


Fig. 2. — Vue de côté.

mouvement d'une seule main, et d'abandonner les feuilles renversées sans qu'elles risquent de s'échapper.

Regardez la feuille du 15 courant (fig. 3). Notez en passant le trait rouge qui surmonte la date et qui vous évite toute erreur, car votre œil peut s'égarer entre les divers onglets; ce soulignement rouge vous confirme que la feuille que vous avez sous les yeux est bien celle du 15.

L'impression de la feuille comporte des cases, une par quart d'heure, vous notez votre rendez-vous à 2 h. en inscrivant le nom de M. Blanc dans la case correspondante, et estimant que vous devez consacrer $3/4$ d'heure à la réception de M. Blanc, vous tracez en marge ce trait vertical, limité par des coches horizontales à 2 h. et à 2 h. $3/4$, pour indiquer que votre temps est pris de 2 h. à 2 h. $3/4$. Notez que les graduations de droite et de gauche divisent le temps de 5 en 5 minutes, ce qui peut vous servir dans certains cas; par exemple vous voyez noté sur cette feuille :

de 8 h. à 8 h. $1/2$ réception de M. Masson ;

de 8 h. $3/4$ à 8 h. 50 réception de M. Lefrand (utilisation des 5 minutes);

à 9 h. téléphoner à M. Maurice ;

à 9 h. $1/4$ prendre le dossier Henry;
 de 9 h. $1/2$ à 10 h. $1/2$ aller chez l'avocat;
 de 11 h. $1/2$ à midi, coiffeur;
 de 2 h. à 2 h. $3/4$, réception de M. Blanc;
 de 2 h. $3/4$ à 3 h. $1/4$, réception de M. Paul;
 de 3 h. $1/4$ à 4 h. réception de M. Morin;
 à 4 h. $1/2$, voir le rapport Exposition.

Chaque matin, vous vous trouvez donc en présence d'une feuille de journée, établie à l'avance aussi longtemps que cela a été possible ou désirable, qui porte mention de ce qui doit être rappelé aux différents moments.

Alors, vous préparez votre journée en basculant les curseurs en face des cases où quelque chose a été noté; il existe à cet effet un curseur par quart d'heure.

L'appareil, étant ainsi préparé pour la journée, émettra automatiquement un appel à chacune des heures correspondant à un curseur basculé, c'est un appel par sonnerie dont la durée est d'ailleurs réglable.

En même temps, les fenêtres qui sont pratiquées dans le cadran deviennent rouges, et restent rouges. Supposez en effet que vous soyez momentanément sorti de votre bureau quand la sonnerie retentit; en rentrant votre attention est attirée par les voyants rouges. Ou bien, si vous êtes occupé au moment où la sonnerie retentit par un travail que vous ne voulez pas interrompre, vous laissez subsister le voyant rouge qui vous maintient en mémoire que vous avez toujours à faire ce que vous avez dû différer momentanément. Pour faire disparaître le voyant rouge, vous appuyez sur le bouton qui est à gauche du cadran.

Le bouton qui lui est symétrique, à droite du cadran, sert à la mise à l'heure des aiguilles, qui peut s'effectuer dans les deux sens indifféremment.

Remarquez que le calendrier constitué par les feuillets est complété par l'indication des jours de la semaine, dont les noms sont gravés sur la plaque de métal qui se trouve à la partie inférieure en correspondance avec les dates portées sur les feuilles. Ainsi vous lisez : jeudi 10 février, vendredi

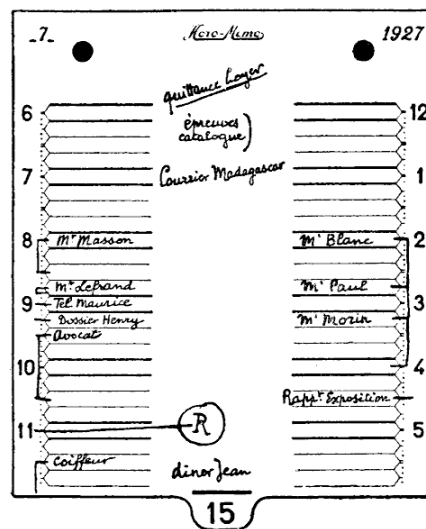


Fig. 3. — Feuille journalier.

11 février, etc... Cette disposition vous permet d'utiliser toutes les combinaisons possibles : quel jour de la semaine correspond à telle date, quelles sont les dates des deux prochains mardis, etc...

Cet appareil vous permet donc de noter, aussi à l'avance que vous le désirez, au mois, au jour et à l'heure choisis, toutes les choses auxquelles vous devez penser; le double signal qui se produit à toutes les heures prévues empêche l'oubli et garantit la ponctualité. Ainsi sont définitivement notés, puis signalés en temps utile : les rendez-vous, les visites à faire ou à recevoir, les ordres à donner, les livraisons à exécuter ou à recevoir à heures dites, etc...

Une application intéressante est la limitation de la durée d'une opération quelconque : par exemple, dans une fabrique, on met une pièce au four pour un recuit qui doit durer 1 heure $\frac{1}{2}$; il est 3 h. $\frac{1}{4}$, on bascule le curseur 4 h. $\frac{3}{4}$ pour ne pas oublier de défourner à temps. Dans les affaires, on limitera de la même façon la durée d'une conversation oiseuse en basculant le prochain curseur; la sonnerie qui se produit à l'expiration du quart d'heure commencé donne l'occasion de s'excuser pour prendre congé du visiteur.

Voici encore un autre cas d'emploi : quand l'utilisateur de l'Horo-Memo s'absente, il peut marquer l'heure à laquelle il compte rentrer; par exemple, en partant chez son avocat à 9 h. $\frac{1}{2}$, il a décidé d'arranger ses courses pour être certainement rentré à 11 h.; il l'indique par un grand trait horizontal qui part de la graduation 11 h. et se termine au milieu de la partie centrale de la feuille par l'initiale R (rentrée) (fig. 3). Cela signifie, pour son secrétaire : « Je serai rentré à 11 h. »

Remarquez aussi que cette feuille comporte une partie blanche qui vous permet de prendre des notes comme sur un bloc-notes quelconque et aussi de marquer certaines choses qui sont à faire, sans heure déterminée, à la date correspondante. Par exemple ici, à la date du 15 on a marqué : quittance de loyer, épreuves catalogue, courrier Madagascar et, pour le soir, dîner Jean.

Parmi les choses que vous désirez vous faire rappeler, il en est, toujours les mêmes, qui doivent être rappelées tous les jours à la même heure; par exemple, des courriers à expédier, des émissions de T. S. F. à recevoir, des cours de bourse à demander, des soins de régime à assurer, des trains à prendre, la relève, l'entrée ou la sortie du personnel, etc... Il serait fastidieux d'en répéter l'annotation et d'avoir à disposer les curseurs correspondants tous les matins; le dispositif suivant a été prévu pour éviter cela. Vous trouvez sur l'appareil, en dessous des feuillets, une plaque d'ivoirine (fig. 4). Sur cette feuille vous notez les choses à vous rappeler tous les

jours; par exemple, on a noté ici :

- à midi et à 6 h. $\frac{3}{4}$, sortie du personnel;
- à 10 h. $\frac{3}{4}$ et à 5 h. un verre d'eau à prendre (régime médical);
- à 11 h. $\frac{1}{2}$, faire partir le courrier de Londres;
- à 2 h. $\frac{3}{4}$, demander à la Banque le cours du dollar;
- à 5 h. $\frac{1}{4}$, faire partir le courrier;
- à 6 h. $\frac{1}{2}$, train à prendre.

D'autre part, vous prenez en nombre correspondant aux rappels permanents de petites épingles à tête nickelée dont une réserve se trouve en-dessous de l'appareil et vous enfoncez ces épingles dans les curseurs correspondant aux rappels permanents.

Voyez maintenant ce qui se passe : tous les soirs, vous pouvez effacer tous les curseurs au moyen des leviers que vous trouvez à la partie supérieure des blocs de curseurs; tous les matins, lorsque vous remettez l'appareil en service, vous commencez par basculer les mêmes leviers en sens inverse ce qui a pour effet de basculer d'un seul coup tous les curseurs munis d'épingles, par conséquent ceux-ci se placent d'eux-mêmes en position d'appel.

La feuille de fond a encore d'autres utilisations : La partie centrale blanche vous permet de noter une chose à faire à un jour indéterminé. On a noté ici d'aller chez le tailleur. D'autre part, vous voyez à la partie inférieure 7 cases correspondant aux 7 jours de la semaine dont les noms sont gravés sur l'appareil; on a marqué ici : rapport pour le lundi, atelier pour le mardi, etc...

Vous voyez donc que l'Horo-Memo, en dehors de sa partie mécanique, constitue un mémorandum rationnel extrêmement complet : mémorandum horaire par l'inscription dans les cases, mémorandum journalier par la totalité des inscriptions sur chaque feuille, mémorandum semainier par les inscriptions portées à la partie inférieure de la feuille de fond, mémorandum mensuel par les inscriptions que l'on peut porter sur la feuille de mois qui est entièrement blanche, et sur laquelle on peut noter ce qu'on désire se rappeler pour le mois sans jour fixé, par exemple, des impôts; ou bien sur laquelle un petit commerçant peut noter ses échéances de fin de mois.

D'ailleurs les feuilles de l'Horo-Memo, après avoir rempli leur rôle de mémorandum universel, peuvent être chaque jour transférées dans une

Fig. 4. — Feuille de fond.

reliure spéciale (fig. 5) et constituer ainsi des archives chronologiques qui rappelleront exactement l'emploi du temps passé. Il sera souvent précieux d'y retrouver la date exacte d'une certaine conversation, d'une visite, d'un paiement, etc...

L'adjonction du mécanisme donne à l'Horo-Memo toute sa valeur comme aide-mémoire universel, puisque les appels sont chaque jour assurés d'une façon impérative. Notez en passant que l'appareil vous donne l'heure sur votre bureau, ce qui n'est pas négligeable.

Permettez-moi d'ajouter maintenant quelques détails en ce qui concerne le mécanisme même de l'appareil. Il ne comporte pas d'électricité et je dois vous faire cette remarque car au cours des 8 années d'études que nous avons consacrées à la mise au point de cet appareil, avec le souci de le mettre sur

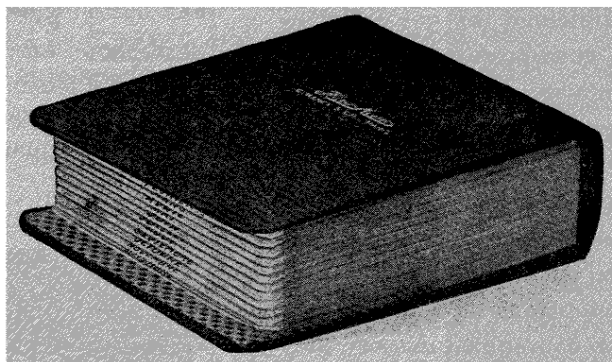


Fig. 5. — Reliure-transfert.

le marché absolument mis au point à tous les points de vue, nous avons étudié et réalisé des modèles comportant l'emploi de l'électricité, ce qui offre de multiples inconvénients.

Si on veut utiliser le courant du secteur, c'est un conducteur de plus qui traîne sur la table; nous y avons renoncé. Si le courant est fourni par les piles à l'intérieur de l'appareil, on obtient un encombrement supplémentaire avec cet inconvénient très grave que, le jour où le voltage des piles commence à devenir insuffisant, certains appels peuvent manquer par suite d'un contact défectueux. Nous y avons renoncé, car une condition primordiale de l'emploi rationnel de cet appareil est une sécurité absolue de fonctionnement. La clientèle d'élite à qui nous nous adressons ne peut pas tolérer un défaut de fonctionnement, même passager, dans un appareil en qui elle se confie entièrement pour lui rappeler, en temps utile, des rendez-vous ou des occupations importantes.

Je vous montre (fig. 6), à titre de curiosité, quelques-uns des modèles que nous avons exécutés avant d'arriver à la réalisation actuelle. Voyez

comment l'idée a évolué, en particulier en ce que vous pouvez voir ici, c'est-à-dire le perfectionnement de la forme. Le quatrième modèle que vous voyez ici était encore électrique; c'est celui qui a été récompensé à l'Expo-

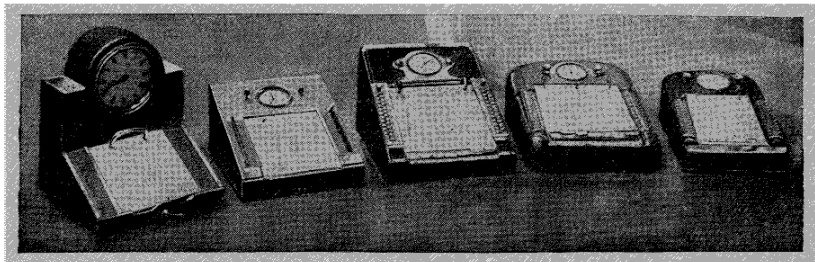


Fig. 6. — Modèles d'étude.

sition des Arts décoratifs par une médaille d'or. Nous savons qu'en nous attribuant cette récompense le Jury a voulu non seulement récompenser une conception originale et heureuse, mais aussi le sérieux effort fourni par des industriels français pour fabriquer en France un article de large exportation et améliorer ainsi, dans la mesure qui leur appartenait, la situation économique de notre pays.

L'appareil que je vous présente aujourd'hui est donc entièrement mécanique; son mouvement est assuré par un seul remontage chaque semaine. Pour remonter l'appareil on le dresse sur sa face postérieure et on remonte avec la clé que vous voyez ici (fig. 7). Sur cette plaque de dessous, vous voyez : la clé de remontage, la réserve des épingles, les perforations qui laissent passer le son des deux timbres, et le doigt de réglage pour faire de petites corrections d'avance et de retard. Vous voyez aussi les 4 pieds de caoutchouc par lesquels l'appareil repose sur la table.

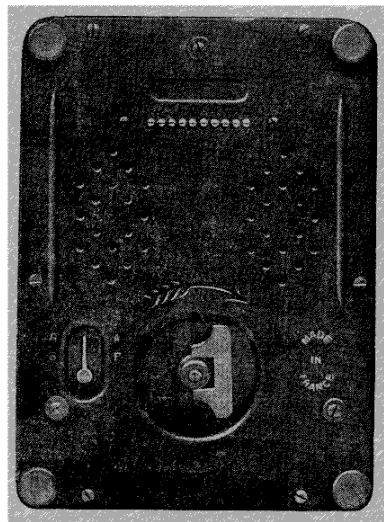


Fig. 7. — Vue de dessous.

Le mécanisme de l'Horo-Memo a été réalisé avec les soins les plus minutieux. Le mouvement d'horlogerie est construit par la Société française d'Horlogerie Zenith et porte sa marque. Nous avons attaché à l'appareil une garantie de 5 ans.

L'Horo-Memo a été inventé et construit par MM. C. Mamet et C^{ie}, 59 rue de Richelieu, Paris.

*
* *

En enlevant le carter, le mécanisme apparaît, il est entièrement en laiton nickelé, les pièces d'acier sont brunies, et son apparence seule laisse comprendre le soin avec lequel il a été établi. Je vais vous donner, d'une façon extrêmement succincte, une idée du fonctionnement, au moins en ce qui concerne le dispositif original qui constitue la principale revendication des

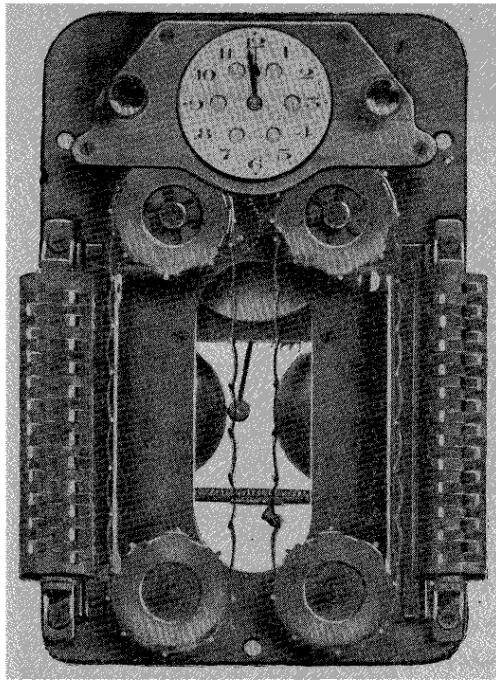


Fig. 8. — Mécanisme vu de dessus.

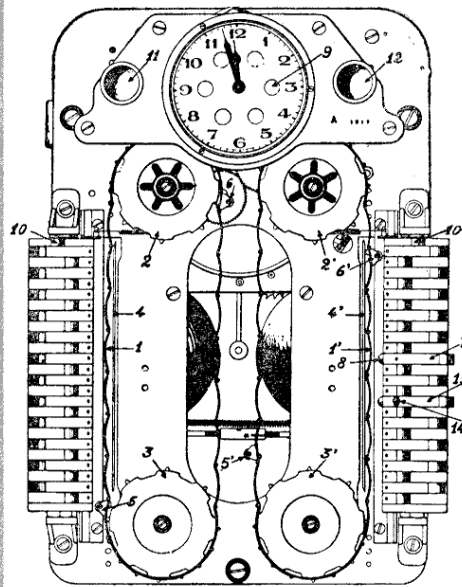


Fig. 9. — Schéma du mécanisme vu de dessus.

brevets qui nous ont été accordés en Suisse, en Allemagne, en Angleterre, aux États-Unis, c'est-à-dire, comme vous le savez, à la suite d'examens préalables très sévères.

La figure 8 montre le mécanisme vu de dessus, quand le carter est enlevé; la figure 9 représente schématiquement le même aspect de l'appareil.

On y remarque en particulier les chaînes 1 et 1' à maillons courbes, qui engrenent avec les galets 2 et 2', 3 et 3'; les galets supérieurs sont entraînés par le mouvement d'horlogerie, de sorte que chaque chaîne se déplace de sa propre longueur en 24 heures.

La chaîne 1 passe, pour une partie de sa longueur, entre une rangée de curseurs et une rampe 4; de même la chaîne 1' passe entre une rangée de curseurs et une rampe 4'. Les curseurs de gauche correspondent, à raison

de 1 par quart d'heure, au temps qui s'écoule entre 6 h. et 11 h. $\frac{3}{4}$; les curseurs de droite vont de 12 h. à 5 h. $\frac{3}{4}$.

Chaque chaîne porte 2 taquets à galets 5 et 6, 5' et 6', qui partagent en deux parties égales la longueur de chacune; le mouvement est réglé de la façon suivante : le taquet 5 parcourt les curseurs de 6 h. à 11 h. $\frac{3}{4}$, puis le taquet 5' effectue à droite le parcours de 12 h. à 5 h. $\frac{3}{4}$, puis le taquet 6 effectue à gauche le parcours de 6 h. à 11 h. $\frac{3}{4}$, puis le taquet 6' effectue à droite le parcours de 12 h. à 5 h. $\frac{3}{4}$ et ainsi de suite.

Si on veut être appelé à une certaine heure, par exemple 2 h. $\frac{1}{2}$, on bascule le curseur correspondant 7, ce qui fait apparaître un bossage 8. Quand un taquet de la chaîne arrive au niveau de ce bossage, il est repoussé et la chaîne qui est élastique, se déforme en repoussant la rampe qui est derrière la chaîne.

Ce basculement de la rampe a pour effet *d'armer* le déclenchement de la sonnerie et du voyant, puis une étoile à 4 branches qui fait un tour en une heure déclenche au passage *juste* du quart d'heure, la sonnerie et le voyant rouge (fenêtre 9 du cadran).

Ceci se produit pour tous les curseurs qui ont été basculés, produisant ainsi autant d'appels qu'on le désire au cours de la journée. Tous les soirs on ramène d'un seul coup tous les curseurs basculés au moyen d'un berceau commandé par les leviers 10 et 10'.

En appuyant sur le bouton 11, on ramène au blanc le voyant du cadran. Le bouton 12 sert à la remise de l'heure.

Voici le dispositif prévu pour les rappels permanents, c'est-à-dire ceux qui doivent se produire tous les jours à la même heure. Si nous voulons par exemple établir un rappel permanent à 3 h. $\frac{1}{2}$, nous basculons le curseur correspondant 13 qui comporte, comme tous les curseurs, un petit trou dans lequel nous introduisons une cheville ou épingle à grosse tête 14. Cette cheville rend le curseur solidaire de l'axe des curseurs et de leur berceau de rappel, dont le basculement est commandé par les leviers 10 et 10'; de sorte que lorsqu'on rappelle les curseurs le soir, les curseurs qui portent des épingles sont bien rappelés avec tous les autres, mais lorsqu'on bascule le levier 10' dans l'autre sens pour mettre l'appareil en service, les curseurs qui portent des épingles sont ramenés automatiquement en position d'appel.

Sur la figure 10 vous voyez nettement l'étoile qui prépare la sonnerie, et en dessous celle qui la déclenche au quart d'heure juste.

Les figures 11 et 12 présentent d'autres aspects du mécanisme.

Nous n'avons pas attaché moins d'importance à la présentation extérieure de l'appareil qu'à la perfection de son mécanisme.

Le carter est en aluminium embouti; la réalisation de cette pièce con-

stitue, au dire des spécialistes de l'emboutissage, un véritable tour de force : elle est due à la Société d'Emboutissage et de Constructions mécaniques de Colombes (Seine). Le fini extérieur est obtenu par un vernis cellulosique craquelé, procédé nouveau qui nous a été révélé par une communication faite ici même, l'année dernière, par MM. Clément et Rivière.

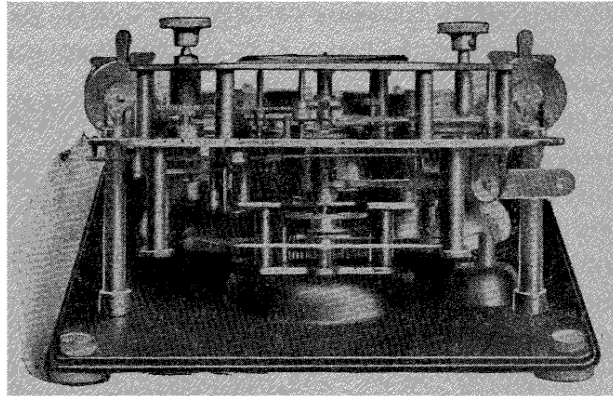


Fig. 10. — Mécanisme, vu arrière.

Voici donc, Messieurs, un appareil à qui sa réalisation mécanique assure une parfaite sécurité de fonctionnement, qui par sa présentation extérieure n'est pas déplacé sur le bureau le plus luxueux ; il était indispensable que ces conditions fussent réalisées pour répondre aux usages importants et multiples en vue de quoi l'Horo-Memo a été conçu.

Entre les mains d'un chef de maison ou d'un chef de service, l'Horo-

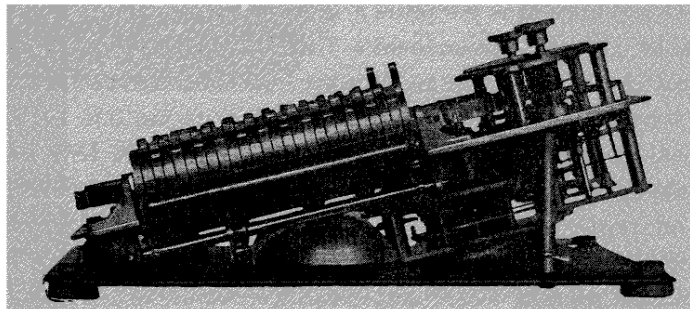


Fig. 11. — Mécanisme vu de côté.

Memo est un instrument d'efficiencé (comme on dit dans le jargon de la technique administrative moderne) ; il lui permet de matérialiser la prévision de son emploi du temps, par l'établissement d'un véritable diagramme précis et expressif, et épargne à sa mémoire le souci de l'exactitude dans les multiples détails de son activité. L'Horo-Memo apporte un soulagement énorme

au chef d'entreprise qui doit partager son temps entre des visites, des réceptions, des conversations quelquefois oiseuses (vous avez vu comment l'Horo-Memo le débarrasse élégamment des importuns) des ordres à donner, des coups de téléphone, des renseignements de toutes sortes à demander à diverses sources, des courriers à signer, des conférences avec des subordonnés en vue de rapports à heures fixes, etc. ; c'est le régulateur de la vie fiévreuse d'un homme d'affaires, pour que chaque chose soit faite en son temps, sans que trop de temps soit consacré à chacune.

Nous trouvons peut-être encore plus d'applications de l'Horo-Memo dans les divers services de l'entreprise : partout où la ponctualité est essentielle. Au secrétariat, dont le travail est le reflet même de l'activité du chef ; au téléphone, qui doit obtenir ou renouveler certaines communications à heures fixes ; au courrier, pour assurer les divers départs au moment voulu ; au service de l'expédition, pour tenir les promesses faites à la clientèle des livraisons à heure fixe ; à la réception, pour rappeler les fournisseurs à l'exactitude.

Ainsi l'Horo-Memo a une place privilégiée dans l'organisation de l'entreprise ; sans lui, le chef se trouve désarmé devant la responsabilité si mal définie de *l'oubli*. Que répondre à l'employé qui s'excuse en disant « j'ai oublié » ? Peut-être, précisément, a-t-il

« oublié » parce qu'il était absorbé dans son travail au point de négliger de l'interrompre pour entreprendre autre chose, au moment prescrit. Mais si vous donnez à cet employé un Horo-Memo, l'oubli n'a pas d'excuse ; en lui donnant le moyen matériel de ne pas oublier vous lui imposez et il peut accepter la responsabilité entière de la ponctualité que vous exigez de lui.

Si maintenant nous abordons le domaine des applications particulières ou techniques, notre expérience journalière, c'est-à-dire celle que nous nous faisons auprès de notre clientèle, nous le révèle toujours plus étendu. C'est le cas du médecin, du dentiste, de l'avocat, qui reçoivent la clientèle sur rendez-vous, et doivent la quitter à heure dite, qui pour des visites, qui pour l'hôpital, qui pour le laboratoire, qui pour le Palais. C'est l'entrée, la sortie,

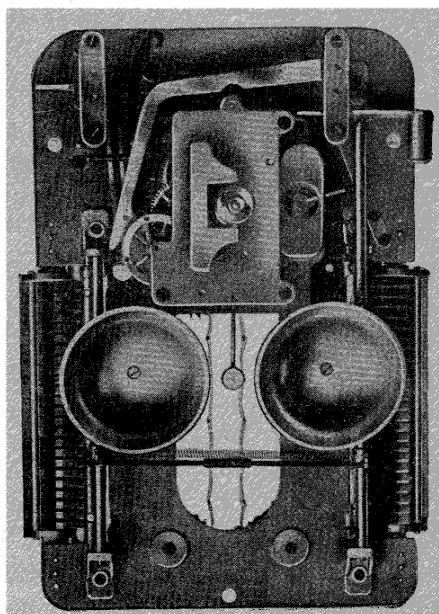


Fig. 12. — Mécanisme vu de dessous.

la relève du personnel, la succession des équipes, dans une administration ou une usine. C'est dans une fabrique, dans un laboratoire, les diverses phases du travail à entreprendre à heure dite, ou la limitation de la durée de certaines opérations : cuisson, vulcanisation, recuit, séjour dans un bain, dans un local spécial, etc. C'est dans une école, les divers mouvements des élèves, auxquels un surveillant tient à assister. C'est, dans un hôpital, l'heure des visites, des soins à donner à tel ou tel malade en particulier. C'est dans un hôtel, tout le mouvement à régler des voitures qui prennent ou reconduisent les voyageurs ou leurs bagages; les voyageurs à réveiller à heure dite, les mouvements du personnel. On commence à parler sérieusement d'organisation ménagère, pourquoi l'Horo-Memo ne signalerait-il pas à la maîtresse de maison l'heure du lever, de la toilette des enfants, du nettoyage, des provisions, de la préparation des repas, et cent autres choses, car nos femmes, Messieurs, sont aussi occupées auprès de leur foyer que nous dans nos bureaux. Ce pourrait être aussi la limitation des orateurs trop prolixes dans nos parlements...

Tout aussi bien je saurai me limiter moi-même, et je conclus. L'Horo-Memo, dans l'entreprise commerciale ou dans l'usage privé, domine l'organisation, car, plus qu'un instrument de travail, il est un instrument de régularisation et de contrôle du travail. A ce titre les services qu'il apporte sont inappréciables; il est le type de ces objets de nécessité dont les Américains disent *qu'il faut les payer, même si on ne les achète pas*. Qu'un homme d'affaires fasse le total de ce que lui coûtent les oublis dont il doit supporter les conséquences; il arrivera bien vite à une somme supérieure à ce que coûte un Horo-Memo; l'Horo-Memo est une assurance contre l'oubli. Et on nous disait récemment dans un laboratoire de prothèse dentaire : une vulcanisation manquée coûte beaucoup plus que l'Horo-Memo qui aurait empêché de la manquer.

Mais ne considérons pas cet appareil avec l'esprit qu'on rencontre trop souvent en France, devant une nouveauté destinée à augmenter le rendement du travail, et qui consiste à se creuser la tête pour trouver toutes les raisons de ne pas s'en servir. Les Américains, eux, font le contraire; en telle occurrence, ils se creusent la tête pour découvrir toutes les bonnes raisons de s'en servir; c'est sans doute une des causes qui font qu'ils sont plus riches que nous, dit-on.

RECHERCHES SUR LES CONCASSEURS A NOIX DE PALME

par

M. G. PASSELÈGUE,

*Ingénieur-agronome, chef de travaux à la Station d'Essais de Machines,
chargé de cours à l'Institut national d'Agronomie coloniale.*

L'industrie métropolitaine utilise de plus en plus, surtout dans la fabrication des savons, *l'huile de palmiste*, extraite des amandes renfermées dans les noyaux (noix de palme) des fruits du palmier à l'huile (*Elaeis guineensis*). L'exportation de ces amandes, désignées sous le nom de *palmistes*, de nos différentes colonies du groupe de l'Afrique occidentale française, augmente régulièrement d'année en année. En dehors des quantités consommées sur place, la Côte d'Ivoire, qui exportait 3.200 t d'amandes en 1907, en a exporté 12.000 en 1923; pour l'ensemble des colonies de l'A. O. F., les exportations, qui étaient de 40.000 t en 1913, ont passé à 55.000 t en 1922, et ont atteint 73.309 t en 1925. Ces palmistes sont expédiés pour la plus grande partie en France et en Angleterre, en Allemagne, et enfin, en plus petites quantités, en Hollande, Italie et Belgique. La production des palmistes constitue une source importante de richesse de nos colonies du groupe de l'Afrique occidentale française.

Il est certain que cette production des palmistes n'a pas atteint son maximum et doit subir encore, au cours des années à venir, une augmentation sensible.

Mais pour que cet accroissement ne soit pas entravé, il importe de substituer le plus possible aux procédés d'extraction manuels, dont le débit est insuffisant, les procédés mécaniques par l'utilisation des concasseurs dont l'emploi peut, seul, permettre de travailler toutes les noix de palme disponibles.

Dans beaucoup de régions, les amandes sont extraites avec le concours de la main-d'œuvre indigène par une opération manuelle. Ce sont les enfants et les femmes, surtout les vieilles femmes, qui effectuent ce travail pendant leurs moments de loisir : les quantités de noix ainsi concassées sont donc extrêmement faibles et aussi extrêmement variables, d'après M. AUG. CHEVALIER,

on ne dépasserait pas 1 kg à 1,75 kg par jour; le docteur BUCHER, du Botanische Versuchsanstalt, à Victoria (Kamerun), indique environ 6,5 kg, et M. YVES HENRY, 7,5 kg. Ces quantités sont tout à fait insuffisantes et il n'est pas étonnant qu'il existe encore auprès de beaucoup de villages des amoncellements considérables de noix que l'on ne peut pas travailler faute de personnel et de temps.

Il devient donc indispensable, si l'on veut maintenir l'accroissement de production des palmistes, de remplacer le concassage manuel par le concassage mécanique, ce dernier pouvant être réalisé soit par des machines à débit moyen, mues par les indigènes, soit dans des installations à grand débit fonctionnant au moteur.

Mais le concassage mécanique présente d'assez grandes difficultés à surmonter, pour réaliser des machines opérant dans des conditions satisfaisantes, en raison de la nature spéciale du produit à travailler. Les noix offrent, en effet, de très grandes variations de formes, de dimensions et de résistance des coques à la rupture. Ainsi, dans les lots de noix que j'ai travaillées, les petites noix avaient comme dimensions 11 mm $\times$ 7 mm, alors que les plus grosses mesuraient 37 mm $\times$ 23 mm; leur poids variait de 0,25 g à 10,90 g, et, pour casser une noix, il fallait, suivant les cas, exercer une force comprise entre 87 kg et 500 kg.

Le problème consiste donc à réaliser des machines pouvant concasser toutes les noix, sans blesser ou briser les amandes, malgré les différences, dans le même lot à travailler, de formes, de dimensions et de résistance.

..

Les concasseurs de noix de palme ne sont pas d'invention récente. Depuis longtemps déjà, un certain nombre ont été utilisés dans nos colonies, ainsi que dans les colonies étrangères, mais il n'était pas possible d'être fixé d'une façon certaine sur les avantages ou les inconvénients des nombreux dispositifs proposés qui avaient été employés dans des conditions très variables.

Pour éclairer la question et pour compléter les intéressantes recherches antérieures faites sur quelques appareils seulement par MM. YVES HENRY et PAUL AMMANN, le Gouvernement général de l'Afrique occidentale française, sur le rapport de M. PRUDHOMME, directeur de l'Institut national d'Agronomie coloniale, décida d'entreprendre une étude complète des concasseurs à noix de palme. Il a acheté un certain nombre de concasseurs français et étrangers représentant tous les modèles de ces machines existant actuellement. J'ai été chargé de procéder à de très nombreux essais et à des recherches d'ordre

mécanique qui ont été effectués à la Station d'Essais de Machines, sous la direction de M. RINGELMANN, membre du Conseil de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. Ces concasseurs ont été ensuite envoyés dans la colonie, dans des centres convenablement choisis, où ils doivent être mis entre les mains des indigènes qui s'en serviront en travail courant.

Pour mes essais, le gouvernement général de l'A. O. F. envoya à la Station plus de 16 t de noix de palme provenant de la Guinée, de la Côte d'Ivoire et du Dahomey.

*
* *

Suivant la façon dont les noix sont brisées dans l'appareil, on peut diviser les concasseurs en deux groupes :

1° Dans un premier groupe, les noix sont écrasées, d'une quantité suffisante pour obtenir la rupture de la coque et, par suite, la mise en liberté de l'amande, tout en évitant de la blesser ou de la briser ;

2° Dans le deuxième groupe, les noix, auxquelles on imprime une grande vitesse de déplacement, sont projetées contre une paroi fixe ou mobile, contre laquelle elles se brisent par suite de la violence du choc. Comme la vitesse nécessaire est obtenue par un mouvement rapide de rotation, pendant lequel les noix sont sollicitées à s'échapper tangentiellement par l'action de la force centrifuge, on désigne couramment ces appareils sous le nom de *concasseurs à force centrifuge* ou plus simplement de *concasseurs centrifuges*.

Le premier groupe est représenté par un certain nombre d'appareils différant entre eux par la forme et le fonctionnement des pièces travaillantes qui assurent l'écrasement des noix.

Les pièces travaillantes peuvent être constituées par une paire de mâchoires cannelées, l'une fixe, l'autre mobile : ces mâchoires sont disposées en V, de sorte que l'espace qu'elles laissent entre elles est plus large au sommet qu'au fond. Lorsqu'on laisse tomber des noix dans cet espace, elles se placent au contact des mâchoires, les plus grosses se logeant vers le haut et les petites vers le fond : il suffit donc, en principe, de rapprocher la mâchoire mobile de la mâchoire fixe d'une certaine quantité pour obtenir le concassage simultané de toutes les noix qui y sont emprisonnées.

Les pièces travaillantes peuvent être aussi constituées par une paire de cylindres cannelés. L'appareil comprend alors un premier groupe de cylindres classeurs horizontaux disposés en V et un deuxième groupe de cylindres concasseurs ayant la même disposition et placés en dessous. Les noix tombent une à une sur les cylindres classeurs à la partie la plus resserrée et

cheminent vers l'autre extrémité jusqu'à ce que l'espace devienne suffisant pour les laisser passer; elles tombent alors sur les cylindres cannelés qui sont un peu plus resserrés et qui brisent les coques tout en laissant les amandes entières.

Enfin, dans d'autres modèles, les pièces travaillantes sont formées d'un cylindre et d'une contre-plaque, ou bien de pièces coniques.

Les concasseurs centrifuges possèdent, en principe, un plateau à l'intérieur duquel sont ménagés un ou plusieurs canaux diamétraux. Les noix, amenées au centre du plateau, s'échappent par l'action de la force centrifuge et viennent se briser contre une enveloppe dont la forme et le profil intérieur varient suivant les constructeurs. Cette enveloppe peut être continue ou interrompue, cylindrique, tronconique, ou à section carrée; elle peut être lisse ou garnie de saillies. Enfin elle est fixe ou animée d'un mouvement de rotation à la même vitesse, mais en sens inverse de celui du plateau.

*
* *

Comment se comportent en travail tous ces concasseurs qui sont si différents les uns des autres par leur principe de fonctionnement? Trois points étaient intéressants à connaître :

- 1° La qualité du travail effectué;
- 2° Le débit de l'appareil;
- 3° La puissance absorbée pour le fonctionnement.

On peut se faire une idée tout à fait précise de la qualité du travail effectué par un concasseur en déterminant les proportions relatives des produits recueillis à la sortie. Si l'appareil était parfait, ces produits seraient constitués uniquement par un mélange d'*amandes entières* et de *coques*. Pratiquement, il n'en est pas ainsi : l'on trouve, presque toujours, à la sortie, un mélange en proportions variables, suivant chaque appareil et avec chaque appareil, suivant le réglage, d'*amandes entières*, d'*amandes brisées*, d'*amandes adhérentes*, et de *noix non brisées*. Le concasseur le meilleur au point de vue de la qualité du travail effectué sera donc celui qui nous donnera le plus d'*amandes entières* et le moins d'*amandes brisées* ou *adhérentes* et de *noix non brisées*.

D'une façon générale, et dans les meilleures conditions de fonctionnement ce sont les concasseurs centrifuges qui, dans mes essais, ont donné la plus forte proportion d'*amandes entières*, puis les concasseurs à cylindres et enfin les concasseurs à mâchoires, ainsi que l'indique le tableau ci-dessous représentant les résultats moyens obtenus à la suite d'un très grand nombre d'expériences.

DÉSIGNATION DES APPAREILS	Proportions maximum d'amandes entières obtenues (p. 100).
Concasseurs centrifuges	de 90 à 96
— à cylindres	89
— à mâchoires	de 71 à 74

En se basant uniquement sur la qualité du travail effectué, nous pouvons donc conclure qu'il faut donner la préférence aux concasseurs centrifuges, mais nous verrons dans un instant que, pour des appareils destinés à fonctionner à bras, il faut tenir compte de la puissance absorbée et que dans ce cas, il faut conseiller les concasseurs à cylindres dont le travail est pourtant moins satisfaisant.

Les nombreux concasseurs centrifuges proposés diffèrent surtout par la forme et la constitution de l'enveloppe contre laquelle viennent se briser les noix. Cette enveloppe peut être cylindrique ou à section carrée : la deuxième disposition est à rejeter, car les noix parcourent suivant les cas des chemins de longueurs différentes avant de rencontrer la paroi. Il en résulte une grande irrégularité dans le concassage qui se traduit par une proportion élevée d'amandes brisées et de noix non brisées. L'enveloppe peut présenter une surface intérieure cylindrique ou tronconique : il semble que cette deuxième forme augmenterait la qualité du concassage, en réduisant le nombre d'amandes qui viennent se briser par ricochet sur le plateau. Enfin, la présence de saillies contre la surface intérieure de l'enveloppe favorise le cassage des noix et permet de travailler à une vitesse moins élevée et, par conséquent, avec une moindre dépense d'énergie.

En dehors du réglage, différentes conditions peuvent influencer sur la qualité du concassage. Ce sont surtout : la vitesse de rotation de la manivelle ou de la poulie de commande, la grosseur des noix et, dans certains cas, la provenance des noix.

Les variations de vitesse ont une très grande influence sur le fonctionnement des concasseurs centrifuges : il existe une vitesse bien déterminée pour chaque type d'appareils correspondant au maximum d'amandes entières. Au-dessous de cette vitesse, les noix non brisées augmentent ; au-dessus, ce sont les amandes brisées dont le nombre subit un accroissement très rapide ; mes essais ont déterminé les vitesses les plus convenables par chaque type d'appareil.

Les concasseurs à cylindres ne sont pas influencés par les variations de vitesse : la proportion d'amandes entières reste sensiblement constante, quelle que soit la vitesse à laquelle on fait fonctionner l'appareil. Par contre, avec les concasseurs à mâchoires, la qualité du concassage diminue à mesure que la vitesse augmente et cette diminution est due à la plus forte proportion de noix non brisées.

La grosseur des noix influe également. Les concasseurs à cylindres et à mâchoires, tels qu'ils sont construits actuellement, travaillent mieux les noix de grandes dimensions. Pour les concasseurs centrifuges, il y a, ainsi que l'avait déjà signalé M. P. AMMANN dans le compte rendu de ses recherches sur le traitement des noix de palme, une vitesse optima pour chaque grosseur de noix.

Les débits des concasseurs sont extrêmement variables : les appareils à cylindres travaillent environ 20 kg de noix par heure, les appareils à mâchoires de 75 à 400 kg. Le maximum est obtenu avec les appareils centrifuges, avec lesquels on obtient de 600 à 800 kg par heure, avec ceux qui sont destinés à fonctionner à bras, et de 1.400 à 3.000 kg pour ceux qui marchent au moteur.

La puissance absorbée varie dans les mêmes conditions. Seuls, les concasseurs à cylindres et les concasseurs à mâchoires, qui absorbent au maximum 4 kgm : s, peuvent être utilisés avec la main-d'œuvre indigène. Les concasseurs centrifuges, qui exigent plus de 20 kgm : s. doivent être réservés aux installations marchant au moteur.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE DU 8 JANVIER 1927

Présidence de M. Gabriel BERTRAND, *vice-président*.

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 18 décembre 1926 est adopté.

Sont présentés pour devenir membres de la Société :

la SOCIÉTÉ ANONYME TH. BARROIS, Filature et Retorderie de coton, 87, rue de Lannoy, Fives-Lille (Nord), présentée par M. René Descamps, administrateur-délégué des Établissements Agache fils;

M. RAUBER (Émile), (*) ancien élève de l'Ecole polytechnique, ingénieur, directeur de la Centrale électrique de Gennevilliers, 1, avenue d'Argenteuil, Gennevilliers (Seine), présenté par M. Sauvage;

M. TESTOUX (Félix), représentant de commerce, 8, rue de Clérieux, Romans-sur-Isère (Drôme), présenté par MM. Jossier et Lemaire.

MM. HITIER et Ch. DE FRÉMINVILLE, *secrétaires généraux*, présentent et analysent quelques ouvrages récemment entrés dans notre Bibliothèque.

M. Henri HITIER présente les ouvrages suivants :

Cent ans d'industrie chimique. Les Établissements Kuhlmann 1825-1925. (Don des Établissements Kuhlmann, 11, rue de la Baume, Paris (8^e), membre de la Société);

Agendas Dunod 1927 :

Assurances, par Pierre VÉRON et Félix POURCHEIROUX;

Automobile, par Gabriel LIENHARD;

Banque, par Henri DUFAYEL;

Bâtiment, par E. AUCAMUS, révisé par Ph. ROUSSEAU;

Chemins de fer, par L. VIOLET;

Chimie, par Emile JAVET;

Commerce, par G. LEMERCIER;

Construction mécanique, par J. IZART;

Électricité, par J.-A. MONTPELLIER, révisé par L.-D. FOURCAULT;

Métallurgie, par Louis DESCROIX, revu par S. BRULL;

Mines, par ROUX-BRAHIC;

Physique industrielle, par J. IZART;

Travaux publics, par E. AUGAMUS, révisé par Ph. ROUSSEAU. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6^e);

Pour le parfumeur. Comment préparer extraits et eaux parfumées, laits et lotions de toilette, poudres, fards, pommades, cold-creams, bandolines, épilatoires, teintures capillaires, etc. Paris, Dunod, 1926;

Les lapins à fourrures, par J.-J. DYBOWSKI. (Petite bibliothèque agricole.) Paris, J.-B. Baillièrre et fils, 19, rue Hautefeuille, 1927;

Manuel du fabricant de conserves. Conserves de fruits. Conserves de légumes, par Georges RAY. (Bibliothèque professionnelle.) Paris, J.-B. Baillièrre et fils, 1926;

Manuel du commis-papetier. Définition, rôle, fonction, exercice, par A. BOURGEOIS. (Bibliothèque professionnelle.) Paris, J.-B. Baillièrre et fils, 1927;

Comptabilité de la ferme, par Tony BALLU (Encyclopédie agricole publiée sous la direction de M. G. Wery.) Paris, J.-B. Baillièrre et fils, 1927;

Les revendications des agriculteurs (Novembre 1926). Paris, Confédération nationale des Associations agricoles, 36, rue d'Amsterdam (8^e);

Économie coloniale. Carte dressée par A. MEUNIER, géographe au Ministère des Colonies. Paris, Librairie Larose, 11, rue Victor-Cousin (5^e); Librairie de l'Agence générale des Colonies, 20, Galerie d'Orléans (1^{er}). (Don de l'auteur);

L'Afrique occidentale française en 1924, ... en 1925. Production, commerce, trafic maritime. Numéros spéciaux du Bulletin mensuel de l'Agence économique de l'Afrique occidentale française. Paris, Agence économique du Gouvernement général de l'Afrique occidentale française, 27, boulevard des Italiens (2^e); Librairie Emile Larose, 11, rue Victor-Cousin (5^e), 1925, 1926;

Le mouvement international des engrais et produits chimiques utiles à l'agriculture. 15^e revue, année 1923-26. (Extrait de l'Annuaire international de statistique agricole, 1923-26.) Rome, Institut international d'Agriculture;

Emploi des diverses variétés de charbons actifs et autres matières solides dans des buts de récupération de produits volatils en général et plus particulièrement du benzol de gaz de houille, par J.-B. BRÉGEAT. Paris, chez l'auteur, 24, rue de la Fidélité. (Don de l'auteur, membre de la Société);

Contribution à l'étude de la technologie de fonderie, par J.-M. ESPAÑA. (5^e Congrès de fonderie, Liège, 25 au 28 octobre 1925. Mémoire n° 15.) Paris, Association technique de Fonderie, 15, rue Bleue (9^e). (Don de l'auteur);

Contribution à l'étude des sables de fonderie de la péninsule ibérique, par J.-M. ESPAÑA. (5^e Congrès de fonderie, Liège, 25 au 28 octobre 1925.) Paris, Association technique de Fonderie. (Don de l'auteur.)

M. Ch. de FRÉMINVILLE présente les ouvrages suivants :

Les sourciers et leurs procédés, par Henri MAGER. 3^e édition. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6^e), 1926;

Comment choisir un moteur électrique, par P. MAURER. Paris, Dunod, 1926;

Le chauffeur au garage. (Bibliothèque du chauffeur). Tome II : Les réparations qui sont à la portée du chauffeur. Contrôle des réparations faites à l'extérieur, par Pierre PRÉVOST. Paris, Dunod, 1926;

Les calculs de résistance des pièces en béton armé, rendus simples et strictement conformes aux prescriptions de la circulaire ministérielle du 20 octobre 1906. Paris, Dunod, 1926;

Les machines asynchrones à champs tournants, à bagues et à collecteurs. Théorie générale et applications, par Richard LANGLOIS. Paris, Dunod, 1926;

Technologie chimique des matières premières de l'émail, par Jules GRÜNDWALD. Traduit sur la 2^e édition allemande, revue et augmentée, par Hélène HIRSCH et Marcel THIERS. Paris, Dunod, 1926;

Les mathématiques de l'ouvrier moderne : Mécanique, par L. VEZO. Paris, Dunod, 1926;

Pour le soudeur-braseur. Formules, recettes, tours de main, « trucs », méthodes et procédés du praticien amateur ou professionnel, par A. LEFÈVRE. Paris, Dunod, 1926;

Traité de Physique, par O. D. CHWOLSON. Traduit du russe, par A. CORVISY. Tome supplémentaire : *La physique de 1914 à 1926*, 1^{re} partie. Paris, J. Hermann, 6, rue de la Sorbonne (5^e), 1927;

Recherches sur le sulfate de chaux. Thèse présentée à la Faculté des Sciences de l'Université pour obtenir le grade de docteur ès sciences physiques, le 14 juin 1926, par Louis CHASSEVENT. Paris, Masson et C^{ie}, 120, boulevard Saint-Germain (6^e), 1925. (Don de l'auteur);

Cours de physique industrielle, professé à l'Ecole centrale lyonnaise, par Adrien MÔNDIEZ. Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 55, quai des Grands-Augustins (6^e), 1927;

Dynamique des solides tournants. Phénomènes gyroscopiques. Théorie élémentaire et applications, par A. BOULANGER, avec des notes par Th. GOT. Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 1926;

Union des Sociétés industrielles de France. 6^e Congrès, Nancy, 1, 2 et 3 juin 1926. Nancy, Société d'impressions typographiques, 1926;

Introduction mathématique aux sciences techniques de l'ingénieur, par M. GABEAUD. 3^e édition. (Encyclopédie industrielle et commerciale.) Paris, Librairie de l'Enseignement technique, L. Eyrolles, 3, rue Thénard (5^e), 1926;

Le revêtement des voies publiques de Paris. Conférence faite aux Ingénieurs des Travaux publics de la Ville de Paris, le 12 décembre 1925, par L. BIETTE. (Encyclopédie industrielle et commerciale.) Paris, Librairie de l'Enseignement technique, L. Eyrolles, 1926;

Méthodes de rectification du tracé des courbes de chemin de fer par correction des flèches, par J. CHAPPELLET. (Encyclopédie industrielle et commerciale.) Paris, Librairie de l'Enseignement technique, L. Eyrolles, 1926;

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, 1926. (Don du Syndicat des Producteurs et Distributeurs de gaz et d'électricité du Sud-Est, 49, rue de la Bourse, Lyon);

Contribution à l'étude du graissage. Onctuosité. Influences moléculaires, par Paul WOOG. Paris, Librairie Delagrave, 15, rue Soufflot (5^e), 1926;

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, par A. E. M. BLANC. Tome III; Mécanique générale (Mécanique rationnelle, résistances mécaniques, constructions industrielles). Paris, Desforges, Girardot et C^{ie}, 27 et 29, quai des Grands-Augustins (6^e);

La journée anglaise et ses bienfaits, par Joseph VASSIVIÈRE. (Fédération des industriels et commerçants français, 74, boulevard Haussmann, Paris.) Paris, Librairie Félix Alcan, 108, boulevard Saint-Germain (6^e);

Les expériences monétaires contemporaines, par George-Edgar BONNET. (Collection Armand Colin, Section d'histoire et de sciences économiques, n^o 91.) Paris, Librairie Armand Colin, 1926;

A trichromatic colorimeter suitable for standardisation work, by J. GUILD. (Reprinted from the Transactions of the Optical Society. Vol. XXVII, n^o 2, 1925-26). Cambridge University Press, (Don de l'auteur);

Trade Unions and Trade Unionism, by Sir Geo. H. HUNTER and E. T. GOOD. London, Hutchinson and Co, Paternoster Row; (Don de M. L. A. Legros, membre correspondant de la Société);

The influence of post-war building costs on factory design, by Hal WILLIAMS. (Don de M. L. A. Legros, membre correspondant de la Société.)

M. Gabriel BERTRAND, *vice-président*. — En versant leur cotisation pour 1927, deux de nos membres nous ont remis chacun 40 fr pour nous aider à la publication de notre *Bulletin*; ce sont M. CARRION et M. P. MUNTZ. Pour le même objet, MM. Ch. LORILLEUX ET C^{ie} nous ont versé 300 fr. Nous adressons nos très vifs remerciements à ces généreux donateurs.

M. G. BERTRAND, *vice-président*. — M. Elisée Duhamel est directeur technique de la Compagnie générale des Industries textiles, de Roubaix, autrefois maison Léon Allart et C^{ie}, qui s'est spécialisée dans le peignage des laines. M. Duhamel a imaginé un procédé qui permet de laver les laines brutes dans une quantité d'eau extrêmement faible, tout en consommant très peu de savon et en récupérant le suint contenu dans la laine brute. Je suis heureux de donner la parole à M. Duhamel pour nous exposer son procédé et nous décrire les machines ingénieuses qu'il a construites pour l'appliquer.

M. Elisée DUHAMEL, ancien élève de l'École polytechnique, fait une communication sur *les économies considérables que l'application au savon des théories colloïdales permet de réaliser*.

L'étude des meilleures conditions de lavage de la laine a conduit l'auteur à une meilleure utilisation du savon; ses conclusions, que le savon doit être considéré comme un colloïde, sont applicables à tout lavage: celui de la laine à tous les états; l'enlèvement du grès de la soie; le blanchissage du linge et le nettoyage des étoffes sales.

Le temps n'est pas très loin où l'on expliquait l'action détersive du savon par sa composition chimique et par sa réaction alcaline. On sait aujourd'hui que cette explication est sans valeur.

Les solutions de savon dans l'eau, concentrées ou non, ont toujours une densité très voisine de 1. Elles perdent de leur pouvoir détersif en vieillissant. Cette perte est sensible au bout de 45 minutes; elle est d'autant plus grande et plus rapide que le savon est plus impur. Le savon est en solution à l'état colloïdal ou de dispersion micellaire; il ne fournit donc pas de véritables solutions; la particule solide, ou micelle, contenue dans le liquide a des dimensions de l'ordre du micron; elle est plus petite que celle des suspensions ou émulsions, et beaucoup plus grande que celle des solutions vraies. Elle peut être aperçue à l'ultramicroscope. Les micelles ne traversent pas les membranes et les filtres ordinaires quand elles ont plus de 5 μ .

Les impuretés d'un liquide peuvent coaguler, donc retenir, une quantité considérable de matière et former des particules extrêmement grosses; c'est le cas pour le savon; plus les particules sont grosses, moins le savon est efficace pour le lavage; la diminution de pouvoir détersif est alors énorme et tout à fait hors de proportions avec la quantité d'impuretés. Plus le savon est pur, moins on en consomme pour obtenir un même résultat. Plus la solution est concentrée, plus les particules sont grandes, moins le savon est efficace.

Le pouvoir détersif des savons est dû à leur nature colloïdale; il n'est influencé par leur composition chimique que si celle-ci affecte leur manière d'être comme colloïdes. Un savon de potasse lave mieux à froid qu'un savon de soude; un savon de stéarate convient mieux qu'un savon d'oléate vers 100° et les savons d'oléate sont préférables en solutions diluées.

Les particules d'impuretés que le savon doit enlever du corps à nettoyer sont souvent de dimensions très ténues; elles fixent sur elles le savon, par un phénomène d'adsorption ou de surface. Si on analyse les boues de décantation provenant du lavage des laines brutes, on y trouve jusqu'à 15 p. 100 d'acides gras; si on opère par centrifugation, qui sépare mieux que la décantation, on en trouve jusqu'à 30 p. 100. Le fait est dû à ce que la terre qui souille la laine brute, renferme, si elle est fertile, des particules colloïdales, de l'ordre du micron, qui peuvent fixer le savon; la suintine, matière grasse du suint des moutons, adsorbe aussi le savon. La laine elle-même, dans un bain de savon, fixe aussi par adsorption plus ou moins de savon; la quantité fixée augmente avec le temps.

Il résulte de tout ce qui précède qu'il faut pratiquer le lavage de telle sorte que la laine séjourne le moins longtemps possible dans les solutions de savon, que ces solutions soient aussi diluées et aussi récentes que possible, que les impuretés soient éliminées du bain dès qu'elles ont été séparées des corps dont elles proviennent. La laine très sale, telle qu'elle est sur le dos du mouton, n'a pas besoin d'un bain très fort pour être débarrassée de la majeure partie de ses impuretés. On centrifuge ce bain de temps à autre: les impuretés séparées emportent bien un peu de savon, mais les impuretés fines qui y sont restées rendent de leur savon adsorbé au fur et à mesure que le bain tend à s'affaiblir.

En modifiant les appareils en usage pour le lavage de la laine, en supprimant surtout les bacs à grand volume d'eau, M. Duhamel a réussi à réduire de 80 p. 100 la dépense de savon, ce qui correspond à peu près à une économie de 17 à 18 millions de francs pour la seule région de Roubaix-Tourcoing.

E. L.

M. le colonel P. RENARD. — M. Duhamel a parlé de la possibilité, pour un avion, en jetant 40 kg de sable électrisé négativement sur un nuage de 5 km² de surface d'y faire agglomérer les fines gouttelettes de vapeur qui le constituent pour les faire résoudre et tomber en pluie. Je voudrais savoir s'il s'agit là d'une simple conception théorique ou d'un résultat d'essai pratique.

M. DUHAMEL dit qu'il a cité ce fait d'après l'ouvrage de Kopaczewski; autant qu'il lui en souvient, il s'agit d'un fait expérimental.

M. le colonel RENARD. — Le fait est d'une très grande importance au point de vue pratique, car le grand ennemi des aviateurs c'est la brume qui diminue ou empêche la visibilité; on doit donc prendre en considération tout procédé qui permet de diminuer ou de dissiper la brume.

M. G. BERTRAND. — Je remercie très vivement M. Duhamel de l'intéressante communication qu'il vient de faire. Elle nous prouve qu'en transportant dans le domaine industriel des faits connus au laboratoire, on peut réaliser des progrès considérables. Il est fort probable, comme l'espère M. Duhamel lui-même, que de nouveaux progrès restent encore à faire dans l'utilisation du savon et qu'ils seront réalisés si nous savons obtenir cette collaboration étroite, si souvent citée, du laboratoire et de l'usine.

La séance est levée à 18 h 30 m.

SÉANCE PUBLIQUE DU 22 JANVIER 1927

Présidence de M. SAUVAGE, *président*.

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 8 janvier 1927 est adopté.

Est présenté pour devenir membre de la Société :

M. PINEAU (Louis), (O. ✱), directeur de l'Office national des Combustibles liquides au Ministère du Commerce et de l'Industrie, 37, avenue Duquesne, Paris (7^e), présenté par MM. Bordas et Lindet.

Sont nommés membres de la Société :

MM. Émile RAUBER, Félix TESTOUX et la SOCIÉTÉ ANONYME T. BARROIS, qui ont été présentés dans la dernière séance.

M. SAUVAGE, *président*. — M. QUENELLE, membre de la Société, en versant sa cotisation de 1927, nous a remis en plus, pour nous aider à la publication de notre *Bulletin*, la somme de 40 fr.

De même, M. Gaston MENIER, sénateur, nous a remis 500 fr.

Nous adressons nos très vifs remerciements à ces deux généreux donateurs.

M. SAUVAGE, *président*. — J'ai le regret de vous annoncer la mort de **M. Haton de la Goupillière**, décédé récemment à l'âge de 94 ans. M. Haton de la Goupillière était entré dans notre Conseil en 1869; il a présidé notre Société en 1889, 1890 et 1891, et le Comité des Arts mécaniques pendant de nombreuses années, jusqu'au moment où sa santé, qui fut toujours délicate, l'obligea à passer une partie de l'année à Pau. En 1919, notre Société célébra, dans une réunion intime, le cinquantenaire de l'entrée de M. Haton

de la Goupillière au Conseil de notre Société. A cette occasion, M. Lindet, alors président, rappela les travaux scientifiques et techniques de notre regretté collègue, travaux qui l'avaient appelé à l'Institut depuis longtemps.

Nous adressons nos très vives condoléances à la famille de M. Haton de la Goupillière.

MM. Henri HITIER et Ch. DE FRÉMINVILLE, *secrétaires généraux*, présentent et analysent quelques ouvrages récemment entrés dans notre Bibliothèque.

M. Henri HITIER présente les ouvrages suivants :

Cambodge et Cambodgiens. Métamorphose du Royaume Khmèr par une méthode française de protectorat, par Paul COLLARD. Paris, Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, 17, rue Jacob (6^e), 1925. (Don du Gouvernement général de l'Indochine, Agence économique, 20, rue La Boétie, Paris);

Les bois de l'Indochine, par Henri LECOMTE, avec un appendice sur les caractères généraux de la forêt indochinoise, par H. Guibier. (Gouvernement général de l'Indochine. Publications de l'Agence économique, XIII.) Paris, Agence économique de l'Indochine, 20, rue La Boétie, 1926. (Don du Gouvernement général de l'Indochine. Agence économique);

Les ressources forestières de l'Indochine. Rapport présenté au Congrès forestier international de Grenoble en juillet 1925, organisé par le Touring-Club de France. (Gouvernement général de l'Indochine. Publications de l'Agence économique, XIV). Paris, 1926. (Don du Gouvernement général de l'Indochine. Agence économique);

État de l'industrie séricicole en Annam en 1924-1925. Hanoï, Éditions de l'Éveil économique, 1926. (Don du Gouvernement général de l'Indochine, Agence économique);

Additions de matières pulvérulentes aux liants hydrauliques, par R. FERET. Paris, Revue des matériaux de construction et de travaux publics, 148, boulevard Magenta, 1926. (Don de l'auteur, membre du Conseil);

Routes en Béton, par R. FERET. Rapport présenté au V^e Congrès, Milan, 1926, de l'Association internationale permanente des Congrès de la Route. Paris, 1, avenue d'Iéna. (Don de l'auteur, membre du Conseil);

Recherches faites à l'étranger sur la composition rationnelle des bétons, par R. FERET. (Don de l'auteur, membre du Conseil.)

Les secours les plus efficaces à donner aux asphyxiés, par R. LEGENDRE. (Revue d'hygiène, tome XLVIII, n^o 5, mai 1926.) Paris, Masson et Cie, 120, boulevard Saint-Germain (6^e);

Une évolution nouvelle de l'industrie chimique. Conférence faite le 21 décembre 1926, à la Société des Ingénieurs civils de France, par

M. Raymond BERR. Paris, Revue *L'Industrie chimique*, 8, rue de Miromesnil (8°).

M. Ch. de FRÉMINVILLE présente les ouvrages suivants :

Carte industrielle de l'Alsace. Planche I : Carte générale; Planche II : Principaux centres industriels (1925);

Carte industrielle de la Lorraine. Planche I : Carte générale (1925); Planche II : Principaux centres industriels (1926);

Carte industrielle du Territoire de la Sarre (1925);

Le port de Strasbourg et ses usagers;

Les changes européens et le dollar, 1919-1926. Planche I : Les changes appréciés (par rapport au franc français); Planche II : Les changes dépréciés ou peu appréciés (par rapport au franc français). (Don de la Société de documentation industrielle, 24, rue du 22-Novembre, Strasbourg);

Le graphique Gantt. Instrument de direction, par Wallace CLARK, avec appendices par Walter N. POLAKOV et Frank W. TRABOLD. Traduction en langue française d'après l'édition de « The Ronald Press Company », de New-York, par Thérèse LEROY. Paris, E. Langlois et Cie, 186, rue du Faubourg-Saint-Martin (10°), 1926. (Don de Mlle Thérèse Leroy);

Aide-mémoire-formulaire de l'électricité, de la mécanique et de l'électromécanique, par E. PACORET. Paris, Albert Blanchard, 3, place de la Sorbonne (5°), 1927;

Le centenaire de la Société industrielle de Mulhouse. Mulhouse, Imp. Bader et Cie, 1926. (Don de la Société industrielle de Mulhouse);

Les outils. Leur étude géométrique, par le Colonel COMPAING DE LA TOUR GIRARD. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 55, quai des Grands-Augustins (6°), 1926;

La renaissance industrielle de Reims, par Hippolyte PORTEVIN. (Don de l'auteur, membre de la Société);

Les variations du chômage en Angleterre, par Jacques RUEFF. (Extrait de la Revue politique et parlementaire du 10 décembre 1925.) Paris, 10, rue Auber (9°);

Los procedimientos científicos utilizados practicamente en las fundiciones metalurgicas modernas. Conferencia dada en la Asociacion de Ingenieros industriales de Barcelona, el dia 9 de abril de 1926, por J. M. ESPAÑA. (Extrait de Técnica.) (Don de l'auteur.)

M. SAUVAGE, président. — La SOCIÉTÉ DE MÉCANIQUE DE GENNEVILLIERS, 40, rue du Colisée, Paris (8°), membre de notre Société, a déposé le 10 janvier 1927, un pli cacheté relatif à un *appareil de comparaison pour les opérations de rectification de précision*. Par lettre du même jour, elle a

autorisé la Société d'Encouragement à ouvrir ce pli dans cinq ans, c'est-à-dire à partir du 11 janvier 1932, si la Société de Mécanique de Gennevilliers, à cette date, n'en a pas effectué le retrait ou demandé l'ouverture.

M. SAUVAGE, *président*. — Dans la séance qu'il vient de tenir en comité secret, le Conseil d'administration de la Société d'Encouragement a nommé membres de ce Conseil :

M. MICHEL SCHMIDT et M. Charles SCHNEIDER, qui feront partie du Comité des Constructions et des Beaux-Arts. Conformément aux statuts, ces deux nominations seront soumises à la ratification par la prochaine assemblée générale statutaire.

Dans cette même séance, notre Conseil a nommé membres correspondants français :

M. le colonel d'artillerie en retraite JANVIER, qui fera partie du Comité des Arts économiques;

M. Georges HARDY, directeur de l'École coloniale de Paris, qui fera partie du Comité de Commerce.

M. Jules HIERNAUX, ingénieur, directeur général de l'Université du Travail du Hainaut, membre du Conseil supérieur de l'Enseignement technique en France, fait une communication sur *une université du travail*.

La variété et l'importance des industries exercées dans la province du Hainaut, qui était à peine peuplée avant 1800, y ont amené une très forte population le jour où tout le bassin houiller de Charleroi a été exploité. Cette population, aujourd'hui nombreuse et toujours en voie d'accroissement, est très intelligente et habile à tous les travaux manuels; cependant, jusqu'en ces derniers temps, elle avait manqué d'instruction et surtout d'instruction technique. D'autre part, l'évolution de la grande industrie métallurgique fait qu'aujourd'hui elle ne peut plus vivre dans la province du Hainaut que grâce à la valeur des ouvriers. Il convenait donc d'y développer les industries dans lesquelles on incorpore au produit fabriqué le plus de salaire possible et aussi d'accroître la capacité professionnelle des ouvriers. Telles sont les raisons qui ont conduit les industriels de la province à créer en 1903 les premières écoles professionnelles qui ont été l'embryon de l'actuelle Université du Travail du Hainaut.

Un nombre fixera l'importance des industries exercées dans le Hainaut : les seules équipes d'entretien du matériel et de l'outillage de ces industries comptent 12.000 à 13.000 ouvriers, qui sont tous sinon plus ou moins ajusteurs, en tout cas des ouvriers extrêmement habiles.

A première vue, le mot université peut paraître prétentieux lorsqu'il s'applique à un ensemble d'écoles ou d'ateliers d'apprentissage de degrés divers, où l'on forme depuis des ouvriers et employés qualifiés jusqu'à des ingénieurs très spécialisés; cependant, il est justifié par l'étymologie du mot, qui suppose l'universalité des connaissances enseignées et par la réalisation quasi parfaite qui en a été faite à Charleroi.

Voici quelques-uns des organes d'enseignement de cet ensemble formidable qui, actuellement, ne compte pas moins de 4.500 élèves ou étudiants des deux sexes et près de 300 professeurs, chefs de travaux, assistants, maîtres d'ateliers :

Une école industrielle supérieure et des cours professionnels du soir, créés en 1903 ;

Des cours normaux, créés en 1904 ;

Une école professionnelle de jour, créée en 1909 (elle comprend une section préparatoire qui reçoit des jeunes gens de moins de 14 ans, c'est-à-dire encore astreints par la loi à la fréquentation scolaire, et une section spéciale qui reçoit les jeunes gens de plus de 14 ans) ;

Une école de dessinatrices, qui date de 1917 ;

Une école spéciale de techniciens et une autre de correspondants en langue française, des écoles d'aviation et de T. S. F., créées en 1919 ;

Une école de correspondantes techniques, qui date de 1920 ;

Des cours divers dont quelques-uns ne sont que temporaires et répondent seulement aux besoins du moment ; on y enseigne : les mathématiques supérieures, les arts décoratifs, les langues vivantes, le droit administratif. Tel est le cas aussi d'une école de police et d'une école nationale de chemins de fer.

A ces cours ou écoles sont adjoints : un office industriel ; une bibliothèque et un laboratoire d'essais travaillant pour l'industrie et dont tout le personnel appartient à l'Université, mais aux travaux desquels un ingénieur de l'industriel intéressé peut prendre part ; enfin des collèges administrés par les élèves eux-mêmes comme des popotes d'officiers mais qui seraient pourvues en outre de chambres à coucher.

L'Université du Travail du Hainaut, due à l'initiative des industriels de la province, est toujours dirigée par eux ; ils règlent son organisation et fixent les programmes d'études. Son autonomie administrative et financière lui permet d'être un véritable laboratoire d'apprentissage et d'enseignement technique à tous les degrés, où l'on tente toutes les expériences, où l'on essaye d'appliquer toutes les méthodes qui paraissent devoir donner de bons résultats, mais où l'on ne conserve que les seules institutions qui en ont vraiment donné de bons.

C'est ainsi que : les jeunes gens peuvent être pris à tout âge dès qu'ils sont capables de manier un outil ; l'enseignement primaire peut être poursuivi et complété en même temps que l'apprentissage est commencé ; une sélection est opérée en temps voulu en vue de ne faire poursuivre des études scientifiques et supérieures qu'à ceux qui sont vraiment doués ; l'orientation professionnelle fait l'objet de préoccupations constantes à tous les degrés ; un grand développement est donné à tous les degrés à l'enseignement du français et à la rédaction ; l'obligation pour les correspondants commerciaux ou techniques d'apprendre les langues étrangères a été supprimée ; on a supprimé l'ancienne école d'artisans, c'est-à-dire d'ouvriers qualifiés travaillant en petit nombre dans de petits ateliers avec un petit patron ; la création, à titre d'essai, d'une école de ce genre avait conduit à un échec ; la formation professionnelle n'y était pas meilleure que chez les petits patrons ; l'artisanat est d'ailleurs peu représenté dans la région.

Les ateliers d'apprentissage sont en même temps des ateliers de production, travaillant pour l'industrie ; les futurs employés ne reçoivent qu'en faible proportion (15 p. 100) l'enseignement de la comptabilité industrielle ; les laboratoires peuvent servir à la recherche.

De même, c'est l'expérience qui montra qu'il est nécessaire avant tout, pour un

ouvrier qualifié aussi bien que pour un ingénieur, de savoir s'exprimer avec clarté, verbalement et par écrit, dans sa propre langue, sur les choses qu'il connaît bien; et que l'acquisition des langues étrangères est quelquefois impossible aux meilleurs esprits : leur possession n'est d'ailleurs pas indispensable et elle n'est vraiment utile qu'à un tout petit nombre de correspondants (4 p. 400 seulement).

Le corps enseignant se recrute très aisément, bien que les épreuves d'admission soient très difficiles et éliminent les neuf dixièmes des candidats. Les maîtres d'ateliers, à qui on demande cependant de grandes aptitudes pédagogiques, ne restent pas à l'Université plus de trois années consécutives; ils doivent retourner le plus souvent possible dans l'industrie. En fait, l'expérience a montré que l'industrie reprend volontiers et garde plus volontiers encore la plupart de ceux qui ont déjà six années d'enseignement.

Le Conseil d'administration tient en effet à ce que les techniciens du corps enseignant restent en contact étroit avec l'industrie et soient au courant de ses nouveaux besoins, de ses progrès, des dernières méthodes. C'est pour cela que tous les cours, autographiés par une imprimerie dépendant de l'Université, sont renouvelés tous les deux ans au moins : ils sont la propriété de l'Université.

La faiblesse des redevances scolaires est telle qu'elle équivaut à la gratuité : de plus, des mesures sont prises pour que les dépenses correspondant aux besoins matériels soient réduites au strict minimum.

Le Hainaut, depuis près d'un siècle, a été une pépinière de bons ouvriers, les meilleurs de toute la Belgique, de contremaîtres et d'ingénieurs, où toute la Belgique, et souvent aussi l'étranger, ont constamment puisé pour former leurs meilleurs cadres techniques ou les cadres d'une industrie nouvelle. Aujourd'hui l'Université du Travail continue la tradition; la seule différence c'est que maintenant la formation professionnelle est méthodique et, par conséquent rapide et relativement peu coûteuse.

E. L.

M. JOSSIER demande comment sont couvertes les dépenses et quel est le traitement des maîtres d'ateliers.

M. HIERNAUX dit que les recettes sont fournies en majeure partie par des taxes provinciales sur les chaudières, les bicyclettes, les moteurs. Le budget annuel est de 2.230.000 fr, non compris 150.000 fr de recettes diverses (travaux pour l'industrie, ventes diverses). La subvention de l'État représente 22 p. 400 du budget; les industriels font fréquemment des dons à l'Université. Les maîtres d'ateliers débutent à 8.500 fr et reçoivent en plus une indemnité variable avec la cherté de la vie, conformément à un barème qui fixe actuellement cette indemnité à 4.500 fr pour les maîtres qui débutent. Le barème prévoit un traitement maximum, non compris l'indemnité précipitée, de 15.000 fr après 26 années de service.

M. ANDROUIN attire l'attention des auditeurs sur ce que les apprentis de l'Université produisent réellement. C'est là une méthode excellente qui devrait être adoptée partout, car la production des apprentis est insignifiante et ne

fait aucune concurrence aux industriels. M. Androuin demande comment sont formés les maîtres d'ateliers qui, généralement, ne possèdent pas les qualités pédagogiques nécessaires.

M. HIERNAUX. — Étant donnée la difficulté de trouver de bons maîtres d'ateliers en nombre suffisant, on s'est préoccupé dernièrement d'en former en prenant parmi d'anciens élèves ceux qui ont déjà passé cinq années en usine; ils sont d'abord moniteurs, puis, au bout de deux ans, ils seront assistants. On ne sait encore ce que donnera ce recrutement, dont on vient seulement de commencer l'essai.

M. ANDROUIN félicite néanmoins M. Hiernaux car, dit-il, si la méthode n'est peut-être pas très sûre, elle a le mérite d'exister et c'est la seule qui existe à sa connaissance.

M. HIERNAUX dit que pour faire un bon maître d'atelier il faut une longue pratique de l'usine et avoir été témoin de nombreux accidents de fabrication; cinq années de présence à l'usine ont donc semblé être un minimum indispensable.

M. ARNOULD demande quel accueil les ouvriers font à tous ces organismes d'enseignement qui produisent. Le fait est important, car avant 1914, par exemple, les ouvriers du livre de Paris faisaient une vive opposition à l'École Estienne qu'ils accusaient de faire une concurrence presque déloyale — à cause de l'aide financière de l'État — à l'industrie privée.

M. HIERNAUX répond que l'expérience a montré aux ouvriers qu'ils n'ont rien à redouter de l'Université du Travail : elle leur procure, en effet, presque gratuitement les moyens de gagner de hauts salaires ou d'occuper des postes élevés; d'ailleurs, les institutions d'apprentissage et d'enseignement technique se sont développées successivement et les bons résultats donnés par les premières ont inspiré confiance dans les résultats attendus des nouvelles que l'on créait ensuite. Il répète que, d'ailleurs, la population du Hainaut est très intelligente.

M. MASSON demande comment est composé le Conseil d'administration de l'Université.

M. HIERNAUX répond qu'il n'y entre guère que des techniciens ou des industriels représentant toutes les spécialités de la province. Ils sont nommés par le Conseil provincial. La durée des fonctions est de six ans et le mandat est renouvelable. On n'a jamais dû prononcer qu'une seule radiation, celle d'un membre qui, pendant les six années de son mandat, n'avait pas assisté

une seule fois aux réunions. En général, les membres du Conseil s'intéressent vivement à l'œuvre de l'Université et s'efforcent de la faire progresser. Le Conseil ne compte qu'un seul représentant à caractère politique et encore est-ce plutôt un fonctionnaire, une sorte de préfet. La politique n'intervenant jamais et le Conseil étant composé de techniciens compétents et animés de bonnes intentions, l'Université ne peut que prospérer. Tout ce qui paraît raisonnable est tenté, mais rejeté impitoyablement si l'expérience n'a pas donné de bons résultats.

M. LEMAIRE dit que M. Hiernaux a oublié de parler de l'excellent accueil que l'Université fait à des techniciens, savants ou professeurs français.

M. HIERNAUX dit qu'en effet, chaque année, l'Université organise un cycle de conférences sur des sujets d'actualité qui sont données par des Français. C'est ainsi qu'y sont allés M. Charles Berthelot et M. Léon Guillet.

M. SAUVAGE, *président* — Je remercie M. Hiernaux de sa très intéressante communication. Il nous a fait connaître en détail un magnifique organisme dont, pour la plupart, nous ignorions l'excellente organisation et le bon fonctionnement. Nous serions très heureux d'insérer dans notre *Bulletin* le texte qu'il voudra bien nous remettre sur cette importante question, car la Société d'Encouragement s'est toujours vivement préoccupée de tout ce qui touche les apprentis et l'apprentissage.

La séance est levée à 18 h. 50 m.

COMITÉ DES CONSTRUCTIONS ET DES BEAUX-ARTS

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 15 FÉVRIER 1927

**Les vitraux d'art moderne de l'église de Beine (Marne)
d'après les cartons de M. Henry Marcel Magne**

par

M. HENRY D'ALLEMAGNE,
membre du Conseil.

A l'occasion de l'exposition des beaux vitraux de M. Henry Marcel Magne, je voudrais qu'il me fût permis de revenir encore sur la grave question de l'utilité et de l'influence de l'art moderne sur l'industrie française.

On a beaucoup trop médité de l'art moderne et certains esprits chagrins n'y ont voulu voir que la déformation du goût, que la production saugrenue d'une imagination en délire. En regardant les choses de plus près, on voit cependant qu'il n'en est rien. L'art moderne, surtout pour les accessoires de la construction, est aussi indispensable pour l'industrie du bâtiment que la mode vis-à-vis de l'art du couturier ou du fabricant de tissus. Que deviendrait, en effet, l'industrie d'un pays où la façon de se vêtir serait immuable dans ses formes, dans ses couleurs et dans ses matières premières, analogue, en un mot aux vêtements des moines ou des religieuses? Pourrait-on concevoir, en effet, une société où le vêtement pourrait être transmis directement de la grand'mère à la petite fille sans risquer d'être ridicule?

L'art moderne a sa nécessité, car il évolue et il évolue beaucoup plus rapidement qu'on ne serait tenté de le croire. En peinture, en sculpture et dans les arts mineurs, comme ceux de l'ameublement ou de la parure, l'art actuel est tout à fait différent de ce qu'il était il y a quelque trente ans, époque à laquelle on a commencé à parler de modernisme. La meilleure preuve en est que, dans une de nos dernières expositions, les organisateurs avaient bravement installé une section rétrospective montrant l'évolution de l'art moderne entre les années 1900 et 1925.

Le public a soif de tout ce qui est nouveau et inédit. Une démonstration péremptoire nous en fut fournie par cette belle Exposition des Arts décoratifs et industriels modernes de 1925, à laquelle M. Magne a pris une part si active et si profondément personnelle, tant comme organisateur que comme producteur.

Nous avons tous présente à la mémoire la règle qui fut alors imposée à tous les exposants, à savoir, que tout, dans cette exhibition, devait être le résultat d'une création moderne et qu'aucune copie de style ancien ne pouvait y trouver place. Certes, il y eut dans cette grande manifestation des éléments où la critique pouvait aisément exercer ses droits: on a pu tourner en ridicule les arbres en ciment armé, les jardins dans lesquels les plates-bandes, au lieu d'être posées sur le sol, avaient adopté la situation de la perpendiculaire; mais ce sont précisément toutes ces extravagances qui forcent l'attention du public. Ce dernier vient là pour critiquer et, peu à peu, il est empoigné par tout ce qu'il y a de beau, de véritablement grand dans la production moderne.

126^e Année. — Février 1927.

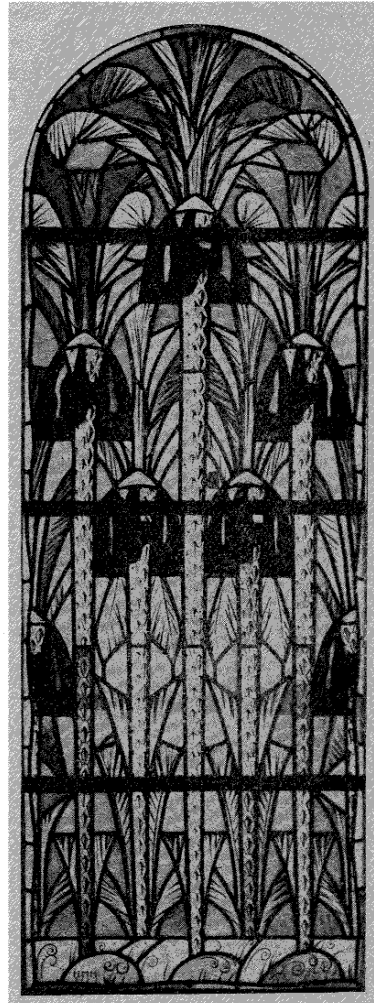


Fig. 1. — Église de Beine (Marne) :
Vitrail à décor floral (composition
de M. MARCEL MAGNE).

Nous avons dit en tête de cet exposé : Mieux vaut créer que copier, car copier c'est voler. Cette dernière phrase est même de notre part un léger plagiat, mais nous espérons que celui qui l'a lancée dans le public ne nous en tiendra pas rigueur, car cette déclaration de principe répond à une vérité absolue. Il est, en effet, absolument impossible de faire à une autre époque une réplique rigoureusement exacte du style du siècle passé. Tous ceux qui veulent faire du Louis XV, du Louis XVI, ou même, si nous remontons plus haut, de la Renaissance ou de l'art gothique, ne font jamais qu'une composition dans laquelle il est toujours loisible de reconnaître une époque : c'est comme quelqu'un qui chercherait à déguiser son écriture. A bien étudier son graphisme, on finit toujours par reconnaître la personnalité de la main qui l'a tracé.

Il est difficile, pour ne pas dire impossible, d'attribuer un style certain à une époque car ce style est l'œuvre de tel ou tel dessinateur qui lui a imprimé son cachet particulier. Le Louis XVI composé par Forty n'a, pour un œil exercé, aucun rapport avec celui de De La Londe. Les compositions de Lepautre ont un cachet tout particulier et, à comparer ses œuvres avec celles de Bérain ou de Du Cerceau, on ne croirait jamais qu'elles sont contemporaines.

Mais je m'excuse d'élargir d'une manière peut-être démesurée le débat et j'ai voulu simplement réhabiliter l'emploi de l'art moderne dans les édifices anciens.

M. Magne, dans ses belles compositions, est parti de ce principe, qui est extrêmement juste, c'est que dans le complément de décoration d'un édifice, il est bon qu'il reste des traces de l'art représentant l'époque à laquelle a été faite ladite addition.

Les vitraux de l'église de Beine rappelleront aux générations futures l'uniforme des poilus de la grande guerre, le casque et le passe-montagne des aviateurs et, dans deux ou trois siècles, ils ne se trouveront pas plus déplacés que ne le sont dans la cathédrale de Chartres les merveilleuses sculptures du xvi^e siècle qui entourent le chœur du côté des bas-côtés.

L'église de Beine, pour laquelle ont été faites ces belles verrières, est un monument historique de la fin du xvii^e siècle, qui avait eu cruellement à souffrir des obus français ou allemands au cours de la dernière guerre. Tous les vitraux de l'édifice, qui d'ailleurs n'étaient pas anciens, s'étaient trouvés de ce fait anéantis. Une souscription américaine, dont l'origine est la commémoration de la mort des deux premiers aviateurs tués à Beine, Jacques Decaze et François Lefebvre, a permis de réaliser l'ensemble décoratif des 34 verrières exposées par M. Magne dans la galerie de MM. Schmit et C^{ie}, où un ingénieux éclairage, artificiel, organisé par M. Reinhardt, donnait aux visiteurs l'impression du soleil se jouant à travers les verres diversement colorés.

M. Magne n'a pas manqué de retracer dans ses vitraux les traits des aviateurs dont cette peinture sur verre devait commémorer le souvenir et on doit reconnaître sans peine que ces héros modernes s'harmonisent fort bien avec la représentation des saints personnages qui forment les sujets principaux des vitraux.

Le morceau capital est placé dans le chœur, où l'on aperçoit, au centre, la Trinité dans laquelle le Christ est représenté sous les traits du bon Pasteur (fig. 2); à droite et à gauche on remarque Jacques Decaze et François Lefebvre (fig. 3) assistés de leur patron, saint Jacques le Majeur et saint François d'Assise. En retour, l'artiste a peint saint Joseph, patron d'un autre aviateur mort pour la France, et saint

Jean-Baptiste dans le désert. Au-dessus est le corps et le sang de N.-S. Jésus-Christ.
 Dans le transept nord, les vitraux de la chapelle de la Vierge figurent l'Assomp-



Fig. 2. — Église de Beine (Marne) : Le bon Pasteur, vitrail placé au fond du chœur (composition de M. MARCEL MAGNE).



Fig. 3. — Église de Beine (Marne) : saint François d'Assise soutenant l'aviateur François Lefebvre tué à Beine (composition de M. MARCEL MAGNE).

tion, les lis et les roses. Ces derniers décors floraux sont traités d'une façon quelque peu schématique, mais d'un puissant effet décoratif.

Dans le transept sud se trouve la chapelle de saint Laurent, patron de l'église, avec le martyre du saint et des palmes.

Dans le bas-côté du nord, on voit la vie de la Vierge et au-dessus des fonts baptismaux le baptême du Christ.

Dans le bas-côté sud est la vie de saint Laurent dont on a aperçu le martyre dans la chapelle qui porte son nom.

Au dessus de la porte d'entrée a été peinte la figure de sainte Jeanne d'Arc.

Les verrières hautes de la nef et du transept, traitées en grisaille, portent dans des médaillons les couleurs des pays alliés.

Comme nous l'avons dit au début de cet exposé, les cartons de ces beaux vitraux sont dus à M. Henri Marcel Magne et les verrières ont été exécutées dans les ateliers de la maison Léglise sous la direction de M. Haubold, architecte en chef des Monuments historiques.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

SUR LES CHARGEURS MÉCANIQUES DE FOYERS DE LOCOMOTIVES.

Les études sur les chargeurs mécaniques pour locomotives, publiées dans le *Bulletin* de la Société d'Encouragement (janvier 1925, p. 53 à 88) ne mentionnent pas un travail de M. A. SCHUBERT sur le même sujet, qui a paru dans le *Bulletin* de juillet 1914, p. 88.

On se reportera utilement à ce travail, qui fait connaître quel était l'emploi de ces appareils à cette date, et rapporte diverses observations intéressantes.

E. S.

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE EN JANVIER 1927.

PACORET (E.). — **Aide-mémoire formulaire de l'électricité, de la mécanique et de l'électro-mécanique.** In-8 (20 × 13) de vi + 1 514 p., 720 fig. Paris, Albert Blanchard, 1927. **17228**

COLLARD (PAUL). — **Cambodge et Cambodgiens.** Métamorphose du Royaume Khmêr par une méthode française de protectorat. In-8 (26 × 20) de xiv + 312 p., fig., XLVI planches. Paris, Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, 1925. (*Don du Gouvernement général de l'Indochine (Agence économique)*, 20, rue La Boétie, Paris). **17229**

Le centenaire de la Société industrielle de Mulhouse, 5 juin 1926. In-8 (25 × 17) de 151 p., fig., VI pl. Mulhouse, Imp. Bader et C^{ie}, 1926. (*Don de la Société industrielle de Mulhouse*). **17230**

LECOMTE (HENRI). — **Les bois de l'Indochine**, avec un appendice sur les caractères généraux de la forêt indochinoise, par H. GUIBIER. (Gouvernement général de l'Indochine. Publications de l'Agence économique, XIII planches. In-4 (32 × 25) de iv + 311 p., XVI pl. **Index bibliographique**, p. 293-298; avec un Atlas de LXVIII. Paris, Agence économique de l'Indochine, 20, rue La Boétie, 1926. (*Don du Gouvernement général de l'Indochine, Agence économique*). **17230-1**

FÉRET (R.). — **Additions de matières pulvérulentes aux liants hydrauliques.** (Extrait de la *Revue des matériaux de construction et de travaux publics*, du n° 177, juin 1924, au n° 204, septembre 1926). In-4 (31 × 24) de 131 p., 117 fig. Liste des publications de l'auteur, p. 132-136. Paris, Revue des matériaux de construction, 148, boulevard Magenta, 1926 (*Don de l'auteur, membre du Conseil*). **17233**

COMPAING DE LA TOUR GIRARD (Colonel). — **Les outils.** Leur étude géométrique. In-8 (24 × 15) de vi + 128 p., 40 fig. Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 1926. **17234**

CLARK (WALLACE). — **Le graphique Gantt.** Instrument de direction, avec appendices par WALTER N. POLAKOV et FRANK W. TRABOLD. Traduction en langue française d'après l'édition de « The Ronald Press Company » de New-York, par THÉRÈSE LEROY. In-8 (21 × 14) de xvi + 157 p., 43 fig. Paris, E. Langlois et C^{ie}, 1926. (*Don de Mademoiselle Thérèse Leroy*). **17235**

CARLIZOZ (J.). — **Le gouvernement des entreprises commerciales et industrielles.** Leçons professées à l'École des Hautes Études Commerciales. 2^e édition. In-8 (25 × 16) de vi + 383 p., 46 fig. Paris, Dunod, 1927. **17236**

FABART (A.-E.). — **Manuel du fondeur.** (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de 416 p., 124 fig. Paris, J.-B. Baillièrre et fils, 1926. **17237**

BERTRAND DE FONTVIOLANT. — **Résistance des matériaux analytique et graphique. II : Systèmes en treillis. Arcs isostatiques et hyperstatiques. Portiques à une travée et portiques continus.** (*Encyclopédie du génie civil et des travaux publics*). In-8 (23 × 15) de viii + 728 p., 201 fig., Paris, J.-B. Baillièrre et fils, 1927. **17238**

*.

Don de la Société de Documentation industrielle, 24, rue du 22-Novembre, Strasbourg.
Carte industrielle de l'Alsace (105 × 75 cm). Planche I : *Carte générale* (1925);
Planche II : *Principaux centres industriels* (1925). **Pièces 13153-4**

- Carte industrielle de la Lorraine** (105 × 75 cm). Planche I : *Carte générale* (1925); Planche II : *Principaux centres industriels* (1926). **Pièces 13155-6**
- Carte industrielle du Territoire de la Sarre** (1925) (105 × 73 cm). **Pièce 13157**
- Le port de Strasbourg et ses usagers** (105 × 73 cm). **Pièce 13158**
- Les changes européens et le dollar, 1919-1926** (95 × 75 cm). Planche I : *Les changes appréciés* (par rapport au franc français); Planche II : *Les changes dépréciés ou peu appréciés* (par rapport au franc français). **Pièces 13159-13160**

* *

LEGENDRE (R.). — **Les secours les plus efficaces à donner aux asphyxiés.** (*Revue d'hygiène*, tome XLVIII, n° 3, mai 1926. In-8 (23 × 14), p. 383-419, 15 fig. Paris, Masson et C^{ie}.) **Pièce 13161**

PORTEVIN (HIPPOLYTE). — **La renaissance industrielle de Reims.** In-8 (24 × 15) de 15 p. (*Don de l'auteur, membre de la Société*). **Pièce 13162**

RUEFF (JACQUES). — **Les variations du chômage en Angleterre.** (Extrait de la *Revue politique et parlementaire* du 10 décembre 1925). In-8 (23 × 15) de 12 p. Paris, 10, rue Aubert (9^e). **Pièce 13163**

ESPAÑA (J.-M.). — **Los procedimientos científicos utilizados practicamente en las fundiciones metalurgicas modernas.** Conferencia dada en la Asociacion de Ingenieros industriales de Barcelona, el dia 9 de abril de 1926. (Extrait de *Tecnica*). In-4 (30 × 21) de 12 p., fig. (*Don de l'auteur*). **Pièce 13164**

LE PICARD (FERNAND). — **Vers la bonne monnaie.** Faut-il stabiliser à trois sous? Non; mais revaloriser d'abord. In-4 (27 × 18) de 20 p. Rouen, Imp. A. Desvages, 1926. **Pièce 13165**

BERR (RAYMOND). — **Une évolution nouvelle de l'industrie chimique.** Conférence faite le 21 décembre 1926 à la Société des Ingénieurs civils de France. In-4 (31 × 24) de 14 p. Paris, *Revue de l'Industrie chimique*, 8, rue de Miromesnil (8^e), 1926. **Pièce 13166**

Les ressources forestières de l'Indochine. Rapport présenté au Congrès forestier international de Grenoble en juillet 1925, organisé par le Touring-Club de France. (Gouvernement général de l'Indochine. Publications de l'Agence économique, XIV). In-4 (27 × 21) de 12 p., 1 pl. Paris, Agence économique, 20, rue La Boétie, 1926. (*Don du Gouvernement général de l'Indochine, Agence économique*). **Pièce 13167**

État de l'industrie séricicole en Annam en 1924-1925. In-12 (18 × 12) de 19 p., 2 fig., 1 carte. Hanoi, éditions de « L'Éveil économique », 1926. (*Don du Gouvernement général de l'Indochine, Agence économique*). **Pièce 13168**

FERET (R.). — **Routes en béton.** Rapport présenté au V^e Congrès, Milan, 1926, de l'Association internationale permanente des Congrès de la Route. In-8 (24 × 15) de 11 p. Paris, 1, avenue d'Iéna. (*Don de l'auteur, membre du Conseil*). **Pièce 13169**

FERET (R.). — **Recherches faites à l'étranger sur la composition rationnelle des bétons.** In-8 (24 × 16) p. 196-205. (*Don de l'auteur, membre du Conseil*). **Pièce 13170**

RAZOUS (PAUL). — **Les moyens préventifs contre le nombre et la gravité des accidents dans les exploitations agricoles, viticoles et forestières.** In-8 (25 × 16) de 38 p., 18 fig. Paris, Imp. des Assureurs, 25, rue Henri-Monnier, 1926. (*Don de l'auteur, membre de la Société*). **Pièce 13171**

GREBEL (A.). — **Le stade actuel des problèmes du moteur d'automobile et des carburants de remplacement.** (Extrait du *Génie civil* des 4, 11 et 18 décembre 1926). In-8 (24 × 16) de 36 p. Paris, Publications du journal « Le Génie civil », 6, rue de la Chaussée-d'Antin. (*Don de l'auteur*). **Pièce 13172**

..

- Annuaire Chaix. Les principales sociétés par actions.** 36^e année, 1927. Paris, Imprimerie et Librairie Chaix, 1927. **Pér. 90**
- SOCIÉTÉ D'ÉCONOMIE POLITIQUE. — Bulletin.** Année 1926. Paris, 108, boulevard Saint-Germain (6^e). **Pér. 55**
- INSTITUTION OF AERONAUTICAL ENGINEERS. — Minutes of Proceedings,** n° 20; *The development of civil marine aircraft*, by O. E. SIMMONDS, p. 7-37, fig. — *The modern theory of aerofoils and its application to aeroplane design*, by Captain W. H. SAYERS, p. 38-64, fig. London, S. W. 1, 34, Broadway, Westminster. **Pér. 503**
- ROYAL INSTITUTION OF GREAT BRITAIN. — Proceedings.** Vol. XXV, part. I, 1925-1926. London, W. 1, Albemarle Street. **Pér. 258**
- ROYAL SOCIETY OF NEW SOUTH WALES. — Journal and Proceedings.** Vol. LIX, 1925. Sydney, 5, Elizabeth Street. **Pér. 29**
- NEW YORK STATE DEPARTMENT OF LABOR. — Annual Report of the Industrial Commissioner, 1926.** Albany, 1926. **Pér. 128**
- BUREAU OF STANDARDS (Washington). — Scientific Papers.** Vol. XXI (1926), n°s 529 : *A review of the literature relating to the normal densities of gases*, by M. C. BLANCHARD, S. F. PICKERING, p. 141-177. — 530 : *Establishment of radio standards of frequency by the use of a harmonic amplifier*, by C. B. JOLLIFFE, G. HAZEN, p. 179-189, 4 fig. — 531 : *A principle governing the distribution of current in systems of linear conductors*, by F. WENNER, p. 191-208, 7 fig. — 535 : *A fundamental basis for measurements of length*, by H. W. BEARCE, p. 395-408. **Pér. 61**
- BUREAU OF STANDARDS (Washington). — Technologic Papers.** Vol. XX (1926), n°s 320 : *A fabric tension meter for use on aircraft*, by L. B. TUCKERMAN, G. H. KEULEGAN, H. N. EATON, p. 581-596, 6 fig. — 322 : *Effect of dry cleaning on silks*, by M. H. GOLDMAN, C. C. HUBBARD, C. W. SCHOFFSTALL, p. 605-634, 17 fig. **Pér. 61**
- BUREAU OF STANDARDS (Washington). — Handbook series,** n°s 8 : *Safety rules for operation of electrical equipment and lines*, 63 p. (1926). — 9 : *Safety rules for radio installations*, 24 p. (1926). **Pér. 61**
- UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE. — BUREAU OF STANDARDS. — Simplified practice recommendation,** n°s 39 : *Dining-car chinaware*, 9 p. (1925). — 48 : *Shovels, spades and scoops*, 11 p. (1926). — 50 : *Bank, checks, notes, drafts and similar instruments*, 9 p. (1926), Washington. **Pér. 61**

L'agent général, gérant,
E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

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

M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE,

président honoraire de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale (1).

Notre société vient de perdre l'un de ses membres les plus éminents, dont le souvenir était toujours resté présent au milieu de nous, comme celui d'un génie tutélaire, malgré la longue et lointaine retraite où depuis longtemps déjà s'était confinée sa belle vieillesse : M. Haton de la Goupillière, notre ancien et vénéré président, s'est éteint doucement à Pau, dans sa 94^e année, le 7 janvier 1927. Il avait été nommé membre du Comité des Arts mécaniques de notre société le 9 juillet 1869, et le cinquantenaire de son entrée dans notre Conseil a fait l'objet d'une émouvante cérémonie commémorative, célébrée par notre société le 9 juillet 1919, avec le patronage de M. Tisserand, et sous la présidence de M. Lindet. Au cours de cette fête, M. Lindet a retracé de façon magistrale la magnifique carrière de M. Haton de la Goupillière dans les domaines scientifiques et techniques si variés, où sa pénétrante intelligence et sa merveilleuse lucidité d'esprit ont fait éclore de si riches moissons. L'allocution prononcée à ce moment par M. le président Lindet a décrit de façon parfaite les immenses services rendus à notre société par M. Haton de la Goupillière, d'abord comme membre du Comité des Arts mécaniques, de 1869 à 1889, puis comme président de 1889 à 1892, et nous ne pouvons que renvoyer à cet égard nos lecteurs à ce très bel exposé (2). Notre Conseil a cru devoir le compléter par la publication des discours prononcés à ses obsèques par les représentants de l'Académie des Sciences, de l'École supérieure des Mines de Paris et du Corps national des Mines, discours dont l'ensemble forme une peinture complète des trois aspects sous lesquels s'est montré hors de pair le noble et grand Français que nous pleurons aujourd'hui : mathématicien éminent, fonctionnaire admirable, incomparable professeur.

G. C.

(1) Les obsèques ont eu lieu à Paris, en l'Église Saint-Sulpice, le 13 janvier 1927.

(2) *Bulletin de la Société d'Encouragement*, de juillet-août 1919, p. 3.

I. — DISCOURS DE M. M. D'OCAGNE,
Inspecteur général des Ponts et Chaussées, membre de l'Institut,

AU NOM DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

C'est avec une douloureuse émotion que l'Académie des Sciences a reçu la nouvelle du décès de son vénéré doyen, — doyen, tout à la fois, d'âge et d'élection, car M. Haton de la Goupillière, qui vient de disparaître dans sa quatre-vingt-quatorzième année, appartenait à l'Académie depuis tout près de quarante-trois ans.

A partir du moment où il y fut admis, on le vit, pendant une longue période, en suivre les séances avec une parfaite assiduité; mais à dater du jour où, croyant venue pour lui l'heure du repos, il fixa loin de Paris sa principale résidence, ses confrères eurent le vif regret de ne plus l'y voir que de loin, à l'époque des beaux jours. En ces dernières années, même, l'état de sa santé ne lui permettant plus les longs déplacements, il cessa malheureusement tout à fait de venir occuper sa place parmi eux.

En même temps que de l'Académie des Sciences, M. Haton de la Goupillière, unique survivant des promotions antérieures au second Empire, était, en ses derniers jours, le doyen des polytechniciens. Particularité curieuse, il avait, par contre, à ses débuts, été le plus jeune d'entre eux, étant entré, en 1850, à l'École, à l'extrême limite d'âge inférieure. D'avoir été ainsi, à l'aurore et au crépuscule de sa carrière, le plus jeune et le plus vieux de tous les polytechniciens vivants, c'est sans doute un exemple unique.

Né à Bourges, le 28 juillet 1833, M. Haton de la Goupillière était le fils d'un président à la Cour d'Appel de Paris et de la fille du général baron Petit, celui-là même que, devant le front de ses grenadiers en larmes, Napoléon avait embrassé pour eux tous au moment des adieux de Fontainebleau; souvenir sacré, qui était profondément enraciné au cœur de M. Haton de la Goupillière, et que perpétuait à son foyer le drapeau du 1^{er} régiment des grenadiers de la Garde, glorieuse relique légitimement restée en la possession du général Petit ⁽³⁾.

Sorti de l'École polytechnique en 1852, le second de sa promotion, dans le Corps des Mines, il devait y accomplir une carrière des plus brillantes, parvenant aux deux situations les plus élevées du corps, celle de directeur de l'École et celle de vice-président du Conseil général des Mines (dont la présidence appartient au ministre des Travaux publics).

Mais, bien que les travaux très distingués de science appliquée entrepris par M. Haton de la Goupillière, à l'occasion de ses fonctions dans le Corps

(3) Ce drapeau a été légué par M. Haton de la Goupillière au Musée de l'Armée.

des Mines, n'aient pas été étrangers, et loin de là, à son élection à l'Académie des Sciences, ce n'est pas au délégué de cette Académie qu'il appartient de les rappeler ici, alors qu'un représentant qualifié du Corps des Mines doit assumer ce soin.

Mais, tout en poursuivant ces études du plus haut intérêt, M. Haton de la Goupillière, qui avait, comme il n'est pas rare chez les polytechniciens, conservé un goût très vif pour la recherche mathématique, n'a jamais cessé de s'y livrer avec un plein succès en des domaines confinant principalement à la mécanique rationnelle et à la géométrie. Ses travaux sur les développées et développoides successives des courbes planes, sur les méthodes de transformation en géométrie et en physique mathématique, sur la géométrie des masses, etc., ont obtenu les suffrages des meilleurs juges, de Joseph Bertrand, en particulier, qui les regardait comme propres à fournir à l'étudiant l'occasion de s'initier aux « méthodes les plus délicates et les plus élevées » de la science de cette époque.

Au surplus, les qualités dont il fit preuve dans ses travaux désignèrent M. Haton de la Goupillière, pour remplir successivement à l'École polytechnique les fonctions de répétiteur de mécanique (de 1855 à 1862) et celles d'examineur d'admission (de 1861 à 1879). Des unes et des autres il s'acquitta avec une distinction dont le souvenir n'est pas perdu.

Toutefois, cet attrait persistant qu'exerçait sur le savant ingénieur la théorie pure ne faisait pas tort chez lui à un goût décidé pour les applications. Barré de Saint-Venant le félicitait de posséder « un esprit juste qui savait s'appliquer à des résultats utiles ». C'est cette heureuse tendance qui l'a conduit aux recherches approfondies qu'on lui doit sur la théorie générale des mécanismes, envisagés tant sous le rapport dynamique que sous le rapport cinématique, et qui resteront comme une des parties principales de son œuvre.

Confiné en sa lointaine retraite, M. Haton de la Goupillière n'a jamais cessé de s'intéresser au mouvement scientifique. Je puis en témoigner personnellement, étant allé, il y a un peu plus de trois ans, lors d'un passage par Pau, saluer notre vénéré confrère, et m'étant émerveillé de constater à quel point ce vieillard de quatre-vingt-dix ans avait conservé sa souplesse d'esprit et une curiosité toujours éveillée sur les dernières nouveautés de la science, y compris celles qui, en provoquant les discussions de principes les plus délicates, sont venues remettre en question les fondements mêmes de la mécanique classique. Et, de plus, j'avais retrouvé chez cet éminent confrère le même souriant accueil que par le passé, la même inaltérable bienveillance, la même parfaite courtoisie que l'on sentait chez lui si véritablement innée, et qui ne cesseront de marquer sa personnalité dans le souvenir de tous ceux qui l'auront connu.

Au déclin de sa longue existence, M. Haton de la Goupillière a puisé le plus grand réconfort dans la foi chrétienne qui avait été naguère son soutien au milieu des cruelles épreuves dont, hélas, sa vie a été endeuillée à plusieurs reprises. Puisse cette même foi aider ceux qu'il laisse après lui à surmonter la profonde douleur où les plonge sa disparition ! Qu'ils veuillent bien aussi accueillir l'hommage des condoléances dont l'Académie des Sciences m'a donné mission de leur apporter ici la respectueuse et sincère expression.

II. — DISCOURS DE M. CHESNEAU,

Inspecteur général des Mines, directeur de l'École nationale supérieure des Mines de Paris,

AU NOM DE L'ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DES MINES DE PARIS.

MESSIEURS,

Au nom de l'École nationale supérieure des Mines de Paris, je viens apporter un suprême témoignage d'affectueux respect à celui que nous tous, ses anciens élèves et ses collègues, considérons comme le génie tutélaire de notre école.

On vous a décrit, en termes éloquents, la magnifique carrière du grand mathématicien qu'a été M. Haton de la Goupillière : qu'il me soit permis, avant de lui adresser un dernier adieu, d'évoquer devant vous les immenses services qu'a rendus à notre École et à l'industrie minière le grand ingénieur, le professeur incomparable et l'éminent directeur que fut ce noble et grand Français, inlassablement dévoué aux intérêts de son pays.

Entré comme élève-ingénieur à l'École des Mines en 1852, Haton ne l'a quittée — bien à contre-cœur — que dans les deux dernières années de sa belle et longue carrière, pour prendre la présidence du Conseil général des Mines, à laquelle l'avait appelé en 1901 le ministre des Travaux publics : c'est donc pendant quarante-neuf ans que, sans aucune interruption, avec le seul souci désintéressé de l'enseignement et de la science, Haton a consacré la plus grande partie de son activité à l'École des Mines.

Toujours le premier de sa promotion durant ses trois années d'école comme élève-ingénieur, il avait tellement frappé ses professeurs par la clarté lumineuse de ses exposés et sa remarquable aptitude à rendre accessibles dans tous les domaines les questions les plus difficiles, que, dès sa sortie de l'École en 1853, il était chargé, aux cours préparatoires de l'École des Mines, de la chaire de chimie générale et des leçons de physique, qu'il échangeait bientôt contre un cours, correspondant mieux à ses goûts personnels, celui de mécanique et analyse, qu'il a gardé jusqu'en 1873 ; entre temps, il était en outre chargé, de 1857 à 1861, des cours de topographie et de lever de plans.

Dans ces divers enseignements, de natures pourtant fort différentes, Haton s'était montré d'une telle supériorité que, en 1872, le titulaire du cours d'exploitation des mines et de machines, l'illustre ingénieur des mines Callon, ayant dû être suppléé à titre provisoire, le Conseil de l'École n'hésita pas à porter à l'unanimité son choix sur Haton, bien que celui-ci eût pour concurrents plusieurs ingénieurs déjà rompus à la pratique du métier si complexe des mines; trois ans après, le Conseil confirmait définitivement son choix en le désignant encore à l'unanimité comme successeur de Callon, qu'une mort soudaine venait de frapper. En agissant ainsi, le Conseil de l'École affirmait sa certitude que le jeune professeur, dont il connaissait la parfaite conscience et les facultés exceptionnelles d'assimilation, saurait mettre rapidement ses connaissances techniques au niveau de sa valeur professorale : l'avenir a montré que son diagnostic avait été très sûr.

C'est en effet dans son cours d'exploitation des mines qu'Haton a donné la véritable mesure de son admirable talent de professeur, guide aussi lumineux dans les applications pratiques, qu'initiateur incomparable aux théories les plus ardues. Pour accomplir cette parfaite synthèse, il n'avait pas hésité à étudier longuement sur place et dans les moindres détails toutes les difficultés de l'art des mines; et nous, ses anciens élèves, une fois aux prises avec ces difficultés, nous avons été émerveillés de la justesse avec laquelle notre maître avait su les prévoir toutes, et nous en apprendre à l'avance l'exacte solution.

C'est ainsi que, pendant quinze ans, M. Haton de la Goupillière a formé cette belle pléiade d'ingénieurs et d'exploitants de mines, qui ont été, et dont quelques-uns sont encore, à la tête de nos grandes industries houillères.

En 1887, Haton atteignait le sommet de sa carrière dans l'enseignement technique, par sa nomination de directeur de l'École nationale supérieure des Mines de Paris. Dans ces nouvelles fonctions, il s'est montré aussi bon administrateur qu'il avait été professeur hors de pair. Sa grande netteté d'esprit, sa clairvoyance, une possession de soi remarquable, son affable courtoisie, lui donnèrent rapidement sur ses collaborateurs l'autorité et l'ascendant nécessaires pour la bonne marche et les progrès d'une école de haut enseignement technique. Sous son habile direction, furent inaugurés les cours de chimie et d'électricité industrielles, dont la nécessité lui était apparue comme répondant au développement croissant des industries minières et métallurgiques; et c'est également sous sa direction éclairée qu'ont été élaborés les projets d'autonomie financière et de personnalité civile de l'École, grâce auxquelles — après leur sanction légale — ont pu être créés, par la suite, de nombreux laboratoires, conservant à l'École des Mines le prestige qu'elle possède, à juste titre, dans le monde des ingé-

nieurs : si nous, ses successeurs, avons beaucoup récolté, c'est que lui, **Haton**, avait déjà semé, et largement semé, dans une terre admirablement préparée.

Au rôle éminent qu'a rempli **M. Haton de la Goupillière** comme ingénieur et professeur, se rattachent étroitement les services non moins importants qu'il a rendus à l'exploitation des mines et à la sécurité des ouvriers mineurs, d'abord comme rapporteur général de la première Commission du Grisoù, instituée en 1877 après les grandes catastrophes du puits Jabin et des mines de Graissessac, puis comme président, jusqu'à la fin de sa carrière, de la seconde Commission du Grisoù rétablie en 1887. Son admirable rapport d'ensemble, publié en 1880, sur « les moyens propres à prévenir les explosions de grisoù », qui est la première étude complète sur cette matière, a été le point de départ de tous les travaux poursuivis ultérieurement en France, puis à l'étranger, contre ce terrible fléau de nos houillères : **Haton** a pris ainsi une part considérable à l'amélioration de la sécurité dans nos mines, et cette part s'est encore accrue grandement, dans la longue période de 1887 à 1904, durant laquelle il a, comme président, dirigé les discussions et guidé les recherches de la Commission du Grisoù, si fructueuses dans la voie nouvelle des explosifs de sûreté, et dans l'organisation de la grisoumétrie.

Je ne saurais clore ce rapide exposé de la magnifique carrière de **M. Haton de la Goupillière** dans notre école, sans rappeler ici qu'à sa valeur exceptionnelle de professeur et d'administrateur, il joignait des qualités de cœur et de droiture que ne pourront jamais oublier ceux qui, comme moi, ont eu le bonheur d'être en relations intimes avec lui : que dire de l'affectueuse bienveillance avec laquelle il accueillait et encourageait ses collaborateurs, et des services qu'il savait rendre à ses élèves, en orientant leur carrière avec une sûreté de jugement, toujours vérifiée par les résultats de ses conseils !

On peut dire en toute vérité que **M. Haton de la Goupillière** a eu la destinée pour laquelle il était réellement fait, et c'est pourquoi notre regretté maître, constamment fidèle au très haut idéal chrétien dont sa vie a été pénétrée, a eu, dans sa longue retraite, cette belle sérénité d'âme, que peut seule donner la conscience d'avoir parfaitement, et de façon complète, rempli la mission dont on a été chargé sur cette terre. Et dans cette retraite, au milieu de la belle harmonie de sa vie familiale, il n'a jamais cessé de penser à sa chère École des Mines, dont il aimait à me rappeler, de loin en loin, les vénérables traditions, ou les fastes glorieux : naguère encore, lors de la remise de la croix de guerre à notre école, il m'écrivait que son cœur serait avec nous dans cette émouvante cérémonie.

Notre cœur, à nous qui vous pleurons, cher maître, conservera toujours pieusement votre souvenir. Aux jours difficiles, nous n'oublierons jamais les

précieux exemples de justice, d'honneur et de devoir que nous a laissés, si nombreux, votre très belle vie, et vous continuerez ainsi à rester toujours le génie tutélaire de votre chère École, que vous avez tant aimée !

III. — DISCOURS DE M. WALCKENAER,

Inspecteur général des Mines, vice-président du Conseil général des Mines,

AU NOM DU MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS ET DU CORPS NATIONAL DES MINES.

MADAME, MESDAMES, MESSIEURS,

Monsieur le ministre des Travaux publics, dans la lettre par laquelle il m'a chargé de présider la députation de son administration et du Corps des Mines aux obsèques de notre illustre et vénéré maître, président et ami, a ajouté ces lignes que je ne puis mieux faire que de lire :

« Je vous prie, étant empêché d'assister à cette cérémonie, de vouloir bien m'y représenter et de joindre l'expression de mes regrets personnels aux condoléances que vous adresserez à la famille de M. Haton de la Goupillière au nom du Ministère des Travaux publics et du Corps national des Mines que le défunt, au cours de sa longue et féconde carrière, a hautement honorés. »

Aucune mission ne pouvait mieux répondre au désir de mon cœur. Dans l'émotion de ce deuil que je ressens profondément, ce m'est une consolation d'apporter ici un hommage d'admiration pour l'éminent mathématicien, géomètre et technicien, de respect et de reconnaissance pour l'ancien chef, d'affection pour l'homme excellent que nous pleurons.

Ses travaux scientifiques, d'une si noble qualité, ses inoubliables services comme professeur et comme directeur de l'École supérieure des Mines viennent de vous être magistralement retracés. Il me reste à résumer brièvement les services qu'il a rendus à l'Administration proprement dite des Travaux publics. Mais ce que je voudrais surtout souligner, c'est l'élévation et la pureté des sources de son inspiration, la beauté de son caractère, l'unité de sa vie dans le culte de l'idéal.

Il avait de qui tenir. Sans remonter jusqu'aux origines de sa famille, connue depuis le commencement du ^{xvi}e siècle, il est indispensable, pour expliquer sa formation morale, de rappeler d'un mot ce que furent ses deux grands-pères et son père.

Son grand-père paternel, Louis Haton de la Goupillière, né en 1770, n'avait pas encore vingt-cinq ans lorsque, à l'époque de la Terreur, Garnier de Saintes étant venu faire sur la place publique du Mans une harangue qui révolta ce jeune homme, celui-ci, qui faisait partie du poste de la garde

nationale, s'élança sur l'estrade et, n'écoulant que son indignation et son courage, souffleta l'orateur; il ne dut son salut qu'à une ruse de ses camarades.

Son grand-père maternel fut le général Petit, engagé volontaire en 1792, qui prit part à toutes les guerres de la Révolution et de l'Empire. M. d'Ocagne rappelait tout à l'heure que, en 1814, étant général de brigade et commandant le 1^{er} régiment de grenadiers de la Vieille Garde, Petit reçut devant sa troupe, dans la cour du château de Fontainebleau, les adieux et l'accolade de Napoléon. J'ajouterai qu'il reprit son commandement durant les Cent jours et que le soir de Waterloo, lorsque le général Drouet se porta au galop vers lui et lui demanda : « Peux-tu tenir encore et emmener l'empereur? », il répondit : « Nous tiendrons », forma le carré, mit l'empereur au centre et se retira lentement sous la canonnade.

Quant au fils et gendre de ces héros, c'est sous la toge du magistrat qu'il ajouta de nouveaux titres à l'honneur de la famille. Nommé en 1835, à trente-deux ans, conseiller à la Cour de Bourges, il fit dans cette ville jusqu'en 1843, puis à Paris pendant plus de vingt ans, une belle carrière de président d'assises et de président de chambre. La fermeté de son caractère, la sollicitude et l'autorité de sa direction paternelle eurent une influence profonde sur la formation morale et intellectuelle de son fils.

Il est utile de rappeler que c'est seulement après l'achèvement de ses études littéraires que celui-ci se tourna vers les sciences. Initié par Harant, en quelques mois, aux mathématiques élémentaires, il fit sa classe de spéciales comme externe au Lycée Saint-Louis et, examiné pour l'École polytechnique par Lefébure de Fourcy et Hermite, alors qu'il n'avait pas encore dix-sept ans, il y fut reçu vingt-huitième (promotion de 1850). Il en sortit second après avoir obtenu la note 20 à ses cinq examens de fin d'année.

Entré avec le n° 2 à l'École des Mines, il en sortit avec le n° 1 et son premier contact avec les fonctions administratives fut le stage d'un an qu'il fit alors en qualité d'ingénieur attaché au secrétariat du Conseil général des Mines. Il y trouva l'occasion de prendre la connaissance des matières administratives et de mûrir sa préparation professionnelle au contact d'hommes tels que Cordier, Dufrénoy, Élie de Beaumont, pour ne citer que les inspecteurs généraux de première classe.

Les sciences et l'enseignement l'absorbent ensuite. On vient de dire, mieux que je n'aurais su le faire, quelle fut dans ce double domaine la somme de son labeur. Je n'ajouterai à ce sujet qu'une indication statistique. Dans son seul rôle d'examineur, il a calculé lui-même qu'il avait fait passer, jusqu'à l'époque (1887) où il fut nommé directeur de l'École des Mines, 10.000 examens aux candidats à l'École polytechnique, 6.000 examens

à l'intérieur de cette même école, 1.300 examens d'entrée à l'École forestière, 3.500 examens divers à l'École des Mines, 400 à la Faculté des Sciences : au total, plus de 21.000 examens.

C'est seulement à partir de 1879 que les services proprement dits du Ministère des Travaux publics firent de nouveau appel à sa science, à son expérience des hommes et des choses et à son infatigable dévouement.

En 1879, il est nommé membre de la Commission centrale des Machines à Vapeur, dont il fera partie durant vingt-quatre ans, jusqu'à sa retraite, et qu'il présidera à partir de 1901. Qu'il me soit permis de donner un souvenir tout particulier à la largeur de méthode et à la sagesse d'appréciation avec lesquelles il a dirigé les travaux de cette commission. J'en étais alors le rapporteur, et les entretiens que nous avions pour la préparation des affaires ont été pour beaucoup dans les sentiments de confiance et d'attachement qui m'ont, depuis lors, indissolublement lié à lui.

En 1885, promu au grade d'inspecteur général, il fut successivement chargé de la division minéralogique du Sud-Ouest et de celle du Centre. Mais il ne remplit pas longtemps les fonctions de l'inspection régionale : elles cessèrent pour lui à la fin de 1887, lorsqu'il fut appelé à la direction de l'École supérieure des Mines.

Il continua toutefois à faire partie du Conseil général des Mines. Lorsque, en 1900, une inexorable maladie éloigna Vicaire du fauteuil de la présidence, M. Haton de la Goupillière fut déchargé de la direction de l'École, qu'il ne quitta pas sans regret, et nommé vice-président du Conseil général des Mines.

Il exerça cette présidence jusqu'à sa retraite, c'est-à-dire durant trois années, au cours desquelles, outre la multitude des affaires courantes, furent traitées, au rapport de MM. Aguillon, Zeiller, Duporcq, Nivoit et autres, nombre de questions d'importance, telles que celles relatives à la réglementation de l'emploi de la dynamite dans les exploitations souterraines, à l'emmagasinement des explosifs, à la situation générale des mines de fer, aux accidents de grisou, à l'étude des dégagements instantanés d'acide carbonique, aux conditions d'établissement des chemins de fer miniers, à l'application de la loi sur les retraites des ouvriers mineurs.

Il faut me borner. Mais tout ce qui a été dit n'épuise pas encore la liste des services rendus par M. Haton de la Goupillière. Il a pris une part active à l'œuvre des comités d'organisation des jurys des congrès internationaux, lors des expositions universelles de 1889 et de 1900. Lorsque fut instituée, par décret du 9 novembre 1891, comme suite aux vœux émis par deux des congrès de l'Exposition de 1889, la Commission des Méthodes d'Essai des Matériaux de Construction, M. Haton de la Goupillière et le général Borius

furent les deux vice-présidents de cette commission, dont le président était Alfred Picart.

Je dois une mention spéciale à la participation de M. Haton de la Goupillière aux travaux de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. Membre du Comité des Arts mécaniques de cette société depuis le 9 juillet 1869, auteur de nombreux rapports établis au nom de ce comité, il fut élu, en 1888, président de la Société elle-même : ses prédécesseurs depuis la fondation étaient Chaptal, Thénard, J.-B. Dumas et Becquerel. En vertu d'une modification apportée au règlement avant la présidence de Becquerel, le président ne peut être élu que pour trois ans; ce fut donc seulement de janvier 1889 à janvier 1892 que M. Haton de la Goupillière exerça la présidence effective de la Société d'Encouragement; mais il en resta ensuite non seulement le président honoraire, mais un collaborateur inlassable. Il présida le Comité des Arts mécaniques de 1892 à 1915 et laissa dans la société un tel souvenir que, lorsque, le 9 juillet 1919, cinquante ans, jour pour jour, se furent écoulés depuis son entrée au Conseil d'Administration de la Société, une séance spéciale de ce conseil fut tenue à l'occasion de ce cinquantenaire qui méritait si bien d'être honoré.

Que dirai-je enfin des vingt-trois années qui s'écoulèrent après que M. Haton de la Goupillière eut pris sa retraite, depuis l'âge de soixante-dix jusqu'à celui de quatre-vingt-treize ans? Ce fut un long et beau soir, tout enveloppé de sérénité, tout consacré au bien, tout éclairé de cette foi catholique qui avait été la loi de sa vie et son soutien dans les épreuves. Plusieurs de ses belles études de géométrie analytique furent les fruits des nobles loisirs de sa vieillesse.

Il conserva, dans l'âge le plus avancé et jusqu'au dernier instant, la merveilleuse lucidité de son intelligence et l'activité agissante de sa bonté. Le jour où il vit venir la mort, il l'accepta chrétiennement, s'y prépara pieusement, et cela fait, Dieu servi, il écrivit trois lettres d'affaires pour tout laisser ici-bas parfaitement en ordre. Magnifique exemple de cette fermeté d'âme et de cette haute conception du devoir, dont il ne se départit jamais et dont le souvenir est laissé à son épouse tendrement aimée, à ses enfants et petits-enfants, tous si dignes de lui, comme le plus précieux des legs et la seule consolation.

LA SOLUTION DES TRANSPORTS ET DE LA FORCE HYDRO-ÉLECTRIQUE DANS LE BAS CONGO ⁽¹⁾

par M. le colonel du Génie PIERRE VAN DEUREN,
docteur ès sciences de l'Université de Paris, professeur à l'École militaire de Bruxelles.

ORIGINE DU PROJET. LA QUESTION DES TRANSPORTS. — Voici les causes déterminantes qui m'ont fait envisager le problème du bas Congo et qui m'ont poussé à établir mon projet.

L'immense territoire qui constitue la colonie belge du Congo est parcouru par un réseau de fleuves et de rivières vraiment remarquable, et qui facilite le commerce et les déplacements dans toutes les directions. D'une manière générale, on peut dire qu'il y a, à l'intérieur de la Colonie, plus de 10.000 km de voies plus ou moins navigables, qui sont un puissant adjuvant pour la pénétration belge et pour le développement des industries.

Mais une fois qu'il s'agit de pénétrer dans le territoire de la Colonie ou d'en sortir avec les produits naturels et manufacturés, avec les vivres et tous les articles de ravitaillement, ce n'est plus aussi facile. Il y a actuellement six lignes de chemins de fer ou mixtes assurant le trafic : la ligne du Nil vers Port-Soudan; celle du lac Victoria vers Mombassa; celle de Dar-es-Salam; celle d'Elisabethville vers le Sud conduisant à Beira et au Cap et enfin celle de Léopoldville-Matadi.

Une seule est belge : c'est le chemin de fer Matadi-Léopoldville.

La figure 1, montre d'une manière frappante, combien le Congo belge est drainé, à sa périphérie, par les voies des colonies voisines.

Pour la grande majorité des articles qui constituent les échanges de la Belgique avec le Congo et le commerce total du Congo belge celui-ci est donc tributaire des transporteurs étrangers.

Cependant le territoire congolais renferme un magnifique réseau de voies navigables et flottables. Tout ce réseau converge vers le Stanley-Pool, là où se trouve établie maintenant la double capitale de Léopoldville-Kinshasa. Il y a donc moyen de drainer vers cet endroit tout le commerce du Congo, même le commerce du Katanga, grâce au chemin de fer que l'on construit actuellement et qui aura son terminus provisoire à Ilébo.

Mais là surgit une difficulté très grande. Du Pool à la mer, le Congo n'est plus navigable à cause de ses chutes et de ses rapides. Il faut passer par

(1) Conférence faite par l'auteur en séance publique le 13 novembre 1926.

le chemin de fer Léopoldville-Matadi, avec les multiples inconvénients d'un double transbordement : déchargement du bateau à Kin, chargement sur chemin de fer, déchargement à Matadi, chargement sur bateau; et l'inverse à la montée, d'où pertes de temps, pertes d'argent et (tous les Congolais sont d'accord sur ce point), manutentions extrêmement préjudiciables aux emballages et telles qu'un pourcentage important d'importations n'arrive pas ou arrive à l'intérieur du pays en très piteux état.

C'est un premier mal; voici le second : le chemin de fer Matadi-Léopoldville pourra-t-il suffire au trafic du commerce congolais? Il transporte actuellement dans chaque sens 200.000 t par an, et l'on estime que, après les travaux de rectification et de transformations qu'il subit actuellement, sa capacité de transport atteindra par année un million de tonnes dans chaque sens. C'est la limite que ce chemin de fer et surtout le port de Matadi pose au développement de la colonie par des voies belges.

On peut répondre que ce chiffre représente beaucoup plus que le trafic actuel. C'est possible, mais, cependant, il convient de se rappeler que le Congo est un territoire extrêmement étendu; qu'il regorge de richesses agricoles et minérales. Si cette belle colonie, qui est grande comme un quart de l'Europe, ne va pas au delà du développement économique représenté par un mouvement d'entrées et de sorties de 2 millions de tonnes par an, reconnaissons alors que cette colonie n'est pas une affaire intéressante. Pour que cette affaire coloniale vaille la peine qu'on s'y intéresse, pour qu'elle justifie les sacrifices qu'elle a demandés et les espoirs que nous mettons tous en elle, il faut que son trafic dépasse ce chiffre de 2 millions de tonnes par an. Sinon, je le répète, le Congo n'est pas une affaire intéressante. Et ce tonnage, je suis convaincu que la Colonie l'atteindra et le dépassera.

Il faut donc assurer à la Colonie un exutoire capable d'un mouvement commercial plus étendu. Il faut que, de Léopoldville à Matadi, les marchandises puissent passer en quelque sorte d'une façon illimitée. Il faut, dans sa traversée des monts de Cristal, déboucher le fleuve. Il faut le rendre apte au trafic maritime, au grand trafic maritime et relier directement le bas Congo à l'admirable réseau fluvial de la Colonie.

Les avantages du transport par eau ont été mis en lumière par M. Edmond Leplae, directeur au Ministère des Colonies en 1918, dans une étude sur *l'Organisation des transports agricoles au Congo belge* :

« La grande valeur économique du Congo belge résulte, en toute première ligne, de l'admirable réseau de fleuves et rivières qui le parcourt tout entier. Aucun autre pays du monde, sauf le Brésil, ne possède un aussi grand développement de voies navigables naturelles.

« Le Congo n'existerait pas comme colonie belge, et serait d'une exploi-

« tation extrêmement complexe, n'étaient les facilités exceptionnelles qu'ont
« offertes et qu'offrent son fleuve et ses rivières pour la pénétration admi-
« nistrative et commerciale et pour le transport des produits agricoles et
« forestiers.

« L'étendue totale de ce réseau n'est pas exactement connue. On l'estime
« entre 12.000 et 15.000 km, accessibles à des vapeurs de plusieurs centaines
« de tonnes.

« Mais bien des rivières réputées actuellement inaccessibles deviendront
« navigables dès qu'on les aura nettoyées en retirant les troncs d'arbres qui
« les obstruent. Et des parties ou biefs de rivières, dont l'accès est actuel-
« lement empêché par des rapides peu importants ou faciles à contourner,
« seront navigables sur des centaines de kilomètres dès qu'on fera un effort
« sérieux pour franchir les obstacles qui s'opposent au passage de la navi-
« gation. Il est donc certain que le réseau fluvial navigable est bien plus
« étendu que nous ne l'admettions jusqu'ici.

« Ce fait est d'une importance extrême, car pour faire franchir à bon
« marché de grandes distances par des marchandises de toutes valeurs, parmi
« lesquelles les produits encombrants et de prix modique occupent néces-
« sairement la place la plus considérable, *aucun système de transport ne peut
« être comparé au transport par voie d'eau naturelle.* »

Parlant de la navigation sur le fleuve, M. Edmond Leplae fait encore
remarquer :

« Le fleuve constituera toujours l'artère principale des transports dans la
« Colonie. Ses grands affluents fournissent tous les embranchements voulus
« pour l'extension presque indéfinie de l'agriculture et du commerce.

« L'aménagement et l'utilisation intensive de ce grand réseau fluvial
« devraient faire, pendant un quart de siècle au moins, la préoccupation
« presque exclusive de la Colonie. On se demande par quelle confusion
« extraordinaire on a conseillé, avant la guerre, de négliger le fleuve et ses
« affluents, pour construire précipitamment des chemins de fer d'une énorme
« étendue.

« *L'adoption de ce programme serait un obstacle insurmontable au dévelop-
« pement de l'agriculture et du commerce et aboutirait à ce résultat paradoxal
« que la colonie belge, extraordinairement favorisée par la nature au point
« de vue des communications fluviales, aurait entièrement méconnu la
« valeur de ce facteur économique de premier ordre, qui, plus même que
« les mines et l'étendue territoriale, constitue la richesse principale de notre
« colonie, excite les convoitises de nos ennemis et offre à la Colonie un
« avenir brillant.* »

La continuité du réseau fluvial est donc indispensable pour la mise en

valeur intégrale de la Colonie, mais la question des transports n'est pas la seule intéressante.

CAPTAGE DE LA FORCE HYDRAULIQUE, SA TRANSFORMATION EN FORCE ÉLECTRIQUE. — Or, il y a un problème qui se joint tout naturellement à celui d'assurer le trafic maritime jusqu'au Pool : c'est le captage de la puissance du fleuve — puissance entièrement perdue jusqu'à ce jour — pour fabriquer à bon compte la force électrique.

Il est certain que l'embouteillage du fleuve dans la traversée des monts de Cristal a été beaucoup critiqué. C'est une source traditionnelle de regrets. Pourtant, n'en médisons pas trop. Si le fleuve n'avait pas été embouteillé par ses chutes et ses cataractes, je puis affirmer sans craindre de me tromper que le Congo n'aurait jamais été belge. Sans les chutes et sans les cataractes qui le rendaient rébarbatif, des explorateurs l'auraient remonté avant nous et auraient planté avant nous le drapeau de leur nation à l'intérieur des terres.

L'embouteillage du fleuve nous a donc rendu un grand service dans le passé. Il peut nous en rendre un tout aussi grand dans l'avenir, en mettant à notre disposition la puissance énorme produite par la chute du fleuve. Sur les 400 km de la région des cataractes, le fleuve descend de 280 m. Il coule la plupart du temps dans une gorge assez profonde, entre des parois rocheuses et sur un lit rocheux. Sans provoquer des inondations désastreuses, il y a donc moyen de relever le plan d'eau du fleuve par des barrages appropriés de manière à le rendre navigable partout. L'établissement de ces barrages est possible techniquement, puisqu'il s'agit d'obstruer la vallée ou la gorge sur une largeur qui va de 1 km à 1,5 km. Mais qui ne voit que nous aurions ainsi constitué, à chaque barrage, un réservoir formidable de force? Partout où il y a une chute d'eau, naturelle ou artificielle, il y a de la puissance à convertir en force électrique.

On connaît la hauteur de chute totale : 280 m. On connaît aussi le débit du fleuve. Il va de 30.000 m³ : s dans la saison sèche, à 100.000 m³ : s dans la saison des pluies. En appliquant des formules connues et vérifiées, on calcule la puissance à capter. On arrive à un résultat, et on recule surpris. On n'y veut pas croire. On recommence, et on arrive toujours au même résultat. Rien à dire : c'est bien cela, et c'est formidable : 100 millions de chevaux-vapeur.

Essayer de vous représenter ce que signifie ce chiffre effarant. 100 millions de chevaux-vapeur, c'est la puissance totale du charbon actuellement dépensé dans le monde entier. C'est le quart de toute la puissance hydro-électrique à capter à la surface du globe.

Prenons d'autres termes de comparaison. Dans la pratique des métiers

de force, on peut admettre que chaque cheval-vapeur peut assurer le travail d'une dizaine de noirs, qui d'une dizaine, et peut-être bien de vingt. Et mes chevaux-vapeur, remarquez-le bien, travaillent vingt-quatre heures par jour : ils ne s'arrêtent pas au bout de huit heures.

Faites bien le compte. Il y a là, dans les cataractes du Congo, plusieurs milliards de noirs à réveiller, et ce n'est pas à dédaigner par ce temps de crise de main-d'œuvre.

Il faut, Messieurs, capter ces forces perdues. Nous n'utiliserons pas nous-mêmes toute cette puissance, et sans doute non plus la génération qui nous suivra. Mais les générations suivantes en auront besoin. Faisons quelque chose pour elles. Préparons-leur le terrain. Il est de notre devoir de préparer l'avenir en captant cette force formidable, en la dégageant de sa gangue. Et ainsi les générations qui viendront après nous n'auront pas à nous faire les reproches qu'il nous arrive, à nous, d'adresser aux générations qui nous ont précédés.

Nous n'aurons pas immédiatement l'usage de toute cette puissance hydro-électrique formidable. Mais, dès maintenant, il y a une clientèle pour l'électricité dans le bas Congo. Dans 5 ou 10 ans, il y aura déjà certainement plusieurs centaines de milliers de chevaux-vapeur à utiliser. Où les utiliser? Mais dans l'électrification du chemin de fer et du vicinal du Mayumbe, dans les ports de Matadi et de Léo, dans les exploitations industrielles et agricoles existantes, et principalement dans les applications électrochimiques et électrométallurgiques qui se sont développées dans des proportions formidables depuis la guerre, et parmi lesquelles nous citerons particulièrement la fabrication des engrais azotés, obtenus par la fixation de l'azote de l'air.

Une étude déjà faite par le chemin de fer prouve l'intérêt de cette fabrication dans le bas Congo. On y joindra avantageusement la fabrication de l'aluminium.

On est saisi d'admiration devant cette puissance potentielle du fleuve Congo dans la région des cataractes et l'idée vient alors naturellement à l'esprit qu'au lieu de disperser les efforts pour capter des forces hydro-électriques au Congo en s'adressant à des affluents dont la régularité du débit et la puissance hydraulique sont très loin d'atteindre les qualités du fleuve lui-même et dont les liaisons de transports ne sont pas établies, il conviendrait de faire un effort plus puissant et plus fécond, en vue de capter le bas fleuve dans la région des cataractes. On dotera ainsi la Colonie belge d'une formidable puissance hydro-électrique qui permettra la mise en valeur immédiate de toutes les richesses latentes du Congo à un bas prix de revient défiant toute concurrence.

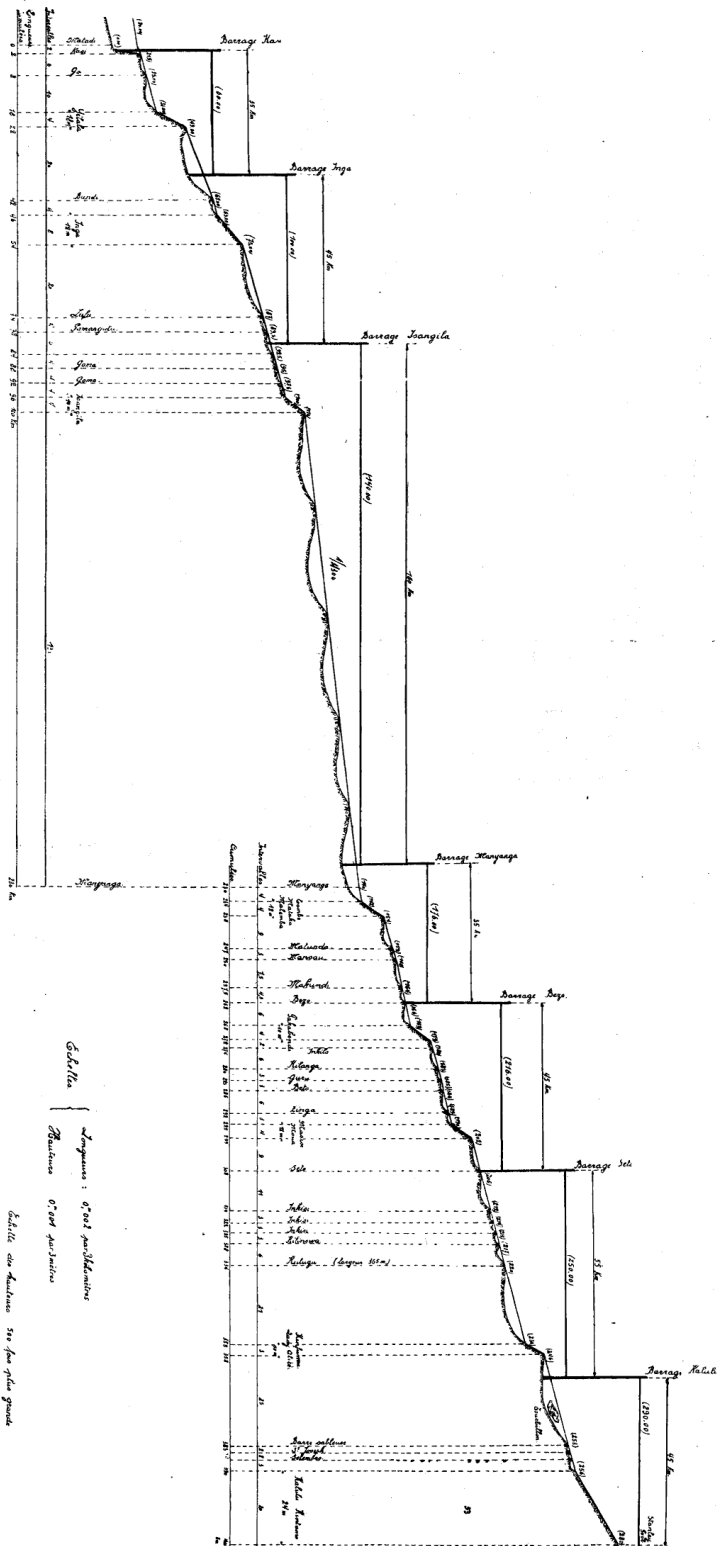


Fig. 3. — Profil en long du fleuve Congo dans la région des cataractes. Emplacement probable des barrages.

ghila (10 m sur 4 km), ce qui donne pour le fleuve une pente moyenne de 1/1700 environ pour les 84 km entre chutes.

Le Congo recoupe dans cette section la série des terrains cristallins; les chutes et les rapides apparaissent aux endroits où le fleuve traverse les roches les plus dures.

Seconde Section. — D'Isanghila (+ 110) à Manyanga (+ 140), le fleuve mesure 130 km, avec une différence de niveau de 30 m. La pente moyenne est donc faible et correspond à une inclinaison de 1/4300 environ.

Ce bief est relativement tranquille et il est possible de le parcourir en baleinière; les seuls accidents sont quelques rapides et quelques étranglements. Cette section traverse une zone de schistes et de calcaires.

3^e Section. — Cette dernière section, la plus accidentée, va de Manyanga (+ 140) au Stanley-Pool (+ 280). La différence de niveau est de 140 m pour une longueur de 180 km. Les chutes y sont nombreuses et appartiennent toutes au type classique des chutes du Niagara. Elles répondent à la constitution géologique de la région où l'on trouve les couches gréseuses et schisteuses pendant faiblement vers l'Est.

Dans toute cette section, les eaux du fleuve coulent au fond d'une véritable gorge, profonde souvent de plusieurs centaines de mètres et étroite au point de n'avoir en certains endroits que 400 m de largeur.

Cette section comporte les groupes importants de rapides: Tomba-Mataka-Malomba (12 m sur 4 km), Pakabendi (10 m sur 4 km), Masese-Moua (12 m sur 4 km), Lady Alice-Kinfumu (10 m sur 3 km) et Kintambo-Kalulu (24 m sur 20 km), ce qui donne pour le fleuve une pente moyenne de 1/2000 environ pour les 145 km restants de la section.

Les indications ci-dessus ont permis de représenter un aperçu du profil en long du fleuve (fig. 3) nécessairement approximatif, puisque les données, pour les points secondaires, sont encore fort imprécises.

Il faut donc rendre le fleuve navigable dans la région des cataractes.

Il faut d'autre part, capter sa puissance hydroélectrique.

Pour cela, il faut établir des barrages; la chose est possible à cause des formes encaissées du fleuve et de ses affluents.

Ces barrages permettront le relèvement du plan d'eau dans une série de biefs successifs; l'eau recouvrant rapides et chutes, le bief sera navigable. On passera d'un bief à l'autre par la méthode classique des écluses.

Enfin, la dénivellation des eaux d'amont et d'aval à chaque barrage provoque une chute que l'on utilise en la transformant en force électrique.

La première question à résoudre est la détermination des biefs, l'emplacement et la hauteur des barrages.

Les hauteurs respectives et la répartition des barrages ne pourront se faire que par l'application au terrain.

L'étude de la question m'a conduit à élaborer un projet comportant l'établissement de sept barrages de hauteurs égales; la différence de niveau à chaque barrage est rachetée en principe, par un chapelet de doubles-écluses construites à sec, dans des chenaux creusés dans la paroi rocheuse des rives du fleuve.

Mon projet prévoit également un système de captage de la force hydro-électrique.

La question financière n'a pas non plus été négligée, et les chiffres auxquels je suis arrivé, me permettent de conclure à la parfaite viabilité de l'entreprise.

Je me réserve de publier ultérieurement ce projet, qui est actuellement l'objet d'un examen approfondi, d'une commission spéciale nommée par le Ministère des Colonies.

CONCLUSIONS. — D'aucuns — aux solutions timides et étriquées — qualifieront ce projet d'excessif, et l'estimeront prématuré.

Je répondrai par la pensée du Roi, exprimée dans son discours au dernier Congrès colonial (1926): « Les conceptions à courte vue et les imprévoyances » coûtent fort cher et font perdre un temps précieux. »

Il n'est pas douteux que la solution actuelle étroite des transports, — tant à l'importation des moyens d'action qu'à l'exportation des produits — est la cause fondamentale de la torpeur de la Colonie et de pertes incalculables pour le trésor, le commerce et l'industrie.

Toutes les solutions de canalisation du fleuve Congo ont dû être abandonnées, étant donné les frais énormes conduisant à une rémunération insuffisante des capitaux.

J'ai pu résoudre cette question financière. L'entreprise, suivant mes conceptions, pourra vivre par le transport seulement, et, grâce au formidable rendement de la force hydroélectrique, les capitaux engagés seront largement rémunérés.

Je signalerai, pour terminer, la véritable révolution économique qui pourrait résulter de la domestication de cette force.

Nous avons vu qu'elle atteint, dans sa puissance potentielle, celle du charbon consommé dans le monde entier, et elle est comparable à la puissance hydroélectrique que l'on peut capter dans l'ensemble des principaux pays dont l'industrie existe sur le marché mondial.

Les plus vastes espoirs sont donc permis de voir s'implanter au bas Congo, dans de magnifiques conditions, une formidable industrie amenant par voie

fluviale les matières premières du haut Congo, les transformant à l'aide de la force hydroélectrique à bas prix de revient, sur les plateaux salubres de la région des cataractes, et les exportant directement par voie maritime débouchant sur l'Atlantique.

OBJECTIONS. — *Navigabilité.* — Parmi les objections déjà faites à mon projet on a signalé notamment les difficultés de navigation sur le fleuve Congo modifié par les barrages préconisés, par suite des fortes vitesses d'écoulement des eaux et des dépôts d'alluvions.

Cette question fut la première posée à la commission instituée par le Ministre des Colonies, pour l'examen du projet; j'ai été amené ainsi à étudier cette question d'une façon approfondie, et le résultat de cette étude a fait l'objet d'une note technique très complète, qui conclut fort nettement à la possibilité de la navigation.

La Commission s'est d'ailleurs ralliée à mon point de vue; elle vient en effet de clore cette première partie de ses discussions, en émettant l'avis qu'il existe de grandes probabilités pour que la question de navigabilité puisse être résolue par l'affirmative. Toutefois, la Commission estime que l'état actuel des connaissances sur le régime et sur les particularités du fleuve, ne permet pas de passer d'une présomption à la certitude indispensable pour engager la grande entreprise que constitue mon projet; en conséquence, la Commission considère comme une impérieuse nécessité l'envoi au bas Congo d'une mission hydrographique convenablement outillée, chargée de recueillir des renseignements précis sur les éléments essentiels du régime du fleuve : débits, fluctuation du niveau des eaux, vitesses des courants, etc.

On a fait également quelques objections d'ordre économique que j'ai eu l'occasion de réfuter au cours de mes nombreuses conférences.

Main-d'œuvre. — On a dit que la production du Congo belge était limitée, à cause de la pénurie de main-d'œuvre, qui oblige à s'adresser uniquement aux éléments de rapport qui sont nécessairement des éléments miniers : cuivre, diamant, or, etc., représentant un tonnage relativement faible. L'exploitation de la Colonie belge conduit actuellement à un tonnage annuel limité à 600.000 t.

Mais si nous prenons les chiffres cités récemment par M. Sengier, administrateur-délégué de l'Union minière du Haut Katanga, nous voyons que 3 p. 100 seulement de la main-d'œuvre mâle est employé aux mines. Il reste donc certainement 90 p. 100 de main-d'œuvre qui ne peut pas fournir de produits d'exportation, à cause des difficultés du trafic et des lourdes charges du transport. *Ces difficultés et ces charges rendent sans valeur les produits*

moins riches généralement agricoles, que cette main-d'œuvre pourrait exploiter sur place.

Faisons l'hypothèse que tous les transports fluviaux sont assurés d'une *façon continue* jusqu'à la mer, et substituons à la méthode primitive actuelle de colonisation, une méthode plus saine et plus rationnelle qui, respectant la population, lui permette de travailler sur place les produits agricoles, avec engrais et machines. Dès lors, les possibilités du tonnage à transporter vont croître considérablement.

En supposant que 50 p. 100 de la population seulement est ainsi employée à des productions agricoles, d'exportation ou de transformation industrielle, d'un tonnage proportionnellement plus élevé que les produits plus riches actuellement exploités, on en arrive facilement à la conception d'un transport fluvial 15 à 20 fois supérieur au transport actuel, soit 10 millions de tonnes. Ces produits descendront par voie fluviale au Stanley-Pool et continueront, *sans manutention ni transbordement*, par le passage fluvial des cataractes, pour être envoyés ensuite par mer vers la métropole, ou pour être transformés aux usines hydroélectriques du bas Congo. Les produits manufacturés de ces usines seront à leur tour exportés vers la métropole ou remonteront le fleuve pour subvenir aux besoins de la Colonie.

Avec de pareilles méthodes d'exploitation de la Colonie, la population augmentera, et le rendement du travail sera infiniment supérieur au rendement actuel. Les transports auront ainsi non seulement assuré la richesse de la Colonie, mais ils auront coopéré à la grande œuvre civilisatrice dont nous avons la charge au Congo.

Étant donné les mesures prises, dès maintenant, pour la conservation de la race indigène, étant donné les bienfaits de notre méthode d'exploitation, ne doit-on pas prévoir que la main-d'œuvre augmentera dans des proportions probablement formidables?

Et n'est-ce pas un tonnage de 20 millions de tonnes, de 30 millions de tonnes qu'il faudrait alors prévoir dans 50 ans par exemple?

Toutes ces prévisions doivent conduire à admettre qu'il *n'est pas prématuré d'envisager* dès maintenant le transport fluvial aux cataractes, qu'il sera pratique et économique, avec un débit quasi illimité.

Le déclenchement de la mise en valeur rationnelle de la Colonie belge, est subordonné à cette organisation intégrale du transport fluvial.

L'organisation des transports doit précéder l'exploitation d'une colonie, et non pas être à la remorque de cette exploitation.

Utilisation de la force hydroélectrique. — Certains se sont montrés sceptiques quant aux possibilités d'utilisation de la puissance hydroélectrique captée.

Or, un premier examen montre qu'une puissance hydroélectrique de 250.000 ch sera sans aucun doute rapidement assurée.

La force hydroélectrique pourra alimenter : les chemins de fer; les industries déjà existantes, telles que les ciments du Congo; les services publics, tels que le port de Matadi; les pompes pour irrigations de cultures et distribution d'eau; les industries de transformation des produits de la Colonie (huile, coton, etc.), et enfin les industries électrochimiques et électrométallurgiques, au premier rang desquelles je place la fabrication des nitrates de chaux, de la cyanamide, de l'ammoniaque synthétique, de l'acide nitrique, de la pâte à papier, de la distillation du bois, de la fabrication des ciments alumineux, de l'aluminium, du fer électrolytique, etc., pour terminer par la réduction des minerais par voie d'électrolyse.

La puissance nécessaire au chemin de fer du bas Congo est, de l'avis même de la commission qui a étudié l'électrification de ce chemin de fer, d'au moins 25.000 ch pour le développement total de la nouvelle voie ferrée de 1,60 m.

Les industries diverses existantes, le port et la ville de Matadi, absorbent 2.000 ch.

En outre, des calculs avaient été établis par la Commission d'Électrification du Chemin de fer du bas Congo en septembre 1925, démontrant la possibilité de recourir à l'électrochimie, pour absorber la puissance hydroélectrique non indispensable à la voie ferrée. De ces calculs, il ressort nettement que la production de cyanamide est particulièrement intéressante.

Enfin, il y a en Afrique, un débouché énorme d'engrais. C'est par le manque d'engrais que le noir se voit obligé de mener une vie nomade, changeant l'emplacement de ses cultures chaque année, et celui de ses villages tous les dix ans.

Il est donc permis de prévoir la fabrication d'engrais nitrés, dont la consommation en Afrique augmentera rapidement, lorsque, comme je le signalais ci-avant, on aura créé, notamment par l'amélioration des transports fluviaux, les possibilités d'employer la main-d'œuvre indigène à l'agriculture.

De plus, d'après les renseignements recueillis, il est permis de prévoir la fabrication de 60.000 à 80.000 t d'engrais nitrés destinés à l'exportation; celle-ci sera assurée, grâce au bas prix de revient résultant des conditions de vente du courant, qui sera fourni au débouché de la mer.

On peut donc compter que la colonie belge, l'Afrique équatoriale française, l'Angola, et les autres pays qui se fourniront en engrais au Congo, absorberont facilement 100.000 t de composés nitrés.

Ainsi les chemins de fer, installations diverses, fabrication de 100.000 t de composés nitrés, conduisent à :

Électrification du chemin de fer du bas Congo	25.000 ch
Installations diverses.	10.000 —
Fabrication de composés nitrés	120.000 —
Soit au total.	155.000 ch.

Et le cycle des industries électrochimiques est loin d'être épuisé. Que prendra l'aluminium (toutes les terres du bas Congo sont alumineuses) pour lequel un récent projet américain prévoit une usine de 20.000 t? Que prendront les industries de l'Afrique équatoriale française et de l'Angola? Que prendront le fer électrolytique et les gisements de fer et de cuivre du Mayumbe? Que prendront les usines de distillation du bois? de pâte à papier? de ciment alumineux? les industries de transformations et l'agriculture?

Il n'est pas exagéré de prévoir, pour toutes ces industries, 100.000 ch, ce qui conduit à un total de 250.000 ch environ.

Il reste encore la réduction des minerais par voie électrolytique.

Pour se rendre compte de la puissance qui pourra être absorbée par cette industrie, je signalerai que l'Asturienne des Mines prévoit un captage total de 120.000 ch pour le traitement de ses minerais.

Remarquons à ce sujet que l'usine établie près de l'embouchure du fleuve, pourrait traiter avantageusement non seulement les minerais de la Colonie, mais encore ceux importés par exemple d'Espagne, du Maroc et de l'Algérie.

LA MISE EN VALEUR DE L'AFRIQUE OCCIDENTALE FRANÇAISE ⁽¹⁾

par M. DES LONGCHAMPS, *administrateur de 1^{re} classe des Colonies.*

Les colonies, après être restées longtemps méconnues du grand public, sont aujourd'hui d'actualité : journaux, revues, périodiques citent à l'envi leurs ressources et les chiffres de leurs exportations. Tous laissent entendre que notre domaine d'outre-mer doit apporter un sérieux appoint à l'œuvre de redressement économique de la mère-patrie et contribuer au rétablissement de la situation financière de la France. Nous allons examiner ce qu'il y a de vrai dans ces affirmations en ce qui concerne l'Afrique occidentale française. (A. O. F.).

Dans l'empire colonial français, qui compte 11 millions et demi de kilomètres carrés et 60 millions d'habitants, l'Afrique occidentale française (A. O. F.), en effet, avec ses 4.800.000 km² et 13,5 millions d'habitants, tient une place suffisamment importante pour qu'on l'étudie plus spécialement.

Il n'y a pas longtemps encore, l'A. O. F. passait pour une terre d'aventures où l'on bataillait, où s'entretenait l'énergie militaire française. Dans la première moitié du XIX^e siècle, nous ne possédions de l'Ouest africain que quelques comptoirs sans importance, et c'est dans le dernier quart du siècle ainsi qu'au début du siècle présent que, par d'admirables explorations et par de belles luttes contre les conquérants noirs renommés, la France au Sénégal, au Soudan, au Dahomey, enfin à la côte d'Ivoire, a pu se tailler ce magnifique domaine colonial qui, à partir de 1904, pouvait former cette fédération, cette unité administrative du Gouvernement général de l'A. O. F. qui compte actuellement huit colonies autonomes.

Brève est cette période de luttes et d'enfantement du grand groupe de nos colonies tropicales. Elle recèle toute une histoire admirable qui tient de l'épopée. Les qualités de notre race se révèlent dans ces chevauchées de quelques officiers encadrant nos troupes de couleur et livrant le combat dans les steppes soudanaises aux potentats qui tenaient sous leur joug brutal des populations paisibles et sans défense. Nous combattions pour délivrer des peuplades de l'assujettissement, de l'esclavage et, dans les forêts denses et sombres, de la barbarie où elles végétaient.

Mais, parallèlement aussi, on travaillait à doter ce pays d'une organisation stable et d'un outillage qui permit sa mise en valeur. On travaillait dans le

(1) Conférence faite par l'auteur en séance publique le 26 février 1927.

silence, et l'empreinte réelle du labeur fourni n'apparaît qu'au moment où la France en guerre, dans la nécessité de faire appel à toutes ses forces vives, trouve en A. O. F. l'appoint inespéré de 200.000 soldats et d'un tonnage considérable de matières premières utiles au ravitaillement des usines et de la population métropolitaine.

Alors seulement apparaissent vraiment les grandes possibilités d'avenir qu'offre notre groupe de colonies de l'Afrique tropicale.

*
* *

De la côte de Guinée, vers le 5° degré de latitude nord, aux régions quasi sahariennes des plaines soudanaises, le pays est extrêmement varié d'aspect, de climatologie, d'habitants, de ressources.

Au sud, les forêts les plus extraordinairement luxuriantes qui soient, semblent opposer leur cuirasse épaisse à l'accès de la civilisation. Des peuplades indépendantes, de mœurs farouches et barbares, y vivent, dans une atmosphère chaude et humide, pénible à supporter pour l'Européen en raison de la constance d'une température toujours élevée, voisine de 24° à 25°. Puis le pays s'éclaircit, les savanes à boqueteaux s'étendent à perte de vue, le climat, plus sec, s'assainit. Enfin, plus au nord, on atteint les plaines de sable à végétation arbustive rare, au climat sec, aux températures présentant des variations plus accentuées, de 44° à l'ombre en plein jour à 5° de nuit aux périodes les plus fraîches.

Sans vouloir ni jongler avec les chiffres, ni imposer des statistiques pénibles, il convient de recourir à des éléments de comparaison frappants et convaincants pour donner une idée de l'immensité du pays.

L'A. O. F. a 65 fois l'étendue de la Belgique et de la Hollande réunies avec seulement une population de 13.500.000 habitants qui n'atteint pas celle de ces deux petits états d'Europe. On se rend compte qu'une telle dispersion des habitants, qu'une si faible densité des individus entrent en ligne de compte, au titre de l'un des principaux facteurs, lorsqu'il s'agit d'examiner les possibilités économiques d'un pays.

Voici, en effet, un territoire qui ne dispose que de trois habitants en moyenne au kilomètre carré, d'une vingtaine, d'une trentaine au maximum dans les régions les plus favorisées par le peuplement, en Haute-Volta et au Bas-Dahomey. Qu'est-ce auprès des 245 habitants au kilomètre carré de la Belgique et des 74 de notre France? Or, la capacité de production d'un pays est, en grande partie, fonction de sa population.

D'autre part, il est à considérer que l'A. O. F. ne sera jamais, à proprement parler, un pays de peuplement pour Européens, et c'est donc sur

la seule population indigène qu'il est possible de compter pour l'avenir. Si bien que le premier problème qui se pose est le suivant : Comment accroître la population ?

Sans doute, sommes-nous, d'ores et déjà, assurés d'une augmentation sérieuse des seuls faits de la suppression de la traite des esclaves qui se pratiquait sur une grande échelle avant notre occupation, de la cessation des luttes entre peuplades, de l'interdiction de mœurs barbares telles que les pratiques de sorcellerie, les poisons d'épreuve, les sacrifices humains et l'anthropophagie, du fait enfin de l'interdiction des importations d'alcool de traite.

Mais, d'autres mesures importantes sont nécessaires. Tout d'abord, l'indigène est un sous-alimenté. Fataliste et imprévoyant de nature, l'abondance frappe rarement à sa porte. Il est souvent désarmé devant les calamités qui détruisent ses plantations, qu'elles tiennent soit à l'intensité des pluies soit à des périodes prolongées de sécheresse.

Aussi bien est-ce le but que nous visons d'inciter, — d'obliger même — l'indigène à développer les cultures vivrières, à se réserver une partie de la récolte pour faire face éventuellement à tous aléas, à former des sociétés de prévoyance, à veiller au bon entretien et à l'augmentation de son bétail qui doit lui procurer une alimentation carnée plus importante. Mal alimenté, l'indigène est une proie facile des endémies et des épidémies parce qu'il est en état de moindre résistance physique. Bien nourri, il est apte à fournir un travail de bon rendement.

D'autre part, ces peuplades ont grand besoin du secours de notre science médicale. Certes, il se rencontre parmi elles nombre de sorciers et de féticheurs. Les malades se livrent à eux, un peu à la grâce de Dieu, supportant toutes les pratiques de sorcellerie, absorbant tous les breuvages préparés avec des plantes aux vertus plus ou moins salutaires. Comme les affections organiques sont attribuées à l'intervention de génies malfaisants par les animistes, on s' imagine à quels expédients ces gens ont recours pour s'en préserver.

Chez des individus qui paient un tribut aussi lourd aux maladies, on s' imagine ce que l'action administrative et médicale peut avoir de succès. Il y a une lutte sans trêve à mener pour sauver chaque année de la mort des milliers et des milliers d'êtres humains sans défense, d'adultes et surtout d'enfants en bas âge qui meurent faute des soins les plus élémentaires. Car, ces pertes ont une répercussion profonde sur l'œuvre de mise en valeur.

Et puis, comment voudrions-nous faire fructifier les capitaux que nous nous efforçons de drainer à flots sur le pays si, parallèlement, nous ne disposons pas d'une main-d'œuvre suffisante ? Il est de toute évidence que,

pour faire fructifier le capital-argent, il nous faut augmenter le capital-humain. Cette œuvre d'assistance médicale, si généreuse, ne suffirait-elle pas, d'ailleurs, à elle seule, à légitimer la domination de la France sur ces contrées lointaines?

Or nous n'avons encore, là-bas, que 165 médecins et c'est trop peu : 1 par 80.000 habitants. Mais il n'en est pas moins vrai que leur action se traduit par des résultats extrêmement encourageants, à considérer que, dans la seule année 1925, il a été pratiqué 2.200.000 vaccinations, qu'il a été donné 3.300.000 consultations et qu'on enregistre plus de 300.000 journées d'hospitalisation.

*
* *

Une autre mesure qui peut avoir les plus heureuses influences sur le développement de la population est la suppression du portage humain.

Dans toutes les régions de ce grand pays, les seuls modes de transport de la production et des marchandises étaient il y a peu de temps, le portage par bêtes de somme, bœufs, ânes, chameaux, ou, plus souvent, le portage traditionnel à tête d'homme. Aujourd'hui encore, de longues théories d'individus transportent aux comptoirs les produits de leur cueillette ou de leur récolte, s'absentent des jours et des jours de leur village, laissant ainsi en souffrance leurs plantations.

Par bonheur la construction de voies ferrées, de routes carrossables, l'aménagement de cours d'eau ou de biefs pour la navigation réduisent peu à peu ce mode primitif de transport, et permettent une économie de travailleurs et un accroissement de la production.

En 1902, le réseau ferroviaire en exploitation dans l'ensemble de l'A. O. F. comprenait 550 km de voies. Aujourd'hui, et malgré l'arrêt qu'ont subi les travaux pendant la guerre, le réseau du groupe de colonies se développe sur 3.000 km assurant le transport annuel d'environ 4 millions de voyageurs et de 1 million de tonnes de marchandises diverses. Depuis peu, un nouveau programme de grands travaux a été adopté qui va permettre d'augmenter rapidement la longueur des voies ferrées en exploitation. De plus, un réseau routier de 35.000 km, construit entièrement depuis la guerre et sur lequel les automobiles circulent chaque année plus nombreuses (il y a actuellement 3.500 autos en service en A. O. F. dont la moitié est constituée par des camions et camionnettes) complète les moyens de communication et de transport d'un pays où la civilisation a tout à bâtir et à organiser.

* *

76

Les formes du commerce ont singulièrement et rapidement évolué en A. O. F.

A l'origine, le troc était pratiqué. On échangeait de l'ivoire, de l'or, des plumes de parure, des bois précieux, des individus même, contre de la pacotille européenne : du tabac, des ustensiles de ménage, de la verroterie, des tissus, etc... Le vrai commerce avec circulation monétaire ne s'est implanté que peu à peu.

De puissantes sociétés ont d'abord créé des comptoirs sur la côte et le long des grandes artères de communication, utilisant les traitants indigènes pour prendre le contact plus à l'intérieur avec le producteur.

Puis, sous l'effet de la concurrence entre les entreprises privées plus nombreuses, et sous l'effet aussi des progrès de la pacification, le pays s'est ouvert davantage à l'activité commerciale, ce qui a permis de multiplier les opérations et les factoreries un peu partout.

D'une manière générale, le producteur apporte actuellement au comptoir proche, la matière première qu'il a récoltée. On la lui paie. Et, avant de s'en retourner au village, il consacre une partie de la somme reçue à l'achat d'articles d'importation nécessaires à son bien-être. Le traitant et l'intermédiaire disparaissent peu à peu; le producteur entre directement en rapport avec le comptoir.

Plus tard, on assiste aux premières tentatives d'entreprises agricoles européennes. Le nombre de ces exploitations augmente rapidement, qu'il s'agisse de plantations soit de cacaoyers, de palmiers, de cocotiers à la Côte d'Ivoire, soit de sisal, de dâ et de coton au Soudan, soit de bananiers et d'ananas en Guinée.

Les richesses du sous-sol captent l'attention. Dès les premiers temps de l'occupation, la prospection mène ses investigations sur les terrains aurifères et, de 1898 à 1904, quantités de sociétés minières, dont peu subsistent à présent, sont constituées en vue d'exploiter le métal précieux au Soudan, en Guinée, en Côte d'Ivoire. Des mécomptes, des spéculations malheureuses découragent l'industrie minière pour un temps. Nul doute cependant que les ressources du sous-sol ne soient intéressantes même en dehors de l'or, mais des recherches sont à faire préalablement ainsi qu'une parfaite reconnaissance géologique du pays. Elles sont entreprises actuellement. Il se peut qu'alors des gîtes métallifères, ou de gemmes, ou de combustibles liquides soient signalés dans l'avenir et exploités avec profit.

Près de la Côte d'Ivoire, la Gold Coast britannique voit son industrie minière prospérer sans qu'il y ait de raison, par la nature des terrains, que

notre colonie demeure tellement retardataire. Les Anglais tirent annuellement de la Gold Coast pour 218.000 livres sterling d'or, et ils y ont trouvé de beaux gisements de manganèse, de même que des diamants.

L'industrie européenne avec son outillage mécanique perfectionné fait, en dernier lieu, son apparition. Elle est à ses débuts. Elle se propose de traiter sur place certaines matières premières dans le but soit d'améliorer le produit, soit d'économiser de la main-d'œuvre, soit de gagner du frêt. Ainsi sont installés déjà à la Côte d'Ivoire des scieries et des menuiseries, des appareils de fermentation de cacao, des huileries, des usines pour le traitement des fruits du palmier à huile, des rizeries; au Soudan : des défibreuses, des égreneuses et des presses à textiles (coton, kapok, sisal, dâ), des décortiqueuses d'arachides; au Sénégal : des fabriques d'huile, des salines; en Mauritanie : une installation pour la préparation du poisson; au Dahomey : des huileries; en Guinée : des distilleries de plantes à parfum; de plus, il sera prochainement créé à Conakry une installation frigorifique pour le stockage des bananes. Enfin, de nombreux centres possèdent des usines d'électricité et des fabriques de glace.

Il est permis de se rendre ainsi compte des progrès de la colonisation dans ces pays neufs où la superficie totale mise en valeur ne représente encore qu'une parcelle infime de l'étendue du groupe de colonies. Et même la partie mise en valeur ne l'est qu'incomplètement. Elle est loin de donner son plein rendement en raison des procédés rudimentaires d'exploitation employés, de l'absence presque complète d'outillage agricole perfectionné, comme d'emploi des engrais fertilisants.

*
* *

Les chiffres donnés par le mouvement général du commerce de l'A. O. F. sont le reflet de son activité économique. Ils étaient de 250 millions de francs en moyenne dans les trois dernières années qui précédèrent la guerre; ils ont été en 1926 de près de 3 milliards de francs. La progression en valeur est donc très importante mais est due en partie à la dépréciation du franc.

Ce qui est plus significatif, c'est l'augmentation *en poids* des principales matières importées et exportées, notamment dans ces dernières années; elle est digne d'être signalée : 707.000 t en 1923, 1.076.000 t en 1925. Et cela malgré les prix élevés atteints par les articles manufacturés d'importation qui ont pour effet une restriction des achats de la part des indigènes, et malgré l'application de la Convention de Saint-Germain et la prohibition de vente des alcools de traite qui ont singulièrement diminué le mouvement des importations. La consommation de l'alcool qui était de 72.000 hl en 1913 n'a plus été que de 16.293 hl en 1925.

Il n'est pas sans intérêt de noter que la part de la France dans le mouvement général du commerce de l'A. O. F. atteint plus de 50 p. 100; exactement 47 p. 100 aux importations et 62 p. 100 aux exportations.

Le pourcentage est élevé. Il pourrait l'être davantage. Dans un milieu aussi averti que l'est celui de la Société d'Encouragement, il n'est pas inutile de faire remarquer qu'il existe des articles que notre industrie nationale pourrait tout aussi bien fournir en place des pays étrangers si elle connaissait mieux les débouchés que lui offre notre groupe de colonies tropicales de l'A. O. F. et si elle adaptait sa fabrication aux modes et aux nécessités locales.

Comment se fait-il que l'Angleterre demeure la grande importatrice de tissus dont elle approvisionne annuellement l'A. O. F. pour une valeur dépassant 240 millions en 1925? Comment se fait-il que la Hollande importe pour plus de 9 millions de francs d'articles de bonneterie? Que l'Espagne concurrence sérieusement nos vins? Les exemples de cette nature pourraient être multipliés. Or, il n'y a aucune raison pour que nos filatures, nos tisserands et nos viticulteurs ne parviennent pas à imposer leurs articles.

Une même observation est à faire pour les produits d'exportation. Notre pays a besoin de matières grasses. Comment se fait-il donc qu'une bonne partie de la production des amandes de palme du Dahomey et de la Côte d'Ivoire prenne la direction soit de Hull, soit de Hambourg? Pourquoi notre industrie des huileries qui demande du coprah et des arachides à des pays de change élevé ne se décide-t-elle pas à multiplier les huileries susceptibles de traiter les amandes de palme? Pourquoi achète-t-elle aussi une forte proportion de la récolte d'arachides des Indes britanniques alors qu'une partie assez importante de la production d'arachides du Sénégal est exportée sur divers pays étrangers? Pourquoi nos bois coloniaux prennent-ils le chemin de Liverpool ou des États-Unis alors que les importations de bois étrangers représentent un tonnage d'une valeur considérable, toujours aux dépens de notre change?

Il y a là des problèmes à résoudre en faveur de notre industrie nationale sur lesquels on ne saurait trop appeler l'attention parce qu'ils sont gros de conséquences.

*
* *

Je viens de parler des produits d'exportation, c'est-à-dire des matières premières indispensables au ravitaillement de la métropole. Il est utile de rappeler à cet égard que les grands produits d'exportation actuelle de l'A. O. F. sont les oléagineux et les bois. D'autres produits fournissent également des chiffres de sortie intéressants, mais ils retiennent surtout l'attention par leurs possibilités d'avenir. Nous y reviendrons plus loin.

On peut dire de toute la partie de l'A. O. F. ayant bénéficié réellement d'un commencement de mise en valeur qu'elle est le pays des oléagineux. Les différentes colonies du groupe, dans une proportion plus ou moins forte, participent à ce commerce de produits oléifères qui pourraient alimenter largement notre industrie des huileries. Ceux qui donnent lieu à des exportations sont les suivants : arachides, produits du palmier à huile (huile et amandes de palme), graines de sésame, graines de ricin, graines de coton, coprahs, produit du karité (beurre et amandes). Mais, dans cette énumération, deux produits, par la place qu'ils tiennent dans le commerce de la colonie méritent une mention particulière : l'arachide et le palmier à huile. En 1925, en effet, sur un total d'exportation de 693.000 t et 848 millions de francs, les graines d'arachides seules ont fourni 453.000 t et 506 millions de francs et les produits du palmier à huile près de 100.000 t ayant une valeur de 178 millions de francs. Ces chiffres indiquent nettement l'importance de ces deux oléagineux pour nos territoires de l'A. O. F.

L'arachide fait actuellement la prospérité d'une des colonies de l'A. O. F. : le Sénégal. Sa production se maintient annuellement dans les environs de 300.000 t. La récolte de 1925, particulièrement favorable, a permis d'exporter en 1926, 483.000 t. Ce chiffre paraît élevé et cependant la production pourrait être encore plus grande. Le sol s'appauvrit en effet d'une culture sans cesse renouvelée depuis un quart de siècle; la culture s'effectue toujours par les mêmes procédés rudimentaires de l'indigène qui ne tire guère plus de 600 kg à l'hectare alors que certaines contrées de l'Inde et de l'Amérique du Nord fournissent 3.000 kg à l'hectare; les semis non renouvelés deviennent de mauvaise qualité. Une amélioration ne pourra être obtenue que par une sélection des semences et un perfectionnement des méthodes culturales indigènes, par l'emploi d'engrais et d'outils agricoles perfectionnés : petites charrues légères, semoirs, arracheuses, etc... Des études à ce sujet sont poussées dans une station expérimentale située à M'Bambey (Sénégal) dont les résultats seront répandus dans la masse indigène par le moyen de fermes agricoles dont plusieurs fonctionnent déjà. Ces résultats sont d'autant plus intéressants pour l'ensemble de notre colonie que si, jusqu'ici, l'arachide a été la monoculture du Sénégal, l'aire de production de cet oléagineux s'étend à toute la zone soudanaise (entre le 8° et le 14° de latitude Nord) et que bientôt d'autres possessions, reliées maintenant à la mer par des voies ferrées, vont pouvoir exporter, elles aussi, la précieuse graine.

Le palmier à huile dont l'habitat est en Casamance, en Guinée, en Côte d'Ivoire et au Dahomey, constitue des peuplements exploitables couvrant une superficie considérable. Ces palmeraies, d'après les évaluations faites, comprendraient 105 millions de palmiers adultes, susceptibles de produire

164.000 t d'huile de palme et 438.000 t d'amandes. Or, en 1925, les exportations ont été seulement de 26.000 t d'huile et de 73.000 t d'amandes.

Quelles sont les causes de cet écart considérable entre les possibilités et les exportations actuelles? D'abord le nombre de palmeraies délaissées ou mal entretenues; ensuite le défaut de sélection des plants dont certains ont des rendements insignifiants; enfin les moyens rudimentaires d'exploitation de ces ressources naturelles.

Le premier de ces défauts provient de la très grande dispersion des palmiers perdus dans la forêt ou dans la brousse et du manque de main-d'œuvre auquel il est impossible de remédier actuellement.

Par contre, deux stations expérimentales situées l'une en Côte d'Ivoire, l'autre au Dahomey poursuivent leurs études en vue de porter remède aux autres inconvénients par la sélection de races de palmiers capables de fournir des rendements élevés en fruits de haute valeur industrielle, et par des recherches sur l'amélioration des procédés d'extraction. On a calculé qu'il est perdu annuellement, par les procédés rudimentaires indigènes, 20.000 t d'huile d'une valeur actuelle de 80 millions de francs.

Voici quelques années déjà que les efforts se portent vers l'introduction d'un outillage mécanique pour le traitement industriel des fruits du palmier à huile et le concassage des graines de palme⁽²⁾. Certaines huileries européennes se sont établies mais l'expérience n'a pas été concluante parce qu'elles avaient, en général, une capacité d'alimentation trop grande par rapport à l'approvisionnement possible par les indigènes.

Actuellement les recherches se poursuivent en vue d'améliorer les procédés employés par les indigènes eux-mêmes en leur permettant d'extraire, au moyen de presses à bras, une plus forte proportion d'huile de la pulpe, et en mettant à leur disposition des concasseurs mécaniques fonctionnant à bras ou à l'aide d'un moteur pour la séparation de l'amande de la coque du fruit. Ils permettraient de libérer une quantité de main-d'œuvre considérable si l'on songe qu'une femme ou un enfant chargés de ce travail parviennent à casser un maximum de 2 kg de graines par jour, entre des cailloux.

Parmi les autres oléagineux intéressants, je citerai le ricin dont la culture avait été développée pendant la guerre pour satisfaire aux besoins de la défense nationale. L'huile de ricin était demandée comme huile lubrifiante utilisée en aviation. Depuis la fin des hostilités, la production n'a fait malheureusement que décroître parce que le cultivateur s'est découragé devant la carence des acheteurs. Cette production avait atteint un maximum de 500 t en 1920 et elle n'est plus actuellement que de 136 t. La culture du

(2) Voir à ce sujet dans le *Bulletin* de février 1927, p. 143, le compte rendu des essais de concasseur d'amandes de palme.

ricin mérite cependant d'être encouragée en raison des demandes de graines qui sont faites par l'aviation.

Bien que le cocotier pousse dans d'excellentes conditions sur le littoral, sa culture rémunératrice n'a pas encore beaucoup tenté les planteurs. Les exportations en coprah sont encore insignifiantes : 145 t, et pourtant la France importe une grande quantité de coprah (156.000 t en 1925) provenant en majeure partie des Philippines et de Ceylan.

Comme on le voit, l'A. O. F. pourrait largement approvisionner la métropole en matières grasses nécessaires à ses industries et même trouver, dans l'avenir, d'intéressants et faciles débouchés à l'étranger. Les oléagineux ne cesseront de compter, pendant longtemps, au nombre des principales ressources de nos colonies de l'A. O. F., le tonnage de la production étant susceptible d'être considérablement accru.

Parlons maintenant des bois : une des colonies du groupe, la Côte d'Ivoire, possède une forêt dont la superficie est évaluée à 12 millions d'hectares et a exporté à elle seule en 1926 plus de 150.000 stères de bois, surtout d'essences précieuses utilisées en ébénisterie.

Voici longtemps déjà que ce pays remarquablement doté en forêts trouve dans cette industrie une ressource importante. Mais, peu à peu, les peuplements d'acajou situés à proximité du littoral, de la voie ferrée ou des cours d'eau praticables, s'épuisent et l'exploitant est contraint de s'enfoncer davantage dans l'intérieur pour trouver des arbres de prix. L'utilisation dans la métropole des bois coloniaux est une question d'actualité, mais de solution difficile.

Du côté des Pouvoirs publics, les encouragements ne manquent pas. On sait les besoins de la France en bois. Notre pays importe annuellement des millions de mètres cubes (2.223.000 t en 1924) de bois de l'étranger aux dépens de notre change, alors qu'il possède dans ses colonies d'immenses réserves. Des efforts ont bien été faits en vue d'étendre l'utilisation en France des bois coloniaux. Le Ministère des Colonies exige dans les cahiers des charges pour la construction de wagons, des clauses indiquant que tous les bois utilisés doivent provenir de nos colonies. Les commissaires de l'Exposition coloniale interalliée de Paris de 1929 ont été avisés que les bois coloniaux doivent seuls être utilisés comme bois de construction et d'aménagement. De leur côté, les grands réseaux de chemins de fer de France ont constitué un consortium en vue de l'exploitation au Gabon des traverses en bois pour les chemins de fer.

Mais quelles difficultés se heurtent à ces encouragements.

D'un côté l'exploitant forestier veut — et cela est bien naturel — tirer le plus de profit d'un métier pénible et plein d'aléas. Il va aux essences riches,

aux bois d'ébénisterie. Il néglige les bois de construction. Il préfère aussi expédier ses bois en grume ou grossièrement équarris, plutôt que de les laisser sécher de longs mois puis de les débiter sur place.

D'autre part les besoins de l'étranger en acajou sont toujours grands. Et il est de bien meilleur rapport d'expédier de l'acajou sur les États-Unis ou sur Liverpool au taux du change que sur les marchés français. Enfin, du côté des industriels métropolitains, l'habitude de travailler des bois connus avec un outillage bien adapté les rebute de tenter de nouveaux essais sur des essences nécessitant un outillage spécial. Et puis, nos industriels sont habitués à certaines variétés de bois dont ils ont l'assurance d'être approvisionnés régulièrement et abondamment, alors que les bois coloniaux leur parviennent assez irrégulièrement.

Malgré ces difficultés la Côte d'Ivoire est appelée dans un avenir prochain à approvisionner largement la métropole en bois précieux et même en bois d'œuvre, la libérant ainsi du lourd tribut qu'elle paye à l'heure actuelle aux pays du nord.

*
* *

Il serait fastidieux d'énumérer tous les produits fournis par l'A. O. F. : les peaux de bœufs, le caoutchouc, la cire, les poissons frais ou séchés, la gomme arabique, la gomme copal, les noix de kola, le piment, l'indigo, l'ivoire, l'or natif, etc... dont le tonnage est sans cesse croissant sans être encore de première importance. L'attention mérite cependant d'être fixée sur plusieurs produits de grand avenir : les textiles, le cacao et la banane.

Il est beaucoup question depuis quelques années de l'avenir cotonnier de l'A. O. F. Les grands pays producteurs de coton multiplient leurs filatures et traitent de plus en plus chez eux la matière première, au détriment de l'approvisionnement de nos usines. D'autre part, nos importations de coton de l'étranger se sont chiffrées en 1926 par 4,5 milliards de francs, ce qui n'a pas été sans influence sur notre change. Ces circonstances diverses portent l'attention de nos industriels vers celles de nos colonies où le textile a chance de réussir.

Si l'ensemble de l'A. O. F. fournit déjà, en culture indigène, des quantités appréciables de coton que les noirs utilisent pour la confection de tissus grossiers, incontestablement, la vallée du moyen Niger et celle du Sénégal offrent de vastes étendues qui se prêtent parfaitement à la culture européenne du coton que des entreprises privées pratiquent déjà avec succès par pompage ou en culture sèche.

Tout un programme d'irrigation des terres favorables à pareilles entreprises a été arrêté car il ne faut laisser la place à aucun aléa dans l'examen

d'un problème délicat et de pareille ampleur. L'expérience des pays producteurs comme l'Inde et l'Égypte doit servir d'exemple : les questions de drainage, d'hydraulique agricole, d'assolement, de démographie, etc... ne sauraient échapper. Les travaux d'irrigation entrepris par le Gouvernement de la Colonie, comprenant la construction d'un barrage et d'un canal de dérivation, ont été commencés il y a plus d'un an dans les environs de Bamako.

Quoi qu'il en soit, que la culture du coton soit effectuée en terre sèche par l'indigène ou bien par irrigation, ce n'est pas avant plusieurs années que l'A. O. F. sera en mesure de pourvoir à l'alimentation de nos filatures. Activement, l'Administration et d'importants groupements privés s'occupent de la question en vue d'entrer le plus tôt possible dans la période de réalisation, utile au premier chef à notre industrie nationale.

Un autre textile intéressant pour l'industrie manufacturière française est la laine. La France a besoin chaque année de 250.000 t de laine ; or, sa production particulière s'élève seulement à 23.000 t et ses colonies ne lui fournissent que 16.500 t. Cet appoint est nettement insuffisant ; sur ce total, l'A. O. F. ne procure même pas annuellement en moyenne un millier de tonnes malgré un cheptel ovin évalué à 4.800.000 têtes. Cela tient à ce que les deux tiers de ce troupeau sont constitués par des moutons dont la toison est composée uniquement par du jarre, c'est-à-dire par du poil, et que le poids de la laine des autres moutons est minime.

Pour améliorer la qualité de la laine et augmenter la production par la transformation du troupeau actuel en cheptel à forte toison, l'Administration, en plein accord avec la Chambre de Commerce de Tourcoing, a essayé l'introduction d'un troupeau mérinos du Cap dans différents points de la colonie ; ces essais d'acclimatement de la race mérinos pure n'ont pas réussi partout mais, dans certaines régions, notamment dans la région sahélienne qui s'étend entre Kayes et Tombouctou, l'expérience par croisement des races locales a donné les meilleurs résultats et tout fait espérer qu'un jour la colonie du Soudan français, qui projette des méthodes d'élevage comparables à celles déjà pratiquées en Australie et en Argentine, deviendra exportatrice de grandes quantités de laine.

Je terminerai cet exposé des ressources de l'A. O. F. en mentionnant la culture du cacao et de la banane. L'introduction de la culture du cacaoyer à la Côte d'Ivoire est relativement récente ; elle date d'une vingtaine d'années mais elle constitue déjà un élément de richesse pour la Colonie où la majorité de la production provient des plantations indigènes. Sans atteindre, même de très loin, les chiffres d'exportation de sa voisine, la Gold Coast, la Côte d'Ivoire a expédié, en 1926, 6.839 t de cacaos à destination de la métropole, et la France, qui consomme chaque année 43.000 t de ce produit, trouve

maintenant dans ses colonies (Côte d'Ivoire, Togo, Cameroun) 40 p. 100 de ses besoins.

Il n'en est pas de même malheureusement pour la banane, ce fruit si estimé qui provient toujours presque exclusivement des Canaries et des Antilles étrangères. La Guinée française, par son sol et sa proximité de France, constitue cependant une terre d'élection pour cette production qui augmente régulièrement d'ailleurs chaque année, mais qui bénéficiera certainement d'un essor prodigieux à l'époque très prochaine où sera réalisé le stockage des fruits dans un frigorifique en voie d'installation à Conakry et lorsque le transport par mer des bananes en grandes quantités pourra être effectué par des navires comportant des aménagements indispensables.

*
* *

Dans un pays neuf comme l'A. O. F. ce sont moins les hommes que les capitaux qui font défaut. Si paradoxal que cela puisse paraître, les demandes d'emploi pour nos colonies sont beaucoup trop nombreuses et la plupart ne peuvent recevoir satisfaction aussi bien de la part du commerce que de l'Administration. Si, en effet, le nombre de nos jeunes compatriotes qui demandent à s'expatrier est fort élevé, ces volontaires s'imaginent que, sans technicité, sans titres, ils sont aptes à remplir n'importe où, n'importe quel emploi. C'est une erreur à combattre.

Nos colonies de l'A. O. F. sont des terres de ressources, mais de ressources dont l'exploitation exige des groupements privés solidement constitués, sérieux, disposant de capitaux suffisants pour une attente de résultats qui peut se prolonger plusieurs années et surtout dotés d'un personnel très peu nombreux mais de choix et de réelle aptitude technique.

Que de fois des jeunes gens viennent nous trouver qui nous déclarent qu'ils possèdent un capital minime mais une ferme volonté d'agir. Ils sollicitent de nous des renseignements pour entreprendre une culture ou un élevage. Nous leur faisons remarquer qu'un élément leur manque qui, à lui seul, représente un grand capital, à savoir l'expérience du pays, du milieu et de ses habitants, l'expérience de l'agriculture coloniale, de la main-d'œuvre indigène. Nous leur indiquons le chiffre élevé des dépenses d'une première installation : frais de voyage, de premier équipement, de construction, de défrichement, attente des premiers résultats, et nous préférons, en définitive, les avoir découragés que d'avoir une part de responsabilité de l'échec vers lequel ils courent. Nous leur signalons toutefois la possibilité qu'ils ont d'investir leurs capitaux sous forme d'actions ou d'obligations dans les entreprises commerciales ou industrielles coloniales déjà florissantes.

Seuls réussissent en A. O. F. ceux qui disposent de l'expérience et de sommes suffisamment importantes, les mettant en mesure de faire face aux aléas de toute entreprise à ses débuts en pays neuf. Si, d'aventure, un planteur ou un commerçant ne disposant pas de grandes ressources parvient à réussir, c'est qu'il a pour lui d'avoir acquis, préalablement et au cours de longues années de labeur, l'expérience nécessaire à la bonne conduite de ses affaires comme attaché à une entreprise privée.

*
* *

De cet aperçu économique que faut-il conclure? Que notre Afrique occidentale a besoin de trois choses pour connaître une prospérité plus grande : un accroissement de la population indigène sous l'effet des mesures d'hygiène et d'assistance médicale qui constituent une œuvre de longue haleine;

un outillage économique plus complet en voies ferrées, ports et routes, ce à quoi l'action administrative travaille avec persévérance;

enfin et surtout, d'un afflux de capitaux, d'entreprises privées nouvelles et sérieusement constituées, pour concourir à la mise en valeur du pays. C'est sur ce dernier point que j'insisterai particulièrement en terminant cet exposé.

L'action de l'Administration, malgré toute sa bonne volonté, est actuellement des plus restreintes : en raison des difficultés financières de la métropole, nos colonies se voient dans l'obligation de subvenir à tous leurs besoins; ceux-ci sont considérables dans des pays neufs où tout, pour ainsi dire, est à créer; or les ressources de nos colonies d'Afrique qui proviennent, pour la plus grande part, de l'impôt de capitation, sont minimales; je ne vous citerai qu'un chiffre : en 1926, par exemple, et pour l'ensemble des différents budgets de l'A. O. F., le montant des taxes et impôts de toute nature s'est élevé seulement à 382 millions de francs, à peine le centième du budget français. Que réaliser avec une telle somme qui doit faire face dans un pays dont vous vous rappelez l'étendue, à toutes les dépenses d'administration et d'outillage?

C'est donc principalement par l'initiative privée que sera effectuée la mise en valeur du pays. Je lisais dernièrement que le tiers des capitaux anglais était engagé dans les entreprises coloniales; que n'en est-il de même pour les capitaux français qui ignorent encore trop, il faut bien l'avouer, les débouchés que leur offrent les colonies. C'est dans le but de vous indiquer très brièvement ceux que peut présenter l'Afrique occidentale française que je suis venu exposer devant vous ses ressources actuelles et ses possibilités d'avenir.

LE CONFLIT DES IDÉES SOUS LES TROPIQUES. LE MÉDECIN D'INFLUENCE FRANÇAISE ⁽¹⁾

par M. le docteur S. ABBATUCCI, médecin principal de 1^{re} classe des Troupes coloniales.

A l'époque où je m'embarquais sur les navires pour aller à la recherche des fleurs merveilleuses écloses sur les lointains rivages du Pacifique et de l'Atlantique, le voyageur n'était pas pressé. Volontiers, il s'arrêtait pour écouter la chanson des laptots et des tirailleurs, admirer les aspects du paysage et respirer le parfum de la longue route.

Pendant les grandes haltes tropicales, il nous arrivait parfois de construire notre maison et de dessiner notre jardin comme si nous étions destinés à y passer la vie entière. C'était l'heure des observations psychologiques. Engagés résolument dans le sillon de notre histoire coloniale, nous entendions avec respect la voix des morts, nos devanciers, et aussi celle des morts aborigènes afin d'essayer de concilier le sens de leurs destinées. Ainsi procède le médecin qui s'efforce de découvrir dans les antécédents de l'individu les germes des maladies futures. Notre but était de conquérir par la méthode de l'influence à la grande patrie métropolitaine les âmes des petites patries coloniales disséminées sur la vaste étendue du globe.

Nous vivons au siècle du pétrole et il n'est question que de mise en valeur de nos colonies. On parle de « l'épopée du caoutchouc », d'une politique du coton ou de la laine et, comme le disait M. O. Homberg, il faut aujourd'hui moins de temps pour aller de Paris à Tombouctou qu'il n'en fallait autrefois à Madame de Sévigné pour rendre visite à « sa chère bonne » au château de Grignan. Cependant, les mêmes problèmes psychologiques demeurent. Gustave Lebon a écrit que « la domination des forces rationnelles par les forces affectives et mystiques doit être toujours présente à l'esprit, quand on veut comprendre la genèse des grands événements qui perturbent la vie des peuples ».

A quoi bon rechercher l'exploitation économique des milieux, s'ils doivent être troublés par nos contacts, s'ils doivent se montrer hostiles, si nous sommes destinés à ne pas recueillir un jour le produit de nos efforts et de notre persévérance? Le problème colonial a des aspects complexes, mais il est certain qu'il doit demeurer sous le contrôle des méthodes d'influence. Rien ne sert de bâtir sur des sables mouvants. Nous devons nous efforcer d'acquiescer les sympathies et le respect des populations d'outre-mer et de construire une assiette politique aux caractéristiques essentiellement françaises. Or si cet accord est déjà difficile à réaliser entre nations blanches que rapproche la même géographie humaine, on conçoit qu'il sera bien plus difficile à obtenir dans un conflit qui les met aux prises avec les races les plus hétérogènes, sous des latitudes équatoriales ou tropicales. C'est ce conflit que voient germer à chaque instant sous leurs pas ceux qui vont rendre visite aux dieux de l'exotisme : conflit climatique, conflit des mœurs, des religions et des langues, conflit des œuvres du service de santé qui se refusent à endosser le même vêtement sanitaire et de l'urbanisme, qui, pour construire le « home » européen, est obligé de se placer en marge de la ville indigène.

Je lisais récemment dans la *Revue des Deux Mondes* le récit d'un interview de M. Maurice PERNOT avec Mohamed Ali, un des leaders musulmans de l'Inde. « L'Islam, disait-il, n'est pas seulement une règle de vie, c'est un idéal que nous devons répandre dans l'univers entier, non par la force, mais par l'exemple et la persuasion. Rien dans l'Islam n'est contraire au progrès. Seulement, il faut s'entendre

(1) Conférence faite par l'auteur à l'École coloniale le 20 mars 1927; dernière d'une série de conférences publiques données à cette école pendant l'hiver 1926-1927 sur *La psychologie des populations coloniales*.

sur ce terrible mot... Le progrès occidental? Ecoutez : au temps des Croisades, musulmans et chrétiens se sont battus pour des idées, pour une foi. Des deux côtés, en tuant les corps des infidèles, on croyait sauver leurs âmes. Aujourd'hui, l'Europe et l'Asie se déchirent pour du charbon, pour du pétrole, pour du coton. Est-ce plus beau? »

Le même auteur fait remarquer aussi que lorsqu'un autre célèbre agitateur hindouiste, Gandhi, entreprit de lutter contre certains abus du régime des castes qui soutient tout l'édifice social et religieux de l'Inde, les assistants semblèrent l'écouter avec enthousiasme. Mais quand survint l'heure des repas, cette belle harmonie disparut et les groupes se séparèrent, car l'Hindou ne peut manger qu'avec ceux de sa caste.

*
* *

Après ce préambule nécessaire, prenons passage, si vous le voulez bien, à bord d'un des navires qui conduisent en Afrique occidentale.

Je connus l'Afrique à ma sortie de l'Ecole de Médecine navale de Bordeaux. La cloche du bord tintait les coups de minuit lorsque le paquebot *le Chili* vint mouiller ses ancres dans la rade de Dakar, la proue tournée vers l'étoile polaire. A tribord, une bande sombre, au-dessus du léger clapotis des vagues, laissait deviner la terre voisine. Le navire était plongé dans le sommeil.

Dans l'obscurité, un bruit de rames invisibles vint battre les flots et, sur un appel du timonier, l'embarcation de la Santé surgit tout à coup dans le halo lumineux qui entourait la maison flottante. Le médecin arraisonneur était un camarade de Bordeaux. Avec son vêtement blanc, sa figure pâle, sa maigreur, sa démarche ouatée par des espadrilles, il m'apparut dans la nuit comme un fantôme vivant, une réplique funèbre du jeune homme robuste avec lequel j'avais vécu naguère.

Messieurs, enregistrons au passage ce flagrant délit de l'action tropicale. Dans la lutte qu'il va soutenir, l'Européen va être atteint dans sa résistance organique. En admettant qu'il arrive à se protéger contre les maladies endémiques, il demeurera toujours un accidenté climatique, le prisonnier d'un milieu qui s'oppose absolument au libre développement des générations de race blanche. Aux colonies, l'acclimatement tient lieu plus à la flexibilité de notre industrie qu'à celle de notre organisme et l'on peut ajouter que le même phénomène se produit lorsque l'on veut par exemple, transplanter le noir africain dans la zone tempérée.

Quelques jours après, je remontais le Sénégal à bord du *Borignis-Desbordes* et c'est là que se place ma première observation sur la psychologie de nos collaborateurs de race noire.

Le vapeur était flanqué de deux chalands, l'un chargé de troupes d'infanterie de marine, l'autre d'indigènes. Au milieu de la foule disparate qui encombra le pont, un superbe Bambara se livrait à une mimique bizarre. Perché comme un échassier sur une malle neuve aux couleurs bariolées, il l'ouvrait à chaque instant pour en tirer toute une garde-robe : chemises de nuit, chaussettes, pantalons, vestons, souliers dont il se parait successivement. Cette exhibition de bazar dura tout le long du voyage pendant que le bateau, trainant son double fardeau, glissait sur les eaux tranquilles, entre les berges encaissées du fleuve, sous un soleil incendiaire. A chaque changement de décor, l'indigène se drapait dans ses nippes, levant les yeux vers nous pour nous signifier que lui aussi, connaissait les manières des *Toubabs*, dédaigneuses des boubous flottants qui s'entilent comme des chasubles. Cette parade — que l'on ne voit guère à Paris que chez les grands costumiers — extériorisait la faible densité de la mentalité soudanaise : l'orgueil de paraître semblable au blanc, la vanité puérile de l'enfant qui essaie son premier costume.

A mon arrivée à Kayes, alors capitale du Soudan français, je fus affecté comme médecin résident à l'hôpital. Ma première semaine se passa à me débattre contre un mauvais accès de fièvre, tribut obligatoire payé au paludisme. Emprisonné dans une moustiquaire, en compagnie d'une chauve-souris, je sentais pendant les délires nocturnes le battement de ses ailes membraneuses venir m'effleurer le visage.

En me réveillant de mon coma palustre, j'eus la surprise de constater que ma montre avait disparu. Mahmadi, un boy que j'avais recruté sur les berges du Sénégal, soupçonné dans son honnêteté, alla trouver un savant marabout, qui lui apprit, au moyen d'une poudre magique, que c'était le boy d'un camarade, mon voisin de lit, qui avait commis l'odieux larcin. Le voleur, contrit et repentant, s'en fut remettre l'objet au commandant du cercle, exécuteur de haute et de basse justice sur les terres soudanaises. Le code local prescrivait une dizaine de coups de corde nettement appliqués au bas des reins. Mais j'avais lu Mme BEECHER-STOWE et *La case de l'oncle Tom*, et j'intervins pour qu'il fût fait remise de la peine. Alors Mahmadi, en apprenant la nouvelle, se drapa avec fierté dans son pagne et me regardant avec mépris, formula son appréciation sur mon compte en des termes expressifs et imagés qui lui avaient été enseignés par un vieux brisquard de l'infanterie de marine.

*
**

Avec Mahmadi, je vécus la paix et la guerre, traversant la brousse embrasée et les marigots fangeux où chantent les moustiques, palabrant avec les indigènes à l'ombre des baobabs, soumettant des villages entiers à l'aide de notre prestige et d'une barre de sel gemme que nous distribuions par morceaux. Dès l'arrivée à l'étape, le lit de camp était déplié et la « cuisine la brousse » fonctionnait. Pendant le combat, il conservait sa grâce souriante, car il savait le blanc invincible et capable de mettre en fuite tous les sortilèges de l'ennemi.

Depuis notre association, il avait hérité d'une chemise de nuit blanche, qu'il sortait dans les grandes occasions, les jours, par exemple, où Aguibou fils d'El Hadj Omar, et sultan du Macina par la grâce du colonel Archinard, donnait son tam-tam dominical sur la place de Bandiagara. Il s'installait en marge du harem royal et des griots qui chantaient en frappant sur leurs tambours et en pinçant des guitares monocordes. Pendant que la foule amusée claquait des mains en cadence, les chanteurs le prenaient à partie et lui lançaient les appels d'une mélodie astucieuse, racontant ses exploits guerriers.

Les voix se faisaient pressantes et persuasives, élevant peu à peu les louanges jusqu'aux limites de l'hyperbole, tissant l'épopée des victoires et des conquêtes merveilleuses : il avait le courage du lion, l'agilité de la panthère et la force pesante de l'hippopotame ; sa présence mettait en déroute les hordes de Samory. Mahmadi se rengorgeait et un sourire satisfait s'épanouissait sur ses dents blanches. Alors les griots s'acharnaient sur leur proie chancelante, la musique infernale redoublait ses éclats et Mahmadi vidait tous les écus d'argent de ses poches dans les calebasses des musiciens ravis de leur stratagème.

Assis sur un fauteuil d'aspect géométrique, fabriqué avec des planches de caisses vides, j'assistais dans une pose hiératique à la défaite de mon allié et au shimmy des Toucouleurs adolescentes, au corps souple et aux gestes flexibles. Dans certains cas très rares, il me fit frémir de rage et de colère. C'est ainsi qu'une fois en quittant Aribinda, la ville aux mamelles de granit émergeant dans le sable, il oublia au campement une bouteille de miel qui remplaçait le sucre disparu depuis longtemps de mes cantines. J'y tenais comme à la prune de mes yeux et trois fois, au départ, j'avais répété à mon boy :

— Mahmadi, fais bien attention ; toi y a pas oublié le miel ?

— Oui, mon doctor.

Hélas ! en arrivant fourbu à l'étape auprès d'un puits desséché, après une marche de 53 km, sous un soleil qui faisait craquer la terre spongieuse des marigots étiques, le misérable n'avait pas tenu sa promesse ! Et ce jour-là, je compris cette phrase que Jules Lemaitre a écrite, à propos de la Carthage de Flaubert : « Partout où l'homme est en proie à un soleil trop fort, il semble qu'il devienne monstrueux ».

Rien d'ailleurs n'arrivait à ébranler sa sérénité et toutes les fois que je lui racontais les choses étonnantes qui se faisaient en France : des maisons grandes comme les montagnes du Fouta, des cuirassés dont un coup de canon aurait pulvérisé son village et toutes les merveilles de l'industrie, il se contentait de hocher la tête.

« Ça, il y en a manière toubab. »

C'était le fin mot de sa philosophie, et son seul regret était de n'avoir pu gagner beaucoup de captifs pour établir sa maison et vivre dans son village entouré de beaucoup de femmes et de la considération publique.

Vous connaissez maintenant la silhouette de Mahmadi, aux dents blanches, à l'esprit un peu court, assez vaniteux, mais fidèle et dévoué, un des types les plus représentatifs de l'ethnographie soudanaise. Incapable de nous comprendre, hors des actes élémentaires de la vie, il s'en consolait en pensant que « ça, il y en avait manière toubab ». Mais je dois avouer tout de même que ce fut lui qui, à ma grande mortification, me donna une sévère leçon de choses africaine lorsqu'il me fit entendre qu'en pardonnant une faute grave, j'encourageais tout bonnement son auteur à la récidive.

Pendant que j'étais à Kayes, on avait essayé d'organiser des villages dits « de liberté ». Cette inoculation brutale d'une idéologie sur des terrains qui n'étaient point préparés à la recevoir produisit les effets les plus déplorables. Alors que dans le village noir, le captif de case continuait sa vie heureuse et inoffensive, le village de liberté avait créé des foyers de déracinés où florissaient non seulement l'alcoolisme et la prostitution, mais aussi le sentiment anti-français, car ces complexes vont généralement de pair.

Je cueille également une curieuse aventure qui dépasse toutes les bornes de la compréhension médicale et de la tolérance de la chirurgie.

Je venais d'arriver à Bamako, — aujourd'hui capitale du Soudan, à cette époque simple fortin en rectangle percé de meurtrières — lorsqu'un indigène vint me trouver sur la véranda de l'infirmerie où je palabrais avec le médecin du poste. Il se présenta devant nous, tenant à bras tendus son boubou replié, comme un tablier dans lequel on aurait déposé une cueillette de cerises. Mais dans le creux de l'étoffe — *horresco referens* — comme sur l'étau d'un tripier, le noir avait déposé ses intestins.

Et voici comment était survenue l'aventure. Peu d'instants avant mon arrivée, en soulevant un fardeau, il avait vu apparaître au niveau de l'aîne droite une tuméfaction subite, qui n'était autre qu'une pointe de hernie. Intrigué, après des pressions infructueuses, il s'était mis en devoir, avec un tesson de bouteille tranchant comme un rasoir, de pratiquer une incision exploratrice pour reconnaître la cause de ce mal inconnu.

C'est ainsi qu'avec le courage d'un daïmio japonais, il fit hara-kiri sans le savoir. Voyant alors s'échapper de l'ouverture des anses blanches et nacrées, il se mit à les dévider — machinalement — jusqu'à extériorisation complète de toute la masse intestinale! Inquiet de ce résultat inespéré et gêné comme il convient, il avait ramassé tout le paquet dans son pagne pour venir nous faire part de sa découverte. Sa confiance fut récompensée. Il fut opéré incontinent et nous profitâmes de l'occasion pour faire la cure radicale de sa hernie.

Sa guérison eut lieu sans encombre. Malgré l'épreuve septique redoutable, le thermomètre demeura invariablement au-dessous du trait rouge de la fièvre, car les dieux d'Afrique sont débonnaires et ils veillaient au chevet du malade.

Les exemples que je viens de citer donnent une idée de la psychologie des races noires qui sont inscrites dans les grands cercles décrits par le Sénégal et le Niger et qui couvrent une superficie de 3.900.000 km² environ. La géographie humaine de ces 12.500.000 individus a été bien étudiée ici-même par le savant M. Delafosse, dont je salue respectueusement la mémoire. Au Soudan, les Mandingues, Soninkés, Dioulas, Maninkés, Bambaras, Senoufos, Mossis; au Sénégal : les Ouolofs et les Serreres; en Guinée : les Soussous; à la Côte d'Ivoire : les Kroomen, les Bétés et les Gouros; au Dahomey : les Djedjés; dans le moyen Niger : les Sonrhais, les Haoussas, etc., sans parler des Peuhls disséminés un peu partout.

A cette mosaïque de races correspond une multitude d'idiomes et de pratiques religieuses (islamisme, fétichisme, animisme) créant entre elles de véritables cloisons étanches.

Enfin, dans la région des sables et sur les bords du Niger, vivent en nomadisme ou en semi-nomadisme des populations plus évoluées, aux instincts belliqueux,

avidés de rapines, de souche berbère : ce sont les Maures et les Touareg. Natures indépendantes, elles ne se laissent pas facilement apprivoiser.

Un grand chef des Touareg nigériens disait un jour au médecin des troupes coloniales Richer : « Vous autres Français, vous êtes des esprits très supérieurs à nous qui sommes des gens simples ; pendant longtemps, nous avons essayé de comprendre ce que vous vouliez de nous ; mais lorsqu'après de grands efforts, nous croyons vous avoir saisis, nous nous apercevons que vous ne demandez plus la même chose. Alors, nous avons renoncé à vous comprendre ».

* *

Avant de quitter l'Afrique, faisons un bond par-dessus le Niger majestueux pour nous pencher sur l'immense forêt équatoriale et essayer d'y surprendre, au clair de lune, le murmure de sa vie nocturne.

C'est l'heure fugitive du grand silence blanc. Sous le baiser du rayon d'argent, le chien hargneux se remet à aboyer en rêvant aux étoiles, et, chassée par la crainte, la hyène soupçonneuse bat en retraite dans les épais fourrés. Dans les cases, sur les nattes en bambou, les hommes noirs s'ébrouent et s'interpellent. La vie suspendue va se refaire sous la clarté de la lune, au son des tambours et des balafonds.

Dans la proche clairière, le chef de la société secrète, les *Hyondos*, assemble ses adeptes pour leur donner l'investiture en chassant l'esprit du mal à coups de verges et en leur dévoilant les secrets des poisons et des danses.

Recouvert d'une peau de bête, l'homme-lion, rôde autour des cases, en soufflant dans une calebasse pour imiter le rugissement du roi du désert et profiter de la terreur qu'il inspire pour dévaliser les malheureux villageois.

* *

Lorsque le moment est venu de franchir le seuil de l'adolescent, une vieille femme de la tribu réunit les jeunes filles au pied de l'arbre du village. Habillées de feuillages verdoyants, elles se disposent en théories hiératiques. Armée d'un couteau en serpe, la sacrificatrice passe pendant que les griots s'épuisent à frapper sur les tambourins. Et, dans ce vacarme, le drame s'accomplit. Les opérées s'affaissent sur la terre battue ; sur les cuisses d'ébène, allongées et douloureuses, coulent de minces filets de sang. Le lendemain, dès l'aube, les nouvelles déesses, pâles et meurtries, s'enfuient vers la forêt humide de la rosée du matin.

Ce n'est qu'un mois après qu'a lieu le retour au village. Sur la place des palabres, les jeunes gens les accueillent avec des regards connaisseurs qui soupèsent l'avenir. Les tam-tams font rage. En proie à une frénésie sacrée, les seins vibrants, les adolescentes s'agitent dans un shimmy équatorial voluptueux en entonnant la chanson de la jungle :

« Les circoncises ne sont jamais fatiguées, par la danse ; L'arbre qui saigne sous la hache, Souffre-t-il moins que nous ? Qu'importe la douleur, Puisqu'elle est délivrance ? Les circoncises ne sont jamais fatiguées par la danse. »

Ainsi s'accomplissent sous l'influence du rayon d'or du soleil et du rayon d'argent de la lune les mystères sacrés des races africaines qui baignent dans le vaste nuage entourant la zone de l'équateur.

Les pratiques superstitieuses que je viens de vous décrire sont celles d'une peuplade, les Saras, qui vivent au sud de la cuvette tchadienne, le long du Chari et du Logone ; ils sont polygames et même endogames (on cite un chef qui a épousé ses deux sœurs). Leur morale primitive est toute dans l'idée de justice. Les droits du père de famille sur sa femme et sa descendance, du maître sur son esclave sont absolus. Leur religion est un mélange de déisme et d'animisme. Il y a un dieu bon et créateur « N'Di », et un mauvais génie destructeur « Kor » qui frappe les hommes de folie et répand les maladies.

Les Saras croient aussi à l'existence de l'âme et certaines tribus à la métempsychose. Si un enfant ressemble à son père, c'est que l'âme de son grand-père est

venue s'installer en lui et il devra être éloigné du foyer domestique. Vous voyez qu'en pays Sara, la recherche de la paternité ne doit pas être basée sur la ressemblance. D'autres âmes excorporées se fixent sur un arbre, un fourré auxquels on apporte des offrandes.

Mais le choc de notre civilisation avec celle de ces races primitives peut encore devenir plus brutal au contact de tribus anthropophages. Le grand évêque du Congo, monseigneur Augouard, raconte que, sur sa prière, un chef bigame avait renoncé à la bigamie : « Te voilà satisfait, lui dit-il, je n'ai plus qu'une femme. — Qu'as-tu fait de l'autre? demande l'évêque. — Je l'ai mangée, c'était la plus méchante ».

Pour guérir les Bandjos de l'anthropophagie, un missionnaire — le frère Séverin — avait tenté d'acclimater chez eux du bétail. Mal lui en prit car il fut dévoré lui-même par les cannibales.

Et que dire de ce fils auquel on annonçait la mort de son père fusillé pour rébellion et qui s'étonnait seulement que l'on ait « perdu toute cette belle viande ».

Vous voyez quelle est la constitution psychique de ces populations misérables, sous-alimentées, ravagées par la maladie du sommeil. Il faut leur apprendre à se loger, à se vêtir, à se nourrir; il faut les sauver, malgré elles, de la déchéance. Le problème d'influence est surtout ici d'ordre médical, car le médecin, en même temps qu'il guérit les corps délabrés, amène les esprits à la confiance par le miracle des guérisons rapides, comme celle du pian par les arséno-benzols.

Sur ce terrain même, il faut se garder d'actions intempestives promptes à semer la panique ou le désastre. Supposons, par exemple, que nous voulions introduire en Afrique équatoriale française une des pratiques modernes de la puériculture : l'allaitement artificiel. Cet abandon de l'allaitement maternel sera la condamnation à mort par entérite des nourrissons, car les mères indigènes ne savent pas se servir du biberon. Une autre fausse manœuvre serait de ne pas respecter la cellule familiale, demeurée prolifique sous la protection de ses normes ancestrales et de lui inoculer le virus malthusien.

Vous le voyez, ici, comme sous toutes les latitudes, l'influence française doit savoir choisir si elle veut être bienfaisante pour les peuples colonisés et en faire les collaborateurs vigoureux et reconnaissants de l'expansion économique française. Dans le numéro du 23 janvier de la *Dépêche coloniale*, le Dr SPIRE signalait une tentative intéressante d'un missionnaire, le R. P. Aupiais, pour faire revivre au moyen d'une revue locale, *La reconnaissance africaine*, les coutumes et le folklore du Dahomey. Cette initiative est à encourager, car elle rapproche de leur milieu d'origine les « déracinés », écrivains, interprètes déséquilibrés par les contacts européens.

* *

Disons adieu au continent noir et cinglons vers l'Extrême-Orient à bord d'un des luxueux paquebots des Messageries maritimes.

Après avoir franchi le détroit de Bab el Mandeb et le cap de Guardafui, nous sommes sur le seuil de l'Orient. Jusqu'ici malgré les changements de décors, les spectacles de la route donnaient l'impression du *déjà vu*, mais dans l'air qui vous entoure, sur le vaste Océan Indien, se préparent en silence des phénomènes nouveaux, conduits par les mystérieux machinistes de la météorologie tropicale : on ne respire plus la même atmosphère qui est plus lourde, d'une humidité pesante et voluptueuse.

Dans les périodes de repos de la mousson, le paquebot s'enfonce dans la lumière, sur la mer immobile, tous les sabords ouverts, frangés par une bande d'écume qui glisse le long de ses flancs incendiés. Au crépuscule, le globe rouge frappe les flots de l'horizon comme sur un gong et, sur le long frémissement, la nuit se pose apaisante et très claire sous les étoiles qui scintillent, tandis qu'une nappe phosphorescente jaillit sous l'étrave, ruisselante comme une rivière de diamants.

Il se dirige vers le Sud-Est, aborde à Ceylan, l'île du paradis terrestre. Ici,

l'escorte tropicale vous saisit de ses effluves. Elle est votre compagnon de route. Voilà Colombo, la capiteuse, baignée dans des parfums de camphre, de poivre et de cannelle qui se soudent aux émanations des torses bronzés hiératiques; la mer glauque de Malacca, foyettée par les grains tièdes équatoriaux et entourée d'une sombre verdure; Singapour, alourdie par les senteurs des fruits exotiques; Saïgon posée sur la terre rouge qui répand des odeurs de nuoc-mam⁽¹⁾ et de fumée de bois vert; les côtes d'Annam refuge de la dynastie impériale, et enfin la baie d'Along où flottent dans les eaux des îlots étranges, creusés de palais féériques, se profilant comme des animaux fantastiques et qui semblent s'écarter au passage du navire pour lui céder le chemin.

Faisons-nous débarquer dans un petit port de la Chine du Sud, à Pak-Hoï, où j'ai servi longtemps la cause de l'influence française. Je vais essayer de vous montrer les caractéristiques du milieu et son attaque par les méthodes médicales.

* *

Après les batailles de la conquête et grâce aux efforts de Jules Ferry, « le grand Tonkinois », l'Indochine avait réussi dès 1887 à réaliser son unité territoriale et administrative, sous le régime d'un gouvernement général. Mais, enserrée dans ses frontières sinosiamoisées comme entre des branches d'une tenaille, elle avait dû sans cesse lutter contre les réactions de ses voisins depuis les rives du Mé-Kong jusqu'au Quang-Si.

Cette situation particulière de notre enclave indochinoise n'avait pas manqué d'attirer en 1898 l'attention de M. le Gouverneur général Doumer. Il comprit qu'il serait intéressant d'appuyer ces victoires diplomatiques, imposées par notre prestige militaire, par des actions plus pacifiques et plus silencieuses, destinées à établir entre voisins des relations cordiales.

Naturellement, parmi les agents d'influence à choisir, c'est au médecin que l'on devait s'adresser de préférence. Sa radio-activité est parmi les plus visibles et les plus certaines, car la santé est encore le bien le plus précieux recherché par l'humanité souffrante, et celui qui apporte le soulagement à la douleur est toujours bien accueilli.

C'est ainsi que le gouvernement de l'Indochine fut appelé, après entente avec le département des Affaires étrangères, à organiser auprès de nos représentants, au Siam et en Chine, des postes médicaux, chargés de se mettre en contact avec les populations indigènes et de leur montrer la valeur des méthodes médicales européennes, libérées depuis longtemps de l'empirisme.

On sait que la Chine de cette époque était comme une maison fermée, dont quelques portes seulement avaient été laissées entr'ouvertes sur le monde extérieur. Le port de Pak-Hoï, livré au commerce étranger depuis 1877, se défendait néanmoins encore contre les contacts de la civilisation européenne. Nous y étions accueillis avec le mépris qu'inspirent des « diables étrangers » porteurs de maléfices et n'ayant jamais étudié les livres de Confucius et de Lao-Tseu où sont inscrits les principes immuables de la sagesse humaine.

Un Français moderne pourrait difficilement imaginer la structure de ce milieu compliqué, figé dans une routine millénaire, dominé par la religion des ancêtres et des superstitions innombrables. Toute la vie quotidienne se heurtait à ces impératifs de la tradition : pour construire une maison, il fallait prendre garde de l'orienter suivant le « vent du bonheur » (feng shui)⁽²⁾; on ne pouvait fouiller la terre, de peur de meurtrir le dragon merveilleux qui le gardait. A chaque pas, dans la rue, on entendait retentir le son des gongs bruyants et les appels des sorciers qui mettent les mauvais esprits en fuite. Enfin, dans l'ombre des sanctuaires, aux pieds de la multitude des bouddhas dorés, parmi les nuages des bâtonnets d'encens, venaient

(1) Mets indochinois préparé avec du poisson frais, salé et ayant subi une fermentation spéciale.

(N. D. L. R.)

(2) Le vent de la pluie. Le mot typhon vient de *Tai feng* (grand vent); écrit typhoon par les Anglais et prononcé à l'anglaise, c'est aussi le mot *taï fou* (grand vent), mot japonais d'origine chinoise.

(N. D. L. R.)

se répandre les offrandes de la piété chinoise : les papiers d'or, les bols de riz, les poulets, les canards laqués, destinés à conquérir les bonnes grâces de la divinité lointaine.

Un pareil esprit transporté dans l'étude des sciences expérimentales, qui exigent la comparaison et l'interprétation rigoureuse des faits, devait évidemment produire des résultats déplorables. La pharmacopée chinoise est certes très étendue, et un observateur sagace pourrait y glaner peut-être quelques notions intéressantes. Le Dr Regnault a signalé qu'elle pratiquait avant nous l'opothérapie rénale, hépatique et pulmonaire. Mais il est certain aussi que la plupart de ses longues formules médicamenteuses étaient en grande partie constituées par des remèdes analogues à la « poudre de sympathie », si fort en vogue en France au dix-septième siècle et que Mme de Sévigné qualifiait de préparation divine ? Elles étaient d'ailleurs administrées un peu au hasard par des rebouteurs, qui n'avaient besoin d'aucun diplôme pour exercer leur art et dont les études s'étaient généralement bornées à enregistrer quelques pieuses recettes léguées par la tradition familiale ; le diagnostic ne reposait sur aucun examen sérieux et scientifique du malade, et le traitement, incapable de remonter jusqu'à la pathogénie de l'affection, en visait à peine la symptomatologie.

Le Chinois qui venait à la consultation européenne ne s'y présentait qu'avec méfiance et en désespoir de cause, après avoir tâté sans succès des diverses médications locales. On se heurtait à des obstacles inouïs dès que l'on essayait d'instituer un traitement rationnel. C'est ainsi qu'un albuminurique soumis au régime lacté, se croyait, *a priori*, condamné à mourir d'inanition. On avait beau lui montrer la guérison en marche par la disparition des œdèmes, la diminution de l'albumine, tous vos efforts entraînaient rarement la conviction. La venue d'une fête, les racontars d'une commère du quartier, suffisaient parfois pour interrompre le travail laborieusement commencé.

Le rigorisme médical devait donc fléchir et ne point heurter directement les idées et les superstitions locales. On devait s'attacher à montrer par des exemples visibles et concrets que certains faits médicaux étaient indiscutables. Devant ces constatations certifiées par le succès, les malades les plus récalcitrants venaient peu à peu se soumettre à toutes les prescriptions. Ainsi s'établissait une sorte d'influence en série : telle affection guérie en amenait à votre consultation de nouvelles analogues, et l'on avait la série des tumeurs, la série des cataractes, etc. Comme il nous était advenu un jour de restaurer des lobules d'oreilles fendues, nous assistâmes, dans la quinzaine qui suivit, à un véritables défilé de femmes en mal d'esthétique, venant réclamer la susdite opération.

Il pouvait paraître *a priori* que les efforts de la science médicale devaient principalement se diriger vers les intellectuels plus aptes, par leur culture d'esprit, à accepter et à comprendre des idées neuves et rationnelles. Il n'en était rien cependant. Les lettrés chinois n'aimaient point à « perdre la face » et, à leur sens, on pouvait trouver dans l'étude du passé de leur pays la plupart des connaissances dont tire gloire la science occidentale. Voici quelques exemples choisis au hasard de cette lutte curieuse et passionnante :

Je reçus un jour la visite d'un amiral de la Marine chinoise. Il fut déposé en grande pompe sur un palanquin au seuil de mon hôpital, revêtu de son costume de guerre qui lui donnait un aspect à la fois pittoresque et terrifiant.

Ce haut mandarin était atteint d'une néphrite chronique avec un double épanchement pleural qui lui occasionnait une oppression douloureuse. Le seul remède d'urgence de cette dyspnée par compression était, évidemment, une ponction évacuatrice. Mais ce ne fut qu'après une série de discussions interminables que la nécessité de l'opération fut admise. A la vue du liquide jaillissant de son thorax, la surprise de l'amiral fut effarante. Enfin, il me dit adieu le corps plus léger et le cœur joyeux, en m'assurant de sa reconnaissance. Toutefois, une chose le chagrinait : la prescription d'un régime lacté d'abord, puis lacto-végétarien.

Tout allait bien, lorsqu'au bout d'une dizaine de jours, je vis apparaître, dans mon cabinet, un grand gaillard, à la moustache blanche tombante, revêtu d'un

mauvais veston de bazar et coiffé d'un chapeau melon crasseux sous lequel disparaissait enroulée, une tresse grisonnante. Quelle ne fut pas ma stupéfaction de découvrir, sous cet affublement grotesque, mon vieil amiral de jonques ! A ses côtés, un serviteur traînait une caisse de conserves, où la marque Rodel tenait la meilleure place, composées de civets de lièvre, jambonneaux, rillettes de Tours et pâtés de foie gras. L'illustre mandarin s'était imaginé que, puisqu'il était soumis à un régime diététique européen, toutes les préparations culinaires devaient lui être permises, *pourvu qu'elles fussent de provenance étrangère* ! Et c'est aussi pour des raisons psychologiques analogues qu'il se présentait devant nous revêtu de ce costume ridicule européen qui lui donnait l'aspect d'un épouvantail à moineaux !

Une autre aventure contribua beaucoup à asseoir ma réputation de guérisseur français, car elle consacra une victoire obtenue sur un des médecins indigènes les plus en renom dans la localité, et mon adversaire naturel, puisque je menaçais les sources mêmes de sa clientèle. Lorsqu'il se décida à me faire appeler auprès de lui, je le trouvai en proie à des douleurs intolérables, par suite de l'impossibilité où il se trouvait d'effectuer ce que l'on est convenu d'appeler dans le public, un petit besoin, mais qui, physiologiquement, doit être qualifié de grand, puisque sa suppression entraîne la perte de la vie. La limite de tolérance individuelle était bien près d'être atteinte et une rupture organique s'annonçait imminente, à moins d'intervention opératoire. Notre médecin, qui avait l'effroi du bistouri, la refusa énergiquement ; cependant, le lendemain, vers la huitième heure, on venait m'annoncer qu'il s'était fait conduire à l'hôpital. Après de nouveaux palabres, je finis par l'avoir à ma discrétion. Lorsqu'il se réveilla de son sommeil chloroformique, il eut la visible satisfaction de constater que les douleurs avaient disparu et que le danger d'une inondation interne était définitivement écarté.

Depuis il était devenu notre ami intime et un des meilleurs clients des pharmacies du Tonkin.

Les formes de la reconnaissance céleste s'exprimaient presque toujours par le don de panneaux de soie rouge (couleur qui signifie le bonheur), enluminés d'arabesques d'or, que les Chinois offrent à leurs mandarins en signe d'admiration et de gratitude.

Il n'en était pas toujours ainsi. Il nous advint de recueillir un pauvre hère atteint de carie costale. Il fut non seulement opéré et guéri, mais habillé et nourri aux frais de la formation sanitaire. Un beau matin, il disparut en me laissant seulement comme souvenir un chiffon de papier, reconnaissance du Mont-de-Piété où il venait d'engager les effets hospitaliers ! Aussi, avais-je quelquefois l'habitude d'appeler la reconnaissance chinoise, *la reconnaissance du Mont-de-Piété*.

Lorsque, en 1912, je dis adieu définitivement à la Chine du Sud avec laquelle, pendant douze ans, mon existence s'était presque confondue, la victoire était de mon côté : l'humble boutique chinoise du début, fréquentée seulement par quelques malades amenés par les missionnaires, était devenue un véritable hôpital où l'on enregistrait plus de 30.000 consultants par an.

*
* *

Dans son livre si curieux et parfois si paradoxal sur *L'inégalité des races humaines*, le comte DE GOBINEAU a écrit que « les institutions politiques ont à choisir entre deux origines : ou bien elles dérivent de la nation qui doit vivre sous leur règle, ou bien, inventées chez un peuple influent, elles doivent être appliquées par lui à des états tombés dans sa sphère d'action ».

Dans la première hypothèse, il ne prévoit aucune difficulté. La nation est née avant la loi. Le peuple base ses institutions sur ses instincts et ses besoins, et s'il survient quelque malaise, il corrige ses lois de manière à les mettre en parfaite harmonie avec le but à atteindre.

Mais qu'advient-il « lorsqu'une nation reçoit son code des mains étrangères pourvues de la puissance nécessaire pour le lui faire appliquer bon gré mal gré ? » Et il cite l'exemple d'Haïti où on se trouve en présence d'une société dont les insti-

tutions sont non seulement pareilles aux nôtres, mais dérivent des maximes les plus récentes de notre sagesse politique. « Tout ce que depuis 60 ans, le libéralisme le plus raffiné, dit-il, a fait proclamer dans les assemblées délibérantes de l'Europe, tout ce que les penseurs les plus amis de l'indépendance de l'homme ont pu écrire, toutes les déclarations de droit et de principes ont trouvé leur écho sur les rives de l'Artibonite. Rien d'africain n'a survécu dans les lois écrites... Cependant les mœurs demeurent aussi dépravées et aussi brutales qu'au Dahomey ou au pays des Fellatahs! »

Ainsi parlait, il y a plus de 70 ans, l'auteur du livre sur *L'inégalité des races humaines*. Les observations de M. de Gobineau ont toujours conservé leur valeur : la méthode de gouvernement qu'il préconise dans la première hypothèse serait celle d'une politique d'*association* qui respecterait les cadres de la civilisation des milieux exotiques, sous le contrôle du peuple colonisateur, tandis que la déplorable expérience d'Haïti correspondrait à la politique d'*assimilation*.

Il faut prendre nettement parti et combattre cette tendance qui est de concevoir nos possessions d'outre-mer comme comparables aux dominions de nos alliés anglais et de les gérer par les mêmes méthodes de gouvernement, qui se résument en un seul mot : l'assimilation. Ici l'illusion est manifeste. Le dominion est à peu près uniquement habité par des peuples de race blanche; il n'est qu'un rameau détaché du tronc principal métropolitain, où circule le même sang d'origine.

Il ne peut en être ainsi pour les colonies françaises qui sont presque toutes situées dans la zone tropicale, c'est-à-dire dans un milieu climatique dont les effets s'opposent absolument au libre développement des générations européennes ainsi que nous l'avons déjà dit.

Elles ne peuvent y vivre qu'à titre d'hôtes de passage, dans des conditions de vie minorisée et artificielle. D'autre part, l'étranger s'y trouve aux prises et en contact avec les éléments autochtones, noirs, jaunes ou café au lait, dont les mentalités s'opposent absolument à sa propre personnalité ethnique. Vouloir poursuivre l'assimilation de toutes ces races disparates, essayer de fondre dans le même creuset toutes les psychologies frustes ou compliquées de l'exotisme, c'est tenter de résoudre un problème insoluble.

Bien plus, elle est certainement dangereuse pour la puissance colonisatrice. Dans un but d'assimilation, on s'est appliqué, en effet, à distribuer à tous les cerveaux qui germent sous les latitudes para-équatoriales la même ration intellectuelle. A des esprits, évoluant depuis des milliers d'années suivant les conditions particulières de leur milieu, soumis aux lois de religions polyvalentes, le bouddhisme, l'islamisme, le fétichisme, etc., conduits par les mœurs et les coutumes les plus disparates, on a injecté, quelquefois avec violence, tous les produits sécrétés par la pensée française. Aucune barrière ne s'est élevée contre l'exportation intellectuelle et on a attribué à l'aliment de l'esprit la même valeur commerciale qu'à une denrée alimentaire. La réplique de cette méthode coloniale *anti-humaine* et *anti-scientifique* n'a pas tardé à se produire.

Les agitateurs comme Sun Yat Sen et Gandhi se sont recrutés parmi les élèves des écoles d'Oxford et de Cambridge, où ils ont puisé en même temps que leur instruction européenne, leur construction mentale de futurs dissidents. Ayant vécu en Angleterre sur le pied d'égalité avec leur entourage, ils ont cruellement souffert, en revenant chez eux, de retrouver des maîtres dans leurs camarades de naguère. N'étant plus assez indigènes ni assez européens, ils ont constitué une classe de « déracinés » ou « d'inadaptés » missionnaires de la dissidence. Ces réactions psychologiques sont inévitables et les psychiatres établissent qu'elles sont à l'origine d'un grand nombre de psychoses résultant d'un conflit entre l'idée exogène et le substratum atavique qui se refuse à le recevoir. On assiste à une véritable explosion de la pensée exotique.

Les convulsions de la Chine moderne inoculée par le virus occidental, exaltée par le bolchévisme, nous offrent le dramatique spectacle de ce conflit des idées.

Il y a déjà 20 ans que j'ai prédit l'aventure et, en 1922, dans une conférence à l'Athénée, je rappelais encore, comme il suit, mes réflexions passées :

« Au point de vue chinois, nos actions extérieures ont-elles été vraiment bien-faisantes ? »

Si l'on admet que le bonheur d'une nation est uniquement lié à son activité intellectuelle et scientifique, il est certain que la Chine ne pourra que gagner à suivre l'évolution qui lui a été imposée par les « diables étrangers ». Mais il convient de remarquer que la civilisation particulière des jaunes les avait conduits à dédaigner les manifestations fébriles de l'activité contemporaine et à s'immobiliser dans une série de formules subjectives, au parfum archaïque, qui ne jettent point le trouble dans les âmes.

Une très vieille civilisation aux caractéristiques rurales, immobilisée dans une manière de prison féodale, telles étaient les apparences sous lesquelles s'exprimait la Chine du Sud, il y a une dizaine d'années.

Nous croyons, pour notre part, que la politique des Européens en Extrême-Asie eût été vraiment efficace, si, en même temps qu'elle instruisait les Chinois de notre modernisme, elle s'était inquiétée de ne point troubler leur évolution morale, s'efforçant seulement de l'améliorer. Malheureusement, à ce point de vue, l'Occident s'est montré un éducateur déplorable et a livré à un grand peuple tous les secrets de sa force brutale, sans chercher à se ménager ses bonnes grâces spirituelles. Cela tient à ce que les directeurs de l'évolution extrême-asiatique ont été surtout des hommes d'affaires, qui ne rêvent que les bénéfices à courts termes des entreprises, sans se soucier de leurs conséquences sociales.

La science enfante des choses puissantes et monstrueuses qui peuvent à la fois produire le bien et le mal.

Il faut savoir utiliser le premier et enchaîner le second ; sinon, mieux vaudrait encore respecter le sommeil du dragon qui se dérobe dans les profondeurs de la terre. Mais ceci est une autre histoire et qui serait trop longue à raconter, puisqu'elle remonte au delà du déluge, que nos ancêtres Adam et Ève en avaient déjà discuté sous un arbre du paradis, l'arbre de la science.

Depuis, les événements ont contribué à justifier mes prédictions et, sous la poussée bolchéviste, la Chine se débat dans les convulsions de la guerre civile qui oppose les Nordistes aux Sudistes, en attendant une réconciliation nationale. Dans nos postes consulaires, où les médecins vivaient paisibles et respectés, nos formations sanitaires végètent en alerte perpétuelle, derrière les sacs à terre et les fils de fer barbelés. A Canton, le médecin-major Casabianca a perdu l'usage de son bras droit, à la suite de l'attentat dirigé contre le Gouverneur général de l'Indochine, et à mon ancien hôpital de Pak-Hoï, la foule des émeutiers a pu réussir à faire amener pendant quelques heures le pavillon français. Mais je n'aurais pas imaginé toutefois que la vague bolchéviste viendrait un jour déferler jusque dans les rues de Paris, aux pieds des habitants paisibles de la rue de Babylone⁽³⁾.

« Derrière les bambous bleus, a écrit PAUL MORAND, commence la Chine de l'intérieur où hier les blancs étaient maîtres et où ils ne rentreront peut-être plus. »

La vieille Europe comprendra-t-elle ces avertissements ? Consentira-t-elle, ainsi que nous le disions en 1907 et en 1922, à oublier ses querelles intestines et à regarder par-dessus son horizon pour y chercher les formules d'une politique nouvelle extrême-asiatique ?

Il n'y a guère de chances pour que cette croisade s'organise, de même qu'il est douteux que le Chinois trouve au bout de l'âpre évolution le bonheur qui est une notion subjective et qu'il s'était à peu près construit en réalisant l'harmonie des forces morales sous la protection des ancêtres.

Nous avons le devoir de nous défendre contre cette vague impondérable de faux humanitarisme qui cherche à s'infiltrer dans les esprits comme un gaz asphyxiant pour les empêcher de percevoir les justes proportions de la vérité coloniale.

(3) En 1926, des Chinois, pour la plupart étudiants, envahirent de force la légation de Chine, à Paris, pour obliger le ministre de Chine à signer, sous menace, certaines déclarations.

(N. D. L. R.)

Avant M. de Gobineau, MONTESQUIEU a écrit que : « Les lois sont les rapports nécessaires qui résultent de la nature des choses », ce qui revient à dire que les peuples doivent évoluer dans le cadre de leur civilisation. Lorsqu'on échappe à cette règle, il n'en résulte que des déboires.

Nous voici maintenant au centre de la question. Que faut-il pour la résoudre? La réponse est très simple : le maintien de notre prestige. Notre suprématie politique, créée par les forces de la conquête et les manifestations de notre activité, doit être à tout prix sauvegardée.

Pour cela, il n'est besoin que de ne pas confondre *instruction et éducation*.

La première est une chose banale, de réalisation facile et la deuxième est une opération complexe et très ardue. Elle consiste à travailler de jeunes esprits dans des buts bien définis, destinés à réaliser l'harmonie des forces sociales. C'est à elle qu'appartient le choix des matériaux de l'exportation intellectuelle. Il est des notions morales susceptibles d'être universellement admises et acceptées par tous les psychismes exotiques comme le bien et le mal, le juste et l'injuste. Jamais sous aucune latitude, nous n'avons pu surprendre leur carence.

Il est aussi des situations matérielles, dans la vie économique, où nous pouvons nous mêler à l'indigène, dans la collaboration la plus amicale, et le faire participer à toutes les mesures destinées à améliorer sa santé et son bien-être. Il semble que ce programme est assez vaste et assez important pour y trouver matière à occuper aussi bien les activités de la race autochtone que celles du peuple colonisateur.

En s'asseyant au foyer des peuples de la plus grande France, pour lui apporter son concours et son dévouement, le Français doit s'attacher à faire respecter ses droits de souveraineté. Se gardant d'actions intempestives, laissant chaque milieu libre d'évoluer suivant ses normes ancestrales, il apparaîtra parmi les indigènes, comme un directeur de conscience, un conseiller technique, capable de les diriger vers des destinées bienfaisantes. Si la fusion complète de deux éléments ne peut se produire, au moins peut-on espérer que, par une collaboration cordiale et honnête, s'établiront entre les uns et les autres, les liens de reconnaissance assez nombreux pour combler le fossé séparant des races n'ayant point la même communauté d'origine, mais soutenues par des intérêts communs.

En formulant ces conclusions, je me suis assuré qu'elles avaient reçu l'approbation des grands spécialistes de la science coloniale : l'illustre maréchal Lyautey, qui fut le maître de l'heure marocaine; M. Octave Homberg, un des grands animateurs de la pensée coloniale contemporaine, et le savant professeur de l'Ecole coloniale, M. Maurice Delafosse, dont j'ai salué plus haut la mémoire.

L'étude de la psychologie des races et de leurs réactions de contact doit être inscrite en première urgence dans le programme de mise en valeur des colonies, à moins que l'on ne veuille se livrer aux forces aveugles du destin.

C'est à cette bataille de l'intelligence sous les tropiques qu'il faut convier les jeunes générations françaises.

A ceux qui parlent de décadence et qui doutent des destinées coloniales de la France, nous répondrons par la parabole que R. KIPLING a inscrite à la fin de son livre de la jungle : *Au service de la reine*.

Trente mille hommes, des milliers de chameaux, d'éléphants, de chevaux, de bœufs, de mulets avait été rassemblés dans un endroit appelé Rawal Pindi pour être passés en revue par le vice-roi des Indes, en présence de l'émir de l'Afghanistan. Toute cette grande masse, manœuvrant avec ensemble, se rua sur les spectateurs et le « sol se mit à trembler comme le pont d'un steamer lorsque les machines forcent la vapeur ». Puis elle s'arrêta court et la ligne entière salua.

Alors, un vieux chef de l'Asie centrale, à la longue chevelure grise, se tourna vers un officier indigène : — Maintenant, dit-il, comment a-t-on accompli cette chose étonnante?

L'officier répondit en frisant sa moustache : Un ordre a été donné, auquel on a obéi.

ÉVOLUTION DE LA FABRICATION DE LA MARGARINE SOUS L'INFLUENCE DU PROGRÈS SCIENTIFIQUE

par M. P. NOTTIN, *Ingénieur-agronome, chef de travaux à l'Institut national agronomique.*

En 1872, Troost signalait, à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, un produit mis récemment dans le commerce par Mège-Mouriès. En réalité, le procédé datait de 1869 et une usine avait été installée à Poissy ⁽¹⁾, mais l'invasion de 1870 avait momentanément arrêté l'exploitation.

L'idée inspiratrice de Mège-Mouriès était de reproduire artificiellement le phénomène physiologique suivant : lorsqu'une femelle laitière est soumise à la diète, le lait contient toujours du beurre, mais l'animal maigrit; la matière grasse du lait proviendrait donc de celle des tissus adipeux, après digestion dans ces tissus et reconstitution dans la mamelle sous l'influence de diverses diastases.

La réalisation industrielle fut la suivante. Pour libérer la graisse des membranes, Mège-Mouriès fit appel à la pepsine des estomacs de porc ou de mouton; du suif en branche, après broyage, était maintenu au contact d'eau alcalinisée et d'estomacs, pendant deux heures à 45°. La graisse se réunissait à la surface; on la décantait et on l'épurait, ce qui donnait « les premiers jus ».

Ces premiers jus avaient un point de fusion plus élevé que celui du beurre; on les abandonnait à un refroidissement lent; une partie de la graisse figeait et était éliminée par pressurage. La portion restée liquide était plus riche en oléine que la graisse primitive et pouvait être obtenue telle que son point de fusion fût égal à celui du beurre. On l'appela « oléo-margarine » puis par abréviation « oléo ».

L'oléo présentait certains caractères du beurre mais n'en avait ni l'arôme ni l'aspect onctueux. Pour faire disparaître ces différences, Mège-Mouriès faisait agir les diastases de la mamelle. A cet effet, l'oléo était coulé dans une baratte contenant du lait de vache et une macération de mamelles de vache. Au bout d'un quart d'heure d'agitation, le mélange ressemblait à une crème épaisse et, après deux heures, il se prenait en une masse qui était lavée à l'eau froide et malaxée.

Sur le rapport de Boudet, le Conseil d'Hygiène, dans sa séance du 12 avril 1872, autorisa la vente du produit nouveau, en interdisant qu'on

(1) D'après les souvenirs de famille de M. Auguste Pellerin, la margarine aurait été fabriquée pour la première fois à Saint-Germain-en-Laye.

lui donnât le nom de beurre. L'industrie naissante s'installa rapidement dans le monde entier et, dès 1876, on comptait des usines à Paris, à Liesing (Autriche), à Milan (Italie), dans les États-Unis d'Amérique et à Christiania, aujourd'hui Oslo (Norvège).

En réalité, si Mège-Mouriès avait réussi du premier coup la préparation de la margarine, il s'était trompé sur la nature des phénomènes qu'il faisait intervenir. Aussi, les fabricants de margarine, en suivant attentivement les progrès scientifiques, purent-ils peu à peu modifier et perfectionner le procédé primitif en l'adaptant à de nouvelles conceptions. Pour étudier cette évolution de la margarinerie, nous n'adopterons pas l'ordre chronologique, mais nous classerons les améliorations en trois catégories suivant qu'elles se rapportent à la constitution physico-chimique du produit, à la nature des graisses utilisées ou à la formation de l'arôme.

Constitution physico-chimique de la margarine. — La margarine, devant imiter le beurre autant qu'il est possible, doit en avoir la constitution physico-chimique. Le beurre est une émulsion solide d'un liquide aqueux dans les corps gras, se différenciant du lait qui est une émulsion liquide de corps gras dans un liquide aqueux. La margarine doit donc être constituée par une graisse fluide au sein de laquelle se trouveront incluses des gouttelettes aqueuses; l'émulsion sera stable, comme l'est celle du beurre, si les gouttelettes ne se réunissent pas entre elles pour former une nappe aqueuse continue qui se sépare de la graisse.

On sait maintenant que toute substance, soluble dans la matière grasse et abaissant la tension superficielle de contact entre l'eau et la graisse, facilitera l'émulsion de l'eau dans la graisse. D'autre part, certains éléments colloïdaux peuvent former à la surface des gouttelettes une couche protectrice qui donnera de la stabilité à l'émulsion, surtout si la tension superficielle de contact entre cette couche protectrice et le milieu de dispersion est plus faible que la tension de même nature entre l'eau et la graisse.

Lézé, dès 1907, avait vu nettement ce phénomène et attribuait la stabilité du beurre à la présence, au sein de la masse, d'une certaine quantité de crème ayant échappé au barattage et d'éthers à faibles poids moléculaires formant un lien entre la matière grasse et le liquide aqueux. Il fallait donc introduire de la crème dans la margarine, y provoquer la formation des éthers désirés et au besoin y ajouter des substances favorisant les émulsions, telles que les nucléines et le jaune d'œuf. La macération de mamelle, employée à l'origine et abandonnée au moins depuis 1876, apportait sans doute des traces de corps modifiant les constantes capillaires des graisses.

Actuellement, la stabilité de l'émulsion, obtenue dans une baratte ou dans

un émulsionneur, est assurée par du jaune d'œuf, par la lécithine extraite du jaune d'œuf ou des germes de soja, par des huiles dites d'émulsion à base d'huile de soja polymérisée par la chaleur (brevet Schou), par les éthers résultant de la fermentation lactique et, éventuellement, par la matière grasse du beurre. La vitesse d'introduction des graisses dans le liquide aqueux, la température du barattage, la vitesse de rotation des agitateurs, la proportion des divers corps gras et du liquide aqueux sont les principaux facteurs qui ont été étudiés et qui permettent de réussir l'émulsion.

Une fois cette émulsion épaisse obtenue dans la baratte, on la fixe par refroidissement brusque, soit au moyen d'eau glacée, soit par congélation sur un cylindre refroidi à -20° ; ce dernier procédé prend chaque jour plus d'importance. La masse est ensuite rendue homogène par des pétrissages et des malaxations; elle retient une certaine quantité d'eau, comme le fait le beurre et comme ne le ferait pas une graisse fondue.

Nature des graisses. — En même temps qu'on supprimait la macération de mamelles au barattage, on n'utilisait plus les estomacs pour le traitement des suifs en branche. Les premiers jus sont obtenus par simple fusion à 65° des graisses fraîches et lavées, avec élimination des membranes par décantation et centrifugation. On passe ensuite à l'oléo par refroidissement lent et pressurage, comme l'avait indiqué Mège-Mouriès.

Dès 1873, l'huile de coton avait été utilisée, en mélange avec l'oléo, pour obtenir une pâte plus onctueuse. En 1880, les huiles de sésame et d'arachide purent remplacer l'huile de coton. Il fallait des huiles neutres d'odeur et de saveur, et les exigences de la margarinerie suscitérent des perfectionnements dans l'épuration des huiles végétales. La plus ou moins grande quantité d'huile ajoutée à l'oléo permit de régler le point de fusion du produit final et d'obtenir des margarines dites de table et d'autres moins fusibles pour la pâtisserie; on règle de la même façon la consistance de la margarine suivant la saison chaude ou froide.

Vers 1900, une petite quantité de coco, ou graisse raffinée de coprah, fut introduite dans la margarine. La graisse de coprah était connue depuis longtemps, mais son odeur désagréable et sa saveur amère en rendaient impossible tout emploi alimentaire; nombreuses furent les recherches tendant à désodoriser et à décolorer cette graisse. Pohl, en 1855, tenta la fusion en présence du noir animal; la décoloration s'obtint à 240° , mais l'odeur subsistait et la graisse avait été partiellement décomposée. Schlink, quelques années plus tard, employa le noir animal et l'alcool, procédé trop coûteux. Jeserich et Meinert Bruneau neutralisèrent les acides gras libres par la magnésie qui ne saponifie pas les glycérides; Gourjon et Guitton (1897)

employèrent le carbonate de soude. Aujourd'hui, on utilise la chaux, suivant le procédé Bang et Ruffin (1897) : il se forme avec les acides libres un savon insoluble qu'on élimine par décantation et par filtration; la désodorisation est effectuée par la vapeur d'eau sous pression réduite, et la décoloration s'obtient par le noir animal et la terre à foulon. La graisse de coco ainsi raffinée est un produit alimentaire qui peut être consommé directement; par un triage sévère des coprahs et par leur nettoyage parfait, on améliore encore la qualité.

L'emploi du coco dans la préparation de la margarine y introduit une grande quantité de glycérides à acides gras volatils qui manquent dans l'oléo et dont Mège-Mouriès avait en vain essayé la formation par voie diastasique. La quantité de coco fut progressivement augmentée dans la margarine à la satisfaction des consommateurs, et même, depuis 1907, on fabrique des margarines entièrement végétales à base de coco et d'huiles, sans oléo. C'est là un changement radical dans la conception première de Mège-Mouriès.

Depuis 1914, on utilise dans la margarinerie des huiles hydrogénées d'origines animales ou végétales, graisses neutres, parfaitement pures, qui donnent plus de consistance au produit grâce à leur point de fusion plus élevé que celui du corps gras primitif. On sait que l'hydrogénation des huiles consiste à fixer par catalyse des atomes d'hydrogène sur les acides gras non saturés, méthode dont le principe a été découvert par Sabatier et Senderens. En France, pour des raisons économiques, on n'utilise guère que le coco hydrogéné, mais, à l'étranger, on emploie des huiles végétales de toutes origines; et même, pendant la guerre, la graisse hydrogénée de baleine a permis à la margarinerie norvégienne de ne pas fermer ses portes.

Formation de l'arome. — En 1870, la saveur du beurre était attribuée à la présence des glycérides à acides gras volatils; aussi pour parfumer la margarine y introduisait-on de la crème ou du beurre. La loi du 16 avril 1897 limita la proportion des matières grasses provenant du beurre à 10 p. 100 du produit terminé et les fabricants de margarine se plaignirent alors de cette mesure.

Chose assez inattendue, l'invention, en 1878, de l'écrémeuse centrifuge continue par Gustave de Laval, devait, par une conséquence indirecte, occasionner un grand progrès dans la fabrication de la margarine. Lorsque l'on put préparer instantanément la crème avec du lait, on songea à baratter cette crème fraîche avec l'intention d'obtenir un beurre surfin, et plusieurs constructeurs établirent des écrémeuses-barattes. On constata alors que la crème fraîche produit difficilement du beurre, avec un mauvais rendement, et que ce beurre est dépourvu d'arome. Il se produit donc une transfor-

mation de la crème pendant la montée lente des globules gras au cours de l'écémage spontané. Le phénomène suscita de nombreuses recherches ; elles établirent, vers 1900, que la crème se mûrit par une fermentation lactique et que les parfums souhaités se produisent au cours de cette fermentation ; la matière grasse du lait n'intervient que pour retenir mécaniquement le parfum développé. On isola les ferments lactiques les meilleurs et l'on put ensementer des crèmes pasteurisées.

Les fabricants de margarine profitèrent de ces découvertes ; ils firent subir à la crème ou au lait la maturation dans les mêmes conditions qu'en beurrerie, peut-être même en poussant plus l'acidité. Ils allèrent plus loin dans cet ordre d'idées en produisant la fermentation lactique dans du lait écrémé ou dans des solutions de lactose. Dans ces liquides fermentés, présentant le maximum d'arome, on émulsionne les matières grasses neutres qui fixent les produits sapides par un phénomène analogue à celui de l'enfleurage utilisé pour l'extraction de plusieurs essences naturelles. Comme conséquence on réduisit notablement la proportion de beurre, particulièrement dans les margarines pâtisseries.

Ainsi, par une évolution progressive, la conception de Mège-Mouriès, après avoir été déclarée inexacte, revient au jour mais sous une autre forme : la fabrication de la margarine est une question de diastases, mais l'erreur avait été d'aller chercher ces principes dans des organes morts, facilement putrescibles. Les diastases utilisées aujourd'hui résultent de l'activité vitale des ferments lactiques, organismes vivants, facilement ensementés à l'état de pureté dans le milieu artificiel préparé industriellement ; ces diastases y produisent les mêmes réactions que dans le lait crémant par repos prolongé.

*
* *

Comme on vient de le voir, la margarine est constituée par différentes sortes de graisses et d'huiles ; l'oléo et le beurre, substances fondamentales au début, semblent avoir perdu de leur importance. On ne peut plus définir la margarine comme un produit dérivant de la graisse de bœuf.

Ce qui caractérise la margarine et la différencie d'une graisse alimentaire quelconque, c'est sa constitution physico-chimique d'émulsion dans les corps gras d'un liquide aqueux ayant subi la fermentation lactique. Cette constitution la rapproche au contraire du beurre par son aspect, par son goût et par ses propriétés culinaires. La margarine n'étant pas stérilisée, sa conservation, qui est de longue durée, résulte des précautions méticuleuses de propreté prises dans les usines.

Un point noir, c'est la mauvaise réputation de la margarine. La légis-

lation sur les fraudes réprime, à juste titre, la vente sous le nom de beurre de tout mélange de beurre avec la margarine ou d'autres graisses; mais le public ne distingue pas entre les fraudes celles qui attentent à la santé publique (introduction de corps nocifs dans une matière alimentaire) et celles qui constituent une tromperie commerciale (vente d'un produit alimentaire sous le nom d'un autre produit plus cher); aussi, dans son ignorance, hésite-t-il à employer une substance qu'il voit poursuivre par les Pouvoirs publics. La loi de 1897 a certainement empêché le développement en France de la consommation de la margarine par les entraves apportées à son commerce. L'interdiction de vendre, dans le même local, le beurre et la margarine a été levée provisoirement par une circulaire de 1916 et les Margariniens voudraient que cette situation devint définitive. Pour leur donner satisfaction, on exige l'introduction dans la margarine d'un indicateur permettant de déceler sans erreur possible, l'addition même minime de margarine au beurre; la substance est à trouver et la Chambre syndicale des Margariniens et Fondateurs margariniens a doté d'un prix de 10.000 fr le concours ouvert à tous les chercheurs.

Il faut espérer qu'une solution sera trouvée et qu'alors le public français imitera les consommateurs étrangers et saura utiliser un produit alimentaire sain, nutritif et moins coûteux que le beurre. Il n'en résultera d'ailleurs aucun préjudice pour l'agriculture française, l'emploi abondant des succédanés développant, en général, à la fois la consommation du produit naturel et celle des produits artificiels.

En dehors de toutes considérations économiques, l'industrie de la margarine montre un effort technique incessant de la part des fabricants qui ont su profiter de toutes les découvertes scientifiques, même de celles qui, à première vue, ne semblaient pas les concerner.

L'ÉTAT ACTUEL DE LA QUESTION DES ASSURANCES SOCIALES

par M. PAUL RAZOVS, *membre agrégé et secrétaire général de l'Institut des Actuaire.*

L'étude des réalisations accomplies et des projets étudiés en France et à l'étranger en vue de garantir les travailleurs contre l'insécurité de l'avenir, permet de considérer les assurances sociales comme un système de prévoyance devant éviter aux classes peu fortunées la misère que peuvent causer l'accident, la maladie, la maternité, le chômage, le décès prématuré, l'invalidité et la vieillesse.

Les éventualités qui viennent d'être énumérées constituent des risques qui ne sont pas de même nature quant aux responsabilités dont ils découlent.

C'est ainsi que le risque d'accidents du travail et celui de maladies provenant de la manipulation de matières toxiques est un risque couru par le salarié au cours de son travail, c'est-à-dire un risque professionnel dans lequel intervient au moins partiellement la responsabilité patronale.

Les autres risques (risque de chômage excepté) sont qualifiés de risques sociaux proprement dits, du fait qu'ils se traduisent par l'affaiblissement ou la destruction d'énergies nécessaires au travail national.

L'utilité de la garantie du risque maladie est affirmée par M. A. REY dans son ouvrage récent *La question des assurances sociales*, lorsqu'il dit : « Combien de maladies pourraient être évitées par un repos vraiment réparateur ! Combien pourraient être guéries, combien de souffrances diminuées, de deuils évités, si les affections étaient énergiquement soignées dès qu'apparaissent les premiers signes de leur existence ».

L'invalidité peut provenir d'accidents du travail, d'accidents survenus en dehors du travail ou de maladies passées à l'état chronique. Le risque d'invalidité consécutif à un accident du travail est, comme il a été dit plus haut, un risque professionnel que le patron doit au moins partiellement garantir. Pour les autres invalidités et notamment celles qui proviennent d'accidents survenus en dehors du travail, la responsabilité du patron ne saurait intervenir, et l'on ne peut vraiment lui imposer une contribution qu'en vertu des principes d'assistance et de solidarité en vertu desquels chacun doit contribuer à éviter le paupérisme dans la mesure de sa prospérité réelle ou apparente.

En ce qui concerne l'invalidité consécutive à la maladie et l'invalidité de vieillesse, on peut (par un rapport très lointain il est vrai) justifier la contribution patronale, par ce fait que les patrons utilisant la capacité productrice des ouvriers et employés, peuvent partiellement être la cause des déchéances physiques prématurées et de l'abaissement des facultés attribuables en partie à la fatigue du travail ou à l'âge des travailleurs.

Quelle que soit d'ailleurs la part des responsabilités patronales dans les risques sociaux, il est admissible que les patrons contribuent aux assurances sociales. C'est là ce qu'ont fait plusieurs établissements industriels ou commerciaux en créant des caisses de maladie et des caisses de retraites pour leur personnel. Le but n'était pas uniquement philanthropique et il y avait très probablement dans les intentions des fondateurs de ces caisses, en même temps qu'un grand altruisme, le désir de compter sur un personnel stable et sérieux. Mais cet intérêt légitime, qui se fusionnait avec un sentiment profond d'affection pour leurs collaborateurs, n'enlève pas à ces généreux chefs de maison, la considération qu'ils méritent.

Les assurances sociales comprennent outre la réparation des risques sociaux, l'attribution d'indemnités journalières compensatrices du gain perdu pendant le repos imposé par la maternité, des allocations mensuelles et des primes d'allaitement.

On a voulu, avec raison, que la maternité, qui doit être une joie, ne se traduise

pas, à cause des dépenses qu'elle occasionne, par des charges dépassant les possibilités des familles ouvrières. Il faut d'ailleurs reconnaître que par la protection donnée à la mère, on donne à la nation les fils dont elle a besoin et l'on accroît l'énergie productrice des travailleurs. Ici donc le patronat peut tirer un intérêt d'une population saine de travailleurs; aussi sa contribution est-elle tout à fait légitime!

Remarquons que les organisations patronales ont réalisé librement la protection de la maternité par les nombreuses caisses d'allocations familiales et donné ainsi aux travailleurs pères de famille un véritable salaire social.

Le risque de chômage est un risque spécial pour lequel il est difficile de rattacher les causes à une responsabilité patronale, ouvrière ou nationale.

Comme l'a si bien fait remarquer M. ANDRÉ LIESSE dans *l'Économiste français* du 22 janvier 1927, la crise de chômage en 1920-1921 « fut due à des variations énormes des prix des produits et des matières premières, hausse qui eut pour cause une inflation artificielle de ces prix par de folles spéculations ». Ce sont surtout les spéculateurs d'Amérique et du Japon qui furent responsables de la crise.

La crise actuelle paraît surtout résulter de l'instabilité des changes et des fluctuations concomitantes dans les quantités de produits exportés.

Outre ces causes qui occasionnent des chômages intenses, il en est d'autres dont les effets sont moins généraux et surtout moins longs : on observe ces causes dans les industries saisonnières (industries du bâtiment, industries du vêtement, industries de luxe, industries et travaux agricoles) ainsi que dans les usines où des manques passagers de matières premières, des accidents survenus aux moteurs ou à l'outillage, l'incendie ou l'inondation provoquent des arrêts temporaires.

Sur la question du mode d'indemnisation des chômeurs, les opinions sont très partagées : les uns sont partisans du système d'allocations de chômage basées sur des subventions de l'État aux communes et aux départements votant des fonds de chômage, les autres considèrent qu'à l'exemple de l'Angleterre, il y a lieu de créer l'assurance chômage.

Le premier système qui existe actuellement en France et qui fonctionne selon les dispositions du décret du 11 décembre 1926, présente toutefois l'inconvénient de subordonner les secours de chômage au vote d'un fonds de chômage par les municipalités, ce qui met les ouvriers d'une même usine dans des conditions très inégales, selon que ces ouvriers habitent dans des communes voisines où le vote d'un fonds de chômage a été ou n'a pas été fait.

Le second système, qui était prévu dans le projet d'assurances sociales du Dr Chauveau et qui avait été approuvé par la Commission d'Hygiène du Sénat, effraie certaines personnes qui connaissent les charges grandissantes de l'assurance chômage en Angleterre. Voilà pourquoi sans doute la Commission des Finances du Sénat vient, sur le rapport du sénateur Pasquet, d'écarter le risque chômage du projet des assurances sociales.

ORGANISATION ET FONCTIONNEMENT DES ASSURANCES SOCIALES. — L'organisation et le fonctionnement des assurances sociales reposent sur des principes qui ont la plus grande analogie avec la technique des assurances ordinaires. Toutefois, la garantie des risques sociaux présente certaines particularités, notamment en ce qui concerne le calcul des charges, les prestations, le contrôle des prestations servies et les réassurances.

Assurances de répartition et assurances de capitalisation. — Selon la nature des assurances sociales, on adopte pour faire face aux dépenses, deux systèmes différents : le système de la répartition dans lequel l'ensemble des recettes recueillies pendant un temps déterminé est employé à couvrir les charges au fur et à mesure de leur échéance, et le système de la capitalisation dans lequel les cotisations versées par chaque assuré et employées en placements divers s'augmentent des intérêts composés et arrivent à former un capital qui constitue le gage certain des prestations promises.

Remarquons que dans les assurances générales, les assurances des risques de maladie et les assurances de choses fonctionnent sous le régime de la répartition,

alors que les assurances sur la vie et leurs dérivées fonctionnent sous le régime de la capitalisation.

Avant la guerre, toutes les assurances sociales d'Allemagne pratiquaient à des degrés divers le système de la capitalisation ; il en est résulté pendant 30 années une accumulation de réserves qui ont été englouties par l'inflation. Aussi l'Allemagne a recours actuellement à la répartition qui consiste à couvrir bon an, mal an, les besoins immédiats sans s'inquiéter des charges à venir. Mais, comme le fait remarquer M. MOULIN dans la *Revue politique et parlementaire* du 10 février 1926, la répartition favorise au début une mégalomanie sociale. Aussi, le 15 juillet 1925, il a été voté au Reichstag une résolution invitant le Gouvernement à étudier le retour à la capitalisation, celle-ci étant un gage précieux d'équilibre financier.

Dans le projet d'assurances sociales de M. le Dr Chauveau, le système de la répartition est appliqué aux charges de la maladie, de la maternité, du décès et des soins médicaux et pharmaceutiques aux malades pendant les 5 premières années d'invalidité, et le système de capitalisation aux charges de l'invalidité et de la vieillesse.

Mais la capitalisation pour l'invalidité et pour la vieillesse ne sont pas tout à fait analogues dans ce projet. Alors que pour la retraite vieillesse le produit de la capitalisation individuelle joue, dès que l'assuré justifie de plus de 30 années de versements, pour les pensions d'invalidité, les ressources proviennent de la capitalisation collective des portions de cotisations affectées à ce risque.

On aurait pu cependant (et c'était là la première solution adoptée par M. Chauveau) considérer le risque invalidité comme un risque de vieillesse prématurée et par conséquent réunir ensemble les deux risques auxquels auraient pu s'appliquer la capitalisation individuelle et les calculs des réserves. C'est d'ailleurs là le système appliqué par l'Italie en 1919 et pour lequel la cotisation pour l'assuré varie de 2 à 2,50 p. 100 avec une charge équivalente imposée au patron.

Processus habituel des calculs. — Tandis que dans les assurances individuelles sur la vie, les sommes à servir en cas de vie ou de décès sont calculées mathématiquement en partant des primes ou cotisations que peut payer l'assuré, dans les assurances sociales on détermine d'abord le minimum de prestations désirables pour garantir l'assuré contre la réalisation de chaque risque et l'on calcule ensuite le montant des ressources qui permettent d'assurer ces prestations.

Ces évaluations peuvent être faites en valeur absolue ou en pour 100 de salaires. En période de variation des salaires, comme cela a lieu depuis quelques années, les estimations faites pour 100 du salaire (à la fois pour les ressources, ainsi que pour les prestations) conservent leur valeur avec les variations de salaires, tout au moins pour les risques de répartition dans lesquels les ressources d'une année servent en totalité pour les prestations de cette même année. Pour les risques de capitalisation, l'estimation en tant pour 100 des salaires ne présente pas un intérêt aussi grand, car les salaires pour un même employé varient aux diverses époques de son existence. Mais comme les rentes d'invalidité et de retraite sont calculées habituellement sur le salaire moyen correspondant à la durée de l'existence ouvrière, on voit que les prévisions en tant pour 100 sont plus instructives que les prévisions en valeur absolue.

PRINCIPALES DISPOSITIONS DU PROJET ACTUEL. — Un premier projet d'assurances sociales fut déposé par le Gouvernement sur le Bureau de la Chambre le 22 mars 1921. Ce projet, après avoir été remanié sur quelques points, donna lieu au rapport de M. Grinda, déposé le 31 janvier 1923. Les 7 et 8 avril 1924, le projet accompagnant le rapport de M. Grinda fut voté par la Chambre après une courte discussion. Mais au Sénat la commission chargée de l'examen y a apporté de nombreuses retouches dans le double but d'éviter un accroissement des charges budgétaires et de rendre l'application plus facile.

C'est ce projet qui va être la base des discussions à intervenir au Sénat et à la Chambre.

Le commentaire des dispositions qu'il contient a été donné par le président de

la Commission sénatoriale, le D^r CHAUVEAU dans son ouvrage récent intitulé *Les assurances sociales*.

Nous allons donner, en les classant, les points importants contenus dans le projet sénatorial.

Assurés. — Le texte soumis au Sénat, comme le projet du Gouvernement et celui qu'a voté la Chambre, distingue deux catégories d'assurés : les assurés obligatoires et les assurés facultatifs.

L'assurance obligatoire s'applique aux salariés des deux sexes, c'est-à-dire ceux qui, par profession, travaillent sous l'autorité patronale, à l'exception des salariés de l'Etat, des départements et des communes, des cheminots, des mineurs et ardoisiers, des inscrits maritimes et d'une façon générale des personnes déjà assurées.

Les assurés facultatifs sont les travailleurs non salariés : fermiers, cultivateurs, métayers, artisans, petits patrons, travailleurs intellectuels non salariés, et en général tous ceux qui, sans recevoir de salaire proprement dit, vivent principalement du produit de leur travail.

Pour être assuré obligatoire, il ne faut pas recevoir comme salaire plus de 20.000 fr, mais ce chiffre est augmenté de 2.000 fr par enfant de plus de 6 semaines et de moins de 16 ans à la charge de l'assuré, enfants légitimes, naturels reconnus, ou recueillis, à condition qu'ils ne soient pas salariés eux-mêmes.

Pour les assurés facultatifs comme pour les assurés obligatoires, le chiffre limite est de 20.000 fr, augmenté de 2.000 fr par enfant de moins de 16 ans à la charge de l'assuré, plus 1.000 fr encore, quand les assurés facultatifs proviennent directement de l'assurance obligatoire.

Le revenu annuel est fixé d'après les évaluations qui servent de base à l'impôt sur le revenu, et, en cas de non assujettissement à cet impôt, d'après les déclarations de l'intéressé. Pour les fermiers, métayers et cultivateurs, il pourra être déterminé forfaitairement d'après les chiffres fixés par arrêté préfectoral concernant la nature des hectares cultivés.

Cotisations. — Les charges des prestations qui vont être examinées ci-après, seront couvertes, d'après le projet de la Commission d'Hygiène du Sénat, par une cotisation de 10 p. 100 des salaires, cette cotisation étant par moitié à la charge du patron et par moitié à la charge des employés. C'est le patron qui, au moment de la paye, doit retenir les 5 p. 100 du salaire de l'ouvrier et envoyer cette somme, à laquelle il ajoute sa part de 5 p. 100, à l'organisme chargé de recevoir les fonds et de les répartir entre les caisses d'assurances.

La Commission des Finances du Sénat, a décidé, sur le rapport de M. le sénateur PASQUET, que, si les ressources étaient reconnues insuffisantes pour faire face aux charges annuelles, chacune des contributions patronale et ouvrière pourrait être relevée par décret rendu en Conseil d'Etat dans la limite maximum de 1 p. 100 du montant des salaires.

L'assujettissement obligatoire aux assurances sociales cesse à l'âge de 60 ans. Les ouvriers qui ont dépassé cet âge ne doivent plus subir la retenue de 5 p. 100 et ils ont droit à la liquidation de leur pension de retraite. Quant au patron, il devra continuer à verser 5 p. 100 du salaire de ces ouvriers.

RISQUES GARANTIS. — Les risques garantis sont la maladie, la maternité, le décès, l'invalidité, la vieillesse et le chômage.

Maladie. — La maladie comporte des prestations en argent et des prestations en nature.

Si l'assuré ne peut, après attestation médicale, continuer ou reprendre le travail, il a droit, à partir du sixième jour qui suit le début de la maladie ou de l'accident, et jusqu'à la guérison ou pendant 6 mois, à une indemnité, par jour ouvrable, égale au demi-salaire moyen quotidien, par analogie avec l'indemnité prévue en cas d'accident du travail. Le chiffre de ce salaire moyen est obtenu en divisant par 300, soit le montant du salaire annuel résultant des cotisations payées dans les 12 mois

qui ont précédé la maladie, soit celui d'un ouvrier de même profession travaillant dans les mêmes conditions. La Commission des Finances du Sénat a fixé à 16 fr l'indemnité journalière maxima en cas de maladie.

Les prestations en nature consistent dans les frais de médecine générale et spéciale, les frais pharmaceutiques et d'appareils, les frais d'hospitalisation et de traitement dans un établissement de cure et les frais d'interventions chirurgicales nécessaires. En outre, l'assuré a droit aux consultations et aux traitements dans les dispensaires, cliniques, établissements de cure et de prévention dépendant de la caisse d'assurances dont il reçoit les secours de maladie ou ayant passé des contrats avec elle.

En cas d'hospitalisation, l'allocation journalière est réduite.

Si l'assuré a deux ou plusieurs enfants de moins de 16 ans à sa charge, la réduction est d'un tiers, de moitié s'il est marié sans charges supplémentaires, des trois quarts dans les autres cas.

La loi prévoit une participation de l'assuré aux dépenses d'ordre médical ou pharmaceutique. En ce qui concerne les frais médicaux, cette participation sera fixée par la caisse entre 10 et 15 p. 100.

Quant aux frais pharmaceutiques et autres, elle est fixée uniformément à 10 p. 100.

Maternité. — L'assurance maternité est ouverte non seulement à la femme salariée personnellement, mais aux femmes des assurés. Toutefois, ces dernières ne reçoivent qu'une partie des prestations en argent prévues par la loi, à savoir les primes d'allaitement. Elles consistent en une allocation mensuelle de 100 fr pendant les deux premiers mois, de 75 fr le troisième, de 50 fr du quatrième au sixième, de 25 fr du septième au neuvième, de 15 fr du dixième au douzième.

Si la mère ne peut nourrir l'enfant, mais si l'enfant est allaité sous ses yeux, il est alloué des bons de lait dont la valeur ne peut dépasser les deux tiers de la prime moyenne d'allaitement. Par prime moyenne, il faut entendre le douzième de l'ensemble des primes allouées pour un an, soit environ 45 fr, dont les deux tiers représentent 30 fr par mois. Cette allocation est perçue pendant toute la durée de la maladie et de la convalescence, mais au maximum pendant un an.

En outre, les assurées reçoivent une indemnité journalière compensatrice du gain perdu pendant le repos imposé par la maternité, soit, au maximum, 6 semaines avant l'accouchement et 6 semaines après. Durant cette période, elles touchent l'allocation indiquée pour la maladie.

Si, au cours de la grossesse, pendant l'accouchement, ou à la suite de l'accouchement, l'assurée devient malade, elle pourra invoquer le bénéfice de l'assurance-maladie, et celle-ci jouera à côté de l'assurance-maternité, sans qu'il y ait cependant cumul des prestations des deux assurances. Au cas où, 6 mois après l'accouchement, l'assurée reste malade ou infirme, elle bénéficie de l'assurance-invalidité.

Les prestations en nature consistent dans les soins médicaux et pharmaceutiques durant la grossesse et les 6 mois qui suivent l'accouchement.

Décès. — L'allocation garantie, après décès, aux ayants droit de l'assuré est fixée à 20 p. 100 du salaire moyen des deux dernières années, sans jamais être inférieure à 4.000 fr, ni dépasser les deux tiers de ce salaire annuel. Comme ayants droit, la loi reconnaît le conjoint, les enfants ou petits-enfants, et à défaut, les ascendants à sa charge.

Invalidité. — Si l'assuré, de malade, devient invalide, c'est-à-dire atteint d'une incapacité de travail s'élevant aux deux tiers au moins, il a droit à une pension d'invalidité, dont le taux variera selon que l'immatriculation de l'intéressé a eu lieu avant ou après 30 ans.

S'il a été immatriculé avant 30 ans, la pension sera égale à 40 p. 100 au moins du salaire moyen des 10 dernières années, ou des années passées dans l'assurance, si leur nombre est inférieur à 10.

Le taux de 40 p. 100 sera augmenté de 1 p. 100 du salaire pour chaque année d'assurance en plus de 30 ans, chaque année comprenant au moins 200 jours de cotisations; il pourra s'élever jusqu'à 50 p. 100.

La pension d'invalidité sera d'abord concédée à titre provisoire pour 3 années. Au cours de cette période, elle peut être supprimée, dès qu'il est constaté que l'invalidité a disparu ou que l'état de santé du pensionné s'est amélioré au point de lui rendre une capacité de travail supérieure à 50 p. 100. Mais, de toute façon, les soins médicaux et pharmaceutiques restent, eux, assurés à l'invalidé pendant les 3 premières années.

Vieillesse. — La pension de vieillesse peut être réclamée entre 55 et 63 ans. En période normale, pour tout assuré justifiant, à l'âge de 60 ans, ou avant l'âge de 65 ans, de 30 années de versements, le taux de la pension est fixé à 40 p. 100 du salaire moyen des dix dernières années.

La loi permet la transformation de la pension viagère en un capital destiné à l'acquisition d'une terre ou d'une habitation qui deviendra inaliénable et insaisissable conformément aux dispositions prises en faveur du bien de famille.

Mais ce n'est que pour la portion excédant 1.000 fr de rente que cette conversion est possible, et encore, à la condition qu'elle soit acceptée par la caisse d'assurances.

L'assuré peut également demander que la pension qui repose uniquement sur sa tête serve à constituer une rente moins élevée, mais réversible par moitié sur la tête du conjoint survivant. Cette transformation doit s'effectuer suivant un tarif tel qu'il n'en résulte pour la caisse d'assurance aucune charge supplémentaire.

Chômage. — L'indemnité en cas de chômage est fixée à 40 p. 100 du salaire. Le salaire est calculé suivant les règles établies pour l'assurance maladie.

La durée de l'allocation est fixée à 60 jours ouvrables, au maximum, par année, pour la plupart des professions, durée généralement admise par les caisses syndicales de chômage.

Il doit s'écouler un délai de 8 jours entre le jour de la déclaration de chômage et celui du droit à l'allocation. Cette période d'attente permet de constater l'état de chômage réel; elle laisse également aux offices de placement le temps de prendre toutes mesures pour indiquer un emploi convenable au chômeur, s'il est possible; l'allocation ne sera donc versée que si l'on n'a pu fournir du travail à l'assuré.

Le commencement de la période de chômage est déterminé par une double déclaration adressée à l'office de placement compétent et émanant, l'une de l'assuré, l'autre de son employeur. L'employeur est tenu de certifier que l'assuré occupe un emploi dans son établissement et qu'il vient d'être mis en chômage involontaire par manque de travail.

PRESTATIONS DE LA PÉRIODE TRANSITOIRE. — Une particularité spéciale aux assurances sociales et que ne connaissent pas les assurances ordinaires, réside dans le calcul des prestations quant aux risques d'invalidité et de vieillesse accordés aux assurés de la période transitoire, c'est-à-dire aux travailleurs dépassant au moment de l'application de la loi, l'âge qui leur aurait permis de faire les versements exigés. Les législations appliquées ou projetées prévoient pour ces travailleurs des minima de pensions; c'est ainsi que dans le projet de M. Chauveau, alors que pour les salariés justifiant de 30 années de versements, la pension est fixée à 40 p. 00 du salaire moyen, le minimum de la pension en période transitoire est de 600 fr pour ceux qui n'ont pas plus de 3 années de versements; ce chiffre est évidemment faible; mais il faut considérer que les intéressés ont vraiment peu cotisé et que, par suite, leur pension ne saurait être aussi forte que celle des travailleurs qui auront subi pendant 30 ans et plus une retenue de 3 p. 100 sur leur salaire; ce chiffre de 600 fr est d'ailleurs augmenté pour ceux qui auront effectué plus de 3 années de versements; c'est ainsi que pour tel salarié entré dans l'assurance à 40 ans, la retraite à 60 ans pourra atteindre les $\frac{20}{30}$ des 40 p. 100 de son salaire moyen.

La pension d'invalidité a aussi un taux variable selon que l'immatriculation de l'assuré a eu lieu avant ou après l'âge de 30 ans. S'il a été immatriculé avant 30 ans, la pension est égale à 40 p. 100 au moins du salaire moyen, ce taux étant augmenté de 1 p. 100 du salaire pour chaque année d'assurance en plus de 30 ans et pouvant

s'élever jusqu'à 50 p. 100. Pour les salariés entrés dans l'assurance après l'âge de 30 ans, c'est-à-dire pendant la période transitoire, la pension de 30 p. 100 sera réduite d'un trentième par année ou fraction d'année comprise entre l'âge de 30 ans et l'âge d'entrée dans l'assurance, si l'assuré compte au moins 5 années de versements. Si l'assuré compte moins de 5 années de versements, la pension minimum de 4.000 fr par an sera réduite de 100 fr par année au dessous de 5 ans, sans pouvoir être inférieure à 600 fr.

ORGANISMES ASSURANT LE FONCTIONNEMENT DES ASSURANCES SOCIALES. — Dans chaque département fonctionneront un organisme chargé de la partie administrative, qui sera l'office départemental des assurances sociales, et des organismes de gestion qui comprendront les caisses déjà existantes qui pratiquent le service des retraites ouvrières ou qui fonctionnent sous le régime de la mutualité, et une caisse départementale qui servira les prestations aux assurés non affiliés aux caisses précédentes.

L'Office départemental sera chargé de l'immatriculation des assurés et de la répartition des cotisations aux diverses caisses de gestion, d'après les prestations que celles-ci auront à servir.

Sur le rapport de M. le sénateur Pasquet, la Commission des Finances du Sénat, vient de décider que, pour éviter les inconvénients qui résulteraient de la non-coordination des ordres d'achat ou de vente qui seraient donnés directement par les caisses d'assurances, la direction et la centralisation de ces placements seraient assurées par la Caisse des Dépôts et Consignations.

RÉASSURANCE DANS LES ASSURANCES SOCIALES. — L'assurance privée commercialement organisée a intérêt à écarter le plus possible les mauvais risques, c'est-à-dire ceux qui donnent lieu à une très forte probabilité de sinistre. Si moyennant de fortes primes elle consent à assurer des risques médiocres, elle prend ses dispositions pour ne pas avoir à payer en cas de sinistre une somme considérable par rapport à son avoir total et, dans ce but, elle réassure à d'autres compagnies, la partie des sommes assurées qui dépasse son plein.

Les caisses d'assurances sociales ne peuvent pas refuser tel ou tel assuré; elles ont l'obligation de faire face avec une prime uniforme pour tout le pays, à des risques cependant très différents suivant les régions et les professions; elles peuvent donc être exposées à des déficits accidentels par suite d'épidémie et à des déficits quasi-permanents lorsque la morbidité est élevée, ou que les invalidités sont précoces, ou que la longévité est grande. Si le nombre d'adhérents de chaque caisse est important, la loi des grands nombres intervient et les moyennes ont une tendance à varier assez peu; on connaît le théorème de Bernoulli d'après lequel les écarts sont proportionnels à la racine carrée du nombre des têtes soumises à l'expérience. C'est en partant de la nécessité de groupements nombreux que certaines dispositions concernant les assurances sociales prévoient des nombres minima d'adhérents. C'est ainsi que le décret du 25 mars 1911 concernant les caisses mutualistes, syndicalistes ou patronales servant les retraites ouvrières ou paysannes de la loi du 5 avril 1910, exige, dans ses articles 47 et 86, que le nombre des salariés ayant adhéré aux caisses atteigne au moins 2.000.

Les caisses autonomes créées par les sociétés de secours mutuels ou unions de sociétés, ne peuvent, d'après le décret du 15 avril 1924, pratiquer l'assurance en cas de décès ou d'accident si le nombre de participants est inférieur à 3.000; ce minimum est abaissé à 2.000 pour chaque catégorie d'assurance pour les caisses qui constituent des pensions de retraites ou qui pratiquent l'assurance sur la vie.

C'est à la loi des grands nombres que le texte du projet sur les assurances sociales adopté en première lecture à la Chambre des Députés avait demandé la sécurité des caisses en exigeant 1.000 adhérents au moins pour les caisses maladie, 10.000 pour les caisses vieillesse et 300.000 pour les caisses invalidité.

Mais ces dispositions sont incompatibles avec le fonctionnement d'organismes mutualistes existants, et voilà pourquoi, pour les assurances sociales, on substitue à la sécurité cautionnée par la loi des grands nombres, la sécurité donnée par la réas-

surance. Il y a ici un nouvel élément qui intervient, c'est le coefficient de réassurance obligatoire pour chaque caisse, c'est-à-dire le pourcentage des cotisations remis à l'organisme réassureur, lequel doit prendre à sa charge le même pourcentage des prestations à servir; avec, par exemple, un coefficient de réassurance de 30 p. 100, une caisse qui reçoit annuellement 100.000 fr de cotisations, verse à la caisse de réassurance 30.000 fr, et en retour, la caisse de réassurance rembourse à la fin de l'année à la caisse qui s'est réassurée les 30 p. 100 des sommes dépensées par elle, tant au titre des différents risques de répartition (maladie, maternité et décès), les dépenses au titre de la capitalisation étant représentées par les réserves mathématiques à constituer.

A condition que le coefficient de réassurance soit judicieusement établi, c'est-à-dire tienne mathématiquement compte de l'effectif des adhérents, de la composition de cet effectif au point de vue de l'âge, de la profession et des salaires, on obtient par la réassurance une sécurité beaucoup plus grande que par la fixation d'un minima d'adhérents, condition qui ne représente qu'un facteur du risque de déficit.

Ce système, tout d'abord envisagé du coefficient variable de réassurance, à déterminer chaque année par décret, a été remplacé dans le projet en instance devant le Sénat, par un coefficient fixe de 10 p. 100 du montant des cotisations que les caisses recevront au titre des services de répartition; ces 10 p. 100 seront répartis en 5 p. 100 pour la caisse départementale et 5 p. 100 pour alimenter un fonds de garantie et de compensation; le pourcentage de retenue de 5 p. 100 pour la caisse générale de garantie pourra être relevé en cas de déficit des caisses.

CONTRÔLE DES PRESTATIONS SERVIES PAR LES CAISSES D'ASSURANCES SOCIALES. — Le déficit d'une caisse d'assurances sociales peut provenir de ce que le nombre des adhérents est trop faible, ce qui ne permet pas aux moyennes de jouer, ou, pour les caisses de maladie et d'invalidité, d'une forte proportion d'assurés âgés ou appartenant à des professions insalubres; par la réassurance, ce déficit peut être réduit. Mais le déséquilibre budgétaire d'une caisse peut aussi provenir d'une insuffisance de contrôle des prestations servies, surtout des prestations de maladie et des frais médicaux et pharmaceutiques.

Contre l'exagération du nombre de journées de maladie, le projet français en instance au Sénat prévoit :

1° l'octroi des soins dès le premier jour pour toute indisposition même bénigne et ceci afin que la maladie reste légère;

2° un délai de carence de 5 jours pour l'indemnité journalière;

3° le contrôle sur les assurés de la caisse d'assurances maladie.

Pour éviter les abus dans les frais médicaux et pharmaceutiques, il est prévu :

1° une participation de l'assuré aux dépenses d'ordre médical et pharmaceutique et dont le taux fixé par la caisse d'assurances variera entre 10 et 15 p. 100 pour les frais médicaux et sera de 10 p. 100 pour les frais pharmaceutiques;

2° le contrôle du médecin choisi par l'assuré par le syndicat médical auquel il est affilié ou rattaché.

Rappelons que le projet de la Chambre avait prévu un ticket modérateur que l'assuré aurait à se procurer un prix variable suivant sa classe de salaire, avec obligation pour lui d'en remettre un au médecin à chaque visite. Mais le trafic des tickets observé dans des cas semblables a fait rejeter ce procédé.

Les mesures de contrôle ci-dessus sont-elles suffisantes? Il faut l'espérer, sans toutefois y avoir une trop grande confiance.

Voyons sur ce sujet les opinions de quelques personnalités connues :

Dans l'étude publiée par le Musée social, en février 1927, sur *Les assurances sociales du territoire de la Sarre*, M. Moulin dit : « Le nombre de journées de maladie indemnisées était d'environ 8 par assuré et par an avant la guerre; il a été d'environ 14 entre 1921 et 1924; cette augmentation regrettable est due en partie aux conséquences sanitaires de la guerre et en partie aux habitudes de simulation qui tendent malheureusement à se propager. Les statistiques montrent de façon péremptoire que les nombreux assurés qui possèdent un petit champ attenant à leur maison

ne résistent pas à la tentation de se faire passer pour malades à l'époque des semailles ou de la récolte ».

Dans sa communication à l'Institut des Actuaire français du 17 mars 1927, M. Grandjacques a cité l'extrait ci-après d'un rapport officiel présenté au Reichstag par le Dr Brauns, ministre du Travail : « En règle générale, un ouvrier sur deux dans l'industrie et un sur trois dans l'agriculture sont malades une fois dans l'année, et leur maladie dure en moyenne 20 jours. En période de décadence économique, l'assurance maladie devient par la force des choses une assurance-crise. Plus il y a de chômeurs, plus il y a de malades ».

Une réponse intéressante à la question du contrôle des soins aux malades et aux blessés relevant de la loi sur les assurances sociales est donnée par M. le Dr Vanverts, professeur à la Faculté de Médecine de Lille dans l'étude sur le projet de loi sur les assurances sociales et l'exercice de la médecine publié par la *Revue politique et parlementaire* du 10 novembre 1926. Il faut, dit-il :

« 1° que la médecine des assurés ne soit pas inférieure à la médecine ordinaire et que l'atmosphère de confiance unissant le malade et son médecin soit réalisée ;

2° que les charges financières qui incomberont aux caisses correspondent à des dépenses utiles, mais ne soient pas majorées par des dépenses inutiles, c'est-à-dire par les abus.

Pour atteindre ce but, le Dr Vanverts estime que l'assurance sociale doit seulement participer aux frais médicaux et pharmaceutiques et que la partie à supporter par le malade doit être assez importante pour qu'elle joue le frein modérateur qu'on attend d'elle. D'après cet éminent praticien, la contribution de 10 à 15 p. 100 prévue dans le projet de loi est tout à fait insuffisante. Pourquoi, ajoute-t-il, prétendre fournir à un assuré malade, la couverture complète de ses frais médicaux et pharmaceutiques alors que l'indemnité de chômage pour cause de maladie qui lui est allouée ne couvre qu'incomplètement ses dépenses d'alimentation, de chauffage, etc...

Il y aurait alors entente directe du médecin et de l'assuré et, par ce système, qui remplacerait celui du tiers payant, le secret professionnel serait respecté, en même temps que le malade, intéressé à ce que les dépenses ne soient pas exagérées, ne réclamerait ni la multiplication inutile des visites médicales, ni l'ordonnance de médicaments nombreux et onéreux. »

On voit donc par les trois citations qui précèdent, les difficultés du contrôle de la maladie et des dépenses qu'elle peut entraîner. Néanmoins, il est permis d'espérer que les organisations mutualistes locales exerceront une surveillance permettant de défendre les assurés contre les tentations de fraude. Il existe d'ailleurs des moyennes établies concernant les durées habituelles de traitement des maladies les plus fréquentes ; ces durées moyennes peuvent servir d'indication, non pas pour arrêter un traitement thérapeutique dont la durée dépend en partie de l'âge et de la résistance du malade, mais pour exercer une surveillance judicieuse.

Voici quelques-unes de ces moyennes :

Grippe	15 jours	Pelade	37 jours
Rougeole	19 —	Gale	10 —
Rubéole	12 —	Angine	9 —
Scarlatine	39 —	Diarrhée	5 —
Varicelle	18 —	Appendicite	26 —
Variole	46 —	Ictère	21 —
Oreillons	17 —	Hernie	29 —
Diphthérie	25 —	Bronchite aiguë	13 —
Embarras gastrique fébrile	11 —	Broncho-pneumonie	28 —
Fèvre typhoïde	43 —	Pneumonie	27 —
— paratyphoïde	36 —	Pleurésie	28 —
Dysenterie bacillaire	17 —	Fracture	40 —
Paludisme	15 —	Luxation	22 —
Typhus exanthématique	16 —	Otite	112 —
Tétanos	27 —	Ophtalmie granuleuse	36 —
Rage	19 —	Méningite cérébrospinale	35 —
Rhumatisme articulaire aigu	18 —	Blennorrhagie	22 —
Chancre mou	26 —	Ténia	6 —
Intoxication alimentaire	6 —	Erysipèle	22 —

Signalons aussi que l'habitude prise en Haute-Silésie de traiter au moins 90 p. 100 des malades à l'hôpital, avait, avant la guerre, fait baisser de moitié le taux de morbidité.

Le contrôle de l'invalidité peut être réalisé en déterminant le taux de l'invalidité, non d'après le gain réalisé par l'assuré, après sa mise en réforme, mais d'après la nature de ses tares ou infirmités; les barèmes en usage pour l'application de la loi du 31 mars 1919 sur les pensions permettent d'estimer judicieusement le degré d'invalidité.

Toutefois, et ceci est une remarque d'ordre général, il est désirable, aussi bien au point de vue médical qu'au point de vue financier, qu'entre les divers risques, il n'existe pas de cloisons étanches et qu'autant que possible les mêmes caisses garantissent tous les risques.

Le médecin qui aura soigné un malade atteint de syphilis par exemple, pourra, par des traitements appropriés, éviter l'invalidité, et si celle-ci se produit, la réduire dans un temps assez court, alors que l'invalidité acquise par la syphilis risque de devenir permanente si l'invalidé néglige, par ignorance ou par amour-propre, de signaler le fait à un nouveau médecin.

Au point de vue financier, la compensation des charges résultant de tous les risques est un fait presque constant : l'assuré à forte morbidité et à invalidité précoce et qui, par conséquent, entraîne des charges supérieures à la moyenne pour le risque maladie et le risque invalidité, a d'habitude une longévité moins grande, ce qui diminue les charges du risque vieillesse; on rencontre surtout ces augmentations de morbidité, d'invalidité et de mortalité dans les professions insalubres.

Le contrôle des chômeurs est particulièrement délicat. Le projet exige que, pour qu'un ouvrier ou un employé soit considéré comme chômeur, il y ait une double déclaration adressée à l'office de placement compétent et émanant l'une de l'intéressé, l'autre de son employeur; celui-ci doit certifier que l'ouvrier ou employé occupe un emploi dans son établissement et qu'il vient d'être mis en chômage involontaire pour manque de travail. L'office de placement se préoccupera de trouver du travail pour les chômeurs, mais en période de dépression économique, l'affectation du chômeur à des travaux similaires est particulièrement difficile, soit qu'il n'y ait pas d'embauchage dans les autres établissements, soit qu'il y ait chez le chômeur un désir peu intense de travailler dans un endroit autre que l'endroit habituel.

Le rapport annuel sur l'activité du Ministère du Travail de Grande-Bretagne en 1925, dont il est donné une analyse dans la *Revue internationale du travail* de janvier 1927, souligne la difficulté du problème du contrôle de la volonté de travailler pour les chômeurs ci-après :

1° travailleurs non qualifiés dont il est très difficile de s'assurer s'ils cherchent véritablement ou non du travail;

2° travailleurs comptant, sans raisons suffisantes, être repris par leur ancien employeur;

3° travailleurs des districts ruraux chez lesquels la possibilité de cultiver une parcelle de terrain et le coût moins élevé de la vie peuvent diminuer le désir de trouver du travail;

4° travailleurs de 18 à 20 ans pour lesquels le taux des indemnités, très voisin des salaires qu'ils touchent lorsqu'ils sont employés, les pousse à ne pas rechercher activement un emploi;

5° femmes mariées, dont beaucoup ont cessé de travailler à l'époque de leur mariage et qui ne désirent pas toujours trouver un emploi régulier.

Il résulte de ce qui précède que le contrôle des prestations en nature et en argent est particulièrement délicat pour les caisses maladie et invalidité. Pour éviter des déficits en même temps que pour distribuer les meilleurs soins aux malades et aux invalides, il semble que les moyens suivants donneraient de bons résultats :

1° direction des caisses maladie confiée à des médecins qui passeraient avec leurs confrères les traités relatifs à la tarification des soins et surveilleraient les soins donnés;

2° création dans les centres industriels et dans les villes importantes d'établissements de cure où le plus grand nombre de malades pourraient être traités;

3^e réunion dans une même caisse de la garantie de tous les risques concernant les assurés ressortissant à ces caisses (risque chômage excepté) ;

4^e observation, dans le contrôle du chômage, des faits signalés dans le rapport de 1925 sur l'activité du Ministère du Travail de Grande-Bretagne.

C'est sans doute la difficulté de réaliser l'assurance chômage qui a engagé la Commission des Finances du Sénat à écarter, comme il a été dit plus haut, le risque chômage du projet des assurances sociales.

MOYENS PRÉVENTIFS PERMETTANT D'ENVISAGER LA DIMINUTION POSSIBLE DES RISQUES SOCIAUX. — Les assurances sociales occasionnent, par le fait même de leur application, des charges pour le patronat et pour l'État, charges qui, par incidence, frappent le consommateur. Si le contrôle des prestations en argent et des soins médicaux et pharmaceutiques laisse à désirer, les cotisations prévues peuvent devenir insuffisantes. Par contre, il est permis d'espérer que les mesures appropriées d'hygiène et de prophylaxie appliquées avec fermeté peuvent diminuer le nombre de cas de maladie et surtout les maladies chroniques qui conduisent à l'invalidité.

Nous avons déjà donné dans une brochure spéciale, en même temps que des statistiques de mortalité et de morbidité, les résultats obtenus dans la lutte contre la maladie, ainsi que contre l'invalidité et la mortalité prématurées.

Nous nous bornerons ici, pour bien caractériser l'influence de la prophylaxie, à reproduire une statistique établie récemment par M. Legrand sur la Caisse minière de Sarrebruck et rapportée dans une communication faite à l'*Institut des actuaires français*, le 17 mars 1927 par M. Grandjacques :

« Alors que pour la période de 1903 à 1908, la mortalité par tuberculose pulmonaire de la population minière était de 1,32 p. 1.000, cette mortalité tombe à 0,78 p. 1.000 dans la période de 1909 à 1914; de 1915 à 1919, elle remonte à 1,38 p. 1.000; mais dès que l'autorité militaire rend à la Caisse minière ses hôpitaux et que le blocus cesse de faire sentir ses effets, la mortalité retombe de 1920 à 1924 à 0,73 p. 1.000; les derniers résultats observés fournissent 0,51 p. 1.000.

Les institutions d'assurances sociales doivent mener vigoureusement une campagne, contre le taudis, au moyen de prêts pour les constructions d'habitations saines et contre la contagion, par l'isolement à l'hôpital et au sanatorium. Voilà pourquoi, il y a lieu de louer les dispositions qui, dans le projet en instance devant le Sénat, permettent aux caisses d'assurances d'effectuer leurs placements jusqu'à concurrence de moitié en prêts aux sociétés et institutions d'habitations à bon marché, en prêts hypothécaires individuels, sur les habitations à bon marché aux personnes peu fortunées, en acquisition de terrains ou d'immeubles pour la construction ou l'aménagement d'établissements de prévention et de cure.

COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ
CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE DU 12 FÉVRIER 1927

Présidence de M. SAUVAGE, *président*.

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 22 janvier 1927 est adopté.

Est présentée pour devenir membre de la Société :

L'ÉCOLE NATIONALE D'ARTS ET MÉTIERS D'ANGERS (Maine-et-Loire), présentée par MM. Guillery et Androuin.

Est nommé membre de la Société, M. PINEAU, présenté dans la dernière séance.

M. Ch. DE FRÉMINVILLE, *secrétaire général*, présente et analyse les ouvrages suivants :

Le gouvernement des entreprises commerciales et industrielles. Leçons professées à l'École des Hautes Études commerciales par J. CARLIOZ, 2^e édition. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6^e), 1927;

Résistance des matériaux analytique et graphique. II : Systèmes en treillis. Arcs isostatiques et hyperstatiques. Portiques à une travée et portiques continus, par Bertrand DE FONTVIOLANT. (Encyclopédie du génie civil et des travaux publics). Paris, J.-B. Baillièrre et fils, 19, rue Hautefeuille (6^e), 1927;

Manuel du fondeur, par A. E. FABART. (Bibliothèque professionnelle). Paris, J.-B. Baillièrre et fils, 1926;

Royaume de Belgique. MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL. INSPECTION DE L'INDUSTRIE. — Monographies industrielles. Aperçu économique, technologique et commercial. — Groupe VIII : *L'industrie du tissage en Belgique* (1923). — Groupe VIII : *L'industrie lainière en Belgique* (1921). — Groupe XV : *La lithographie, la gravure et leurs industries connexes* (1920). Bruxelles, J. Lebègue et Cie, rue Neuve, 36; Albert Dewit, rue Royale, 53;

Les moyens préventifs contre le nombre et la gravité des accidents dans les exploitations agricoles, viticoles et forestières, par Paul RAZOUS. Paris, Imp. des Assureurs, 25, rue Henri-Monnier, 1926. (Don de l'auteur, membre de la Société);

Le stade actuel des problèmes du moteur d'automobile et des carburants de

remplacement, par A. GREBEL. (Extrait du « Génie civil » des 4, 11 et 18 décembre 1926). Paris, Publications du journal « Le Génie civil », 6, rue de la Chaussée d'Antin, 1927. (Don de l'auteur).

M. F. MAURICE, ancien élève de l'École polytechnique, fait une communication sur *l'horor-memo, aide-mémoire mécanique*⁽¹⁾.

M. ARNOULD demande le prix de l'appareil.

M. MAURICE. — Son prix est de 2.000 fr. L'éphéméride coûte 50 fr. L'inventeur est M. Charles Mamet, de la Société Mamet et C^{ie}, 59, rue de Richelieu, Paris, et des collaborateurs techniques de cette société.

M. SATET. — La feuille journalière comporte les heures de la journée de travail comptées de 6 h. du matin à 6 h. du soir. Pourquoi n'a-t-on pas employé la notation nouvelle 13 h. au lieu de 1 h.?

M. MAURICE. — Parce que : 1° cette nouvelle notation n'est pas encore entrée dans les usages; 2° si l'appareil doit servir au travail de la nuit, la même feuille peut servir. Il suffira de la distinguer par exemple par un trait de crayon en diagonale. Autrement, il aurait fallu imprimer un autre feuillet comportant les heures de 18 h. à 6 h. Rien ne sera plus facile que de recourir à cette impression et à cette notation le jour où elles trouveront preneurs.

M. SAUVAGE, *président*, remercie M. Maurice de l'exposé court et intéressant qu'il vient de faire sur un appareil essentiellement français. On doit souhaiter que l'usage s'en répande en France comme il s'est rapidement répandu à l'étranger.

La séance est levée à 18 h. 15 m.

SÉANCE PUBLIQUE DU 26 FÉVRIER 1927

Présidence de M. SAUVAGE, *président*.

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 12 février 1927 est adopté.

Sont présentés pour devenir membres de la Société :

M. LEBARON (Léon), industriel, directeur commercial et administrateur de la Société des Chromographes Lebaron Frères, 27, rue d'Orsel, Paris (18^e), présenté par MM. Trillat et Lœbnitz;

M. le Directeur général de la CAISSE NATIONALE DE CRÉDIT AGRICOLE, 5, rue Casimir-Périer, Paris (7^e), présenté par M. Ringelmann et M. Lemaire.

(1) Voir le texte *in extenso* de cette communication dans le Bulletin de février 1927, page 133.

Est nommée membre de la Société, l'ÉCOLE NATIONALE D'ARTS ET MÉTIERS D'ANGERS, qui a été présentée dans la dernière séance.

M. SAUVAGE, *président*. — J'ai le regret de vous annoncer la mort d'un des membres de notre Conseil d'Administration : M. Louis SALOMON, décédé le 13 février dans sa 84^e année. M. Salomon était membre du Comité des Arts mécaniques depuis 1914. Toute sa carrière a été accomplie à la Compagnie des Chemins de fer de l'Est. Il était ingénieur en chef honoraire du Matériel et de la Traction à cette compagnie, ancien président de la Société des Ingénieurs civils de France, officier de la Légion d'honneur.

M. SAUVAGE, *président*. — J'ai le plaisir de vous annoncer que M. WALCKENAER, notre collègue du Conseil au titre du Comité des Arts mécaniques, vient d'être promu commandeur dans l'ordre de la Légion d'honneur. Nous lui adressons nos très vives félicitations.

M. Ch. DE FRÉMINVILLE, *secrétaire général*, présente et analyse les ouvrages suivants récemment entrés dans notre Bibliothèque :

CHIMIE ET INDUSTRIE. — *Dix ans d'efforts scientifiques, industriels et coloniaux, 1914-1924*. Tomes I et II. Paris, 49, rue des Mathurins. (Don de la Société de Chimie industrielle);

GOVERNEMENT CHÉRIFIEN, — Protectorat de la République française au Maroc. Direction générale de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Antiquités. Service des Arts indigènes. — *Corpus des Tapis marocains*, présenté par Prosper RICARD. I : Tapis de Rabat (1923); II : Tapis du Moyen Atlas (1926). Paris, Paul Geuthner, 13, rue Jacob (6^e);

La menuiserie mauresque dans les monuments arabes de Tlemcen, par P. RICARD. (Extrait du Bulletin de l'Enseignement des Indigènes de l'Académie d'Alger, n^{os} 218-219, janvier-avril 1915). Alger, Adolphe Jourdan, place du Gouvernement, 1915;

La renaissance de la reliure d'art à Fès, par Prosper RICARD. (Extrait des procès-verbaux et mémoires du Congrès international des Bibliothécaires et Bibliophiles, Paris, 1923). Paris, Jouve et C^{ie}, 13, rue Racine, 1925;

Procédés marocains de teinture des laines, par Prosper RICARD et Mohamed KOUADRI. (Extrait du Bulletin de l'Enseignement public du Maroc). Paris, Émile Larose, 11, rue Victor-Cousin, 1925;

Art de la reliure et de la dorure, par ABOU EL-'ABBAS AHMED BEN MOHAMED ES-SOFIANI. Texte arabe accompagné d'un index de termes techniques, par P. RICARD. 2^e édition. Paris, Paul Geuthner, 13, rue Jacob (6^e), 1925;

Les arts tripolitains, par Prosper RICARD. (Estratto della Rivista della Tripolitania, anno II, n. IV-V). Roma, Tipografia del Senato, 1926;

Poteries berbères à décors de personnages, par P. RICARD. (Hesperis. Archives berbères et Bulletin de l'Institut des hautes Études marocaines, 1921, 4^e trimestre). Paris, Émile Larose, 11, rue Victor-Cousin;

Tapis de Rabat, par P. RICARD. (*Id.*, 1923, 1^{er} trimestre). Paris, E. Larose;

Note sur la mosquée de Tinnal, par Prosper RICARD. (*Id.*, 1923, 4^e trimestre). Paris, E. Larose;

Les métiers manuels à Fès, par P. RICARD. (*Id.*, 1924, 2^e trimestre). Paris, E. Larose;

Nattes berbères de l'Afrique du Nord, par P. RICARD. (*Id.*, 1925, 1^{er} trimestre). Paris, E. Larose;

Tissage berbère des Aït Aïssi (Grande Kabylie), par Prosper RICARD. (*Id.*, 1925, 2^e trimestre). Paris, E. Larose;

Académie d'Alger. — Enseignement artistique et industriel dans les écoles primaires publiques d'indigènes. — Catalogue des modèles étudiés et exécutés au 1^{er} janvier 1914 par le Cabinet de Dessin de l'Inspection de l'Enseignement artistique et industriel dans les Écoles indigènes. Cours d'apprentissage de garçons et de filles indigènes. Alger, Adolphe Jourdan, place du Gouvernement, 1914 (Don du Service des Arts indigènes, Rabat);

Le 250^e anniversaire de l'Observatoire de Greenwich. John Harrison et la chronométrie, par Paul DITISHEIM. Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 55, quai des Grands-Augustins; Neufchâtel, Journal suisse d'horlogerie, 12, faubourg de l'Hôpital, 1926. (Don de l'auteur);

Le chauffeur au garage, par Pierre Prévost. Tome I : Organisation de l'atelier du garage privé. Entretien de la voiture. Sa mise au point. Recherche des pannes. (Bibliothèque du chauffeur). Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6^e), 1926;

Manuel de blanchiment-teinture, par Ch. LIÉNARD-FIÉVET. Tome III : Chimie tinctoriale. (Bibliothèque professionnelle). Paris, J.-B. Baillièrre et fils, 49, rue Hautefeuille (6^e), 1926;

Manuel de la classification décimale à l'usage des ingénieurs électriciens, établi d'après le Manuel du Répertoire bibliographique universel de l'Institut international de Bibliographie, par E. BEINET. Paris, Revue générale de l'Électricité, 12, place de Laborde (1926);

Viscosité et lubrification, par A.-G.-M. MICHELL. Traduit de l'anglais par A. TROLLER. Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 55, quai des Grands-Augustins (6^e), 1927.

M. DES LONGCHAMPS, administrateur de 1^{re} classe des Colonies, fait une communication sur *la mise en valeur et l'outillage économique de l'Afrique occidentale française*⁽¹⁾.

(1) Voir le texte *in extenso* de cette communication dans le présent numéro du *Bulletin*, page 193.

M. le Col. JANVIER. — Quelle est la largeur des voies ferrées en A. O. F.?

M. DES LONGCHAMPS. — En général 1 m; quelquefois 60 cm.

M. le Col. RENARD. — Cultive-t-on le caoutchouc en A. O. F.?

M. DES LONGCHAMPS. — Le caoutchouc exporté de l'A. O. F. représente très peu de chose; 1.700 t en 1926. Il provient de cueillette et, presque exclusivement d'une liane, le *Funtumnia elastica*. On n'a créé en A. O. F. aucune plantation de plante à caoutchouc. Des essais concluants montrent cependant que rien ne s'oppose à ce qu'il en soit créé. Au Liberia, tout proche, les Américains projettent de créer de grandes plantations.

M. SAUVAGE. — A-t-on pris en A. O. F. des précautions pour ménager les forêts? N'y a-t-il pas à craindre qu'elles ne soient saccagées comme l'ont été celles des États-Unis?

M. DES LONGCHAMPS. — Jusqu'à présent, aucune précaution n'a été prise parce que le besoin ne s'en est pas fait sentir; en certains points, la densité de peuplement est si grande que l'on pourrait abattre les arbres pendant des siècles sans inconvénient. Néanmoins, un code forestier, datant de 1912, ne permet pas d'abattre n'importe où; les coupes sont définies et limitées. On n'exploite que les essences les plus intéressantes et, pour obtenir celles-là, on abat aussi d'autres arbres dont une partie pourrit sur place, l'autre étant exportée. On compte trois officiers forestiers à la Côte d'Ivoire; ils ont sous leurs ordres tout un personnel indigène chargé de la surveillance des coupes.

On a constitué aussi quelques réserves; il y a deux ans, une station d'études du repeuplement a été créée à Abidjan, car on ne sait rien sur la durée de la croissance de la plupart des essences exploitées.

M. le Col. RENARD. — Ne peut-on pas déterminer l'âge des arbres d'après le nombre des zones d'accroissement?

M. DES LONGCHAMPS. — Non, les conditions ne sont pas les mêmes que chez nous.

M. MASSON. — Ne s'est-on pas préoccupé de semis?

M. DES LONGCHAMPS. — Une station d'essais de semences a été créée en 1924; elle fonctionne depuis trop peu de temps pour avoir donné des résultats; elle n'a encore rien publié.

M. MASSON. — Comment recrute-t-on les maîtres d'école?

M. DES LONGCHAMPS. — Autant que possible, maintenant, parmi les indigènes. On a créé récemment une école normale coloniale d'instituteurs destinée aux Européens. L'enseignement donné en A. O. F. doit en effet être une adaptation de l'enseignement métropolitain aux conditions locales; cette adaptation peut être très longue si elle n'est pas conduite méthodiquement dans une école.

M. le Col. JANVIER. — Les entreprises privées ont-elles une organisation sanitaire?

M. DES LONGCHAMPS. — Non, toute l'organisation sanitaire est officielle. Chaque colonie est autonome au point de vue de son organisation sanitaire et médicale, et s'organise comme elle l'entend. On a cependant créé à Dakar, en 1918, une école de médecins indigènes qui fournit en moyenne 20 médecins par an à l'ensemble de l'A. O. F. Il y a en outre un Institut Pasteur à Dakar, avec annexe à Kindia, qui est surtout une singerie où l'on étudie les anthropoïdes et la transmission de certaines maladies contagieuses qui frappent l'homme.

M. SUSS. — La difficulté en A. O. F., comme dans toutes les colonies et même partout ailleurs, c'est de trouver le personnel qualifié. Celui qu'on emploie l'est rarement.

M. SAUVAGE, *président*. — Je remercie vivement M. des Longchamps de son intéressante communication et des explications complémentaires qu'il a bien voulu nous donner.

La séance est levée à 18 h. 30 m.

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE EN FÉVRIER 1927

ROYAUME DE BELGIQUE. — MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL. — Inspection de l'Industrie. — Monographies industrielles. Aperçu économique, technologique et commercial. — Groupe VIII : **L'industrie du tissage en Belgique**. In-8 (25 × 16) de 484 p., 112 fig. (1923). — Groupe VIII : **L'industrie lainière en Belgique**. In-8 (25 × 16) de 230 p., fig. (1921). — Groupe XV : **La lithographie. La gravure et leurs industries connexes**. In-8 (25 × 16) de 292 p., fig., pl. (1920). Bruxelles, J. Lebègue et C^{ie}; Albert Dewit.

17239-17241

GOUVERNEMENT CHÉRIFIEN. — PROTECTORAT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE AU MAROC. — Direction générale de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Antiquités. Service des Arts indigènes. — **Corpus des Tapis marocains**, présenté par PROSPER RICARD. In-4 (29 × 20). I : **Tapis de Rabat**, de XII + 31 p., LXIV planches (1923). — II : **Tapis du Moyen Atlas**, de 74 p., 64 fig., LXIV planches (1926). Paris, Paul Geuthner. (*Don du Service des Arts indigènes, Rabat*).

17242-3

PRÉVOST (PIERRE). — **Le chauffeur au garage**. Tome I : *Organisation de l'atelier du garage privé. Entretien de la voiture. Sa mise au point. Recherches des pannes*. (Bibliothèque du chauffeur). In-12 (19 × 12) de VII + 283 p. Paris, Dunod, 1926.

17244

INSTITUT INTERNATIONAL DE BIBLIOGRAPHIE. — **Manuel de la classification décimale à l'usage des Ingénieurs électriciens**, établi d'après le Manuel du Répertoire bibliographique universel de l'Institut international de Bibliographie, par E. BEINET. In-8 (22 × 13) de x + 130 p. Paris, Revue générale de l'Électricité, 12, place de Laborde, 1926.

17245

MICHELL (A. G. M.). — **Viscosité et lubrification**. Traduit de l'anglais par A. TROLLER. In-8 (25 × 16) de 68 p., 31 fig. Bibliographie, p. 67-68. Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 1927.

17246

Chimie et industrie. 1914-1924. Dix ans d'efforts scientifiques, industriels et coloniaux. In-4 (28 × 22). Tome I : 1530 p., fig.; Tome II : 1506 p., fig. Paris, 49, rue des Mathurins, 1926. (*Don de la Société de Chimie industrielle*). . . **17247-8**

LIÉNARD-FIÉVET (CH). — **Manuel de blanchiment-teinture. III : Chimie tinctoriale. Bibliothèque professionnelle.** In-18 (16 × 10) de 507 p. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1926. **17249**

* *

Don du Service des Arts indigènes, Rabat :

RICARD (P.). — **La menuiserie mauresque dans les monuments arabes de Tlemcen.** (Extrait du *Bulletin de l'enseignement des indigènes de l'Académie d'Alger*, nos 218-249, janvier-avril 1915). In-8 (25 × 16) de 22 p., 61 fig. Alger, Imp. A. Jourdan, 1915.

Pièce 13173

RICARD (PROSPER). — **La renaissance de la reliure d'art à Fès.** (Extrait des *Procès-verbaux et Mémoires du Congrès international des Bibliothécaires et Bibliophiles*. Paris 1923). In-8 (24 × 16) de 14 p., III pl. Paris, Jouve et Cie, 1925.

Pièce 13174

RICARD (PROSPER) et KOUADRI (MOHAMED). — **Procédés marocains de teinture des laines.** (Extrait du *Bulletin de l'Enseignement public*. Gouvernement chérifien. Protectorat de la République française au Maroc). In-8 (24 × 16) de 26 p. Paris, Émile Larose, 1925.

Pièce 13175

ES-SOFIANI (ABOU EL-ABBAS AHMED BEN MOHAMMED). — **Art de la reliure et de la dorure.** Texte arabe accompagné d'un index de termes techniques, par P. RICARD. 2^e édition. In 8 (25 × 16) de 52 p. Paris, Paul Geuthner, 1925.

Pièce 13176

RICARD (PROSPER). — **Les arts tripolitains.** Extrait de la *Rivista della Tripolitania*, Anno II, n. IV). In-8 (24 × 17) de 52 p., 32 fig. Roma, Tipografia del Senato, G. Bardi, 1926.

Pièce 13177

RICARD (P.). — **Poteries berbères à décors de personnages.** (*Hespéris. Archives berbères et Bulletin de l'Institut des hautes Études marocaines*, 1921, 4^e trimestre). In-4 (28 × 19), p. 421-433, fig. Paris, Émile Larose, 1921.

Pièce 13178

RICARD (P.). — **Tapis de Rabat.** (*Hespéris. Archives berbères et Bulletin de l'Institut des hautes Études marocaines*, 1923, 1^{er} trimestre). In-4 (28 × 19) de 7 p., 1 fig., 1 pl. Paris, Émile Larose.

Pièce 13179

RICARD (PROSPER). — **Note sur la mosquée de Tinmal.** (*Hespéris. Archives berbères et Bulletin de l'Institut des hautes Études marocaines*, 1923, 4^e trimestre). In-4 (28 × 19), p. 523-532, 7 fig. Paris, Émile Larose.

Pièce 13180

RICARD (P.). — **Les métiers manuels à Fès.** (*Hespéris. Archives berbères et bulletin de l'Institut des hautes Études marocaines*, 1924, 2^e trimestre). In-4 (28 × 19), p. 205-224. Paris, Émile Larose.

Pièce 13181

RICARD (P.). — **Nattes berbères de l'Afrique du Nord.** (*Hespéris. Archives berbères et Bulletin de l'Institut des hautes Études marocaines*, 1925, 1^{er} trimestre). In-4 (28 × 19), p. 103-123, 53 fig. Paris, Émile Larose.

Pièce 13182

RICARD (PROSPER). — **Tissage berbère des Aït Aïssi (Grande Kabylie).** (*Hespéris. Archives berbères et Bulletin de l'Institut des hautes Études marocaines*, 1925, 2^e trimestre). In-4 (28 × 19), p. 219-225, 23 fig. Paris, Émile Larose.

Pièce 13183

ACADÉMIE D'ALGER. — **Enseignement artistique et industriel dans les Écoles primaires publiques d'indigènes. — Catalogue des modèles étudiés et exécutés au 1^{er} janvier 1914 par le Cabinet de Dessin de l'Inspection de l'Enseignement artistique et industriel dans les Écoles indigènes. Cours d'apprentissage de garçons et de filles indigènes.** In-8 (22 × 14) de 20 p. Alger, Typographie A. Jourdan, 1914.

Pièce 13184

L'agent général, gérant.

E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

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

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE SOLENNELLE

DU 26 MARS 1927

DISTRIBUTION DES RÉCOMPENSES DÉCERNÉES POUR L'ANNÉE 1926

Présidence de M. ED. SAUVAGE, *président*.

La séance est ouverte à 17 h.

Le fauteuil présidentiel est occupé par M. Ed. SAUVAGE, *président*. A ses côtés siègent MM. H. HITIER et DE FRÉMINVILLE, *secrétaires généraux*, et les membres du Conseil rapporteurs des comités techniques sur la proposition desquels les récompenses sont accordées.

ALLOCUTION DE M. ED. SAUVAGE.

L'assemblée générale solennelle, tenue tous les ans pour la distribution des récompenses de la Société, offre une excellente occasion pour passer en revue ses travaux, examiner son œuvre, et surtout chercher à la maintenir au rang qu'elle tient depuis plus d'un siècle.

En feuilletant la collection du *Bulletin*, on est frappé de l'importance des articles qu'il renferme; ces articles touchent à des questions extrêmement variées, mais presque tous sont de nature à intéresser le lecteur, malgré leur grande diversité, ou plutôt à cause de cette diversité même. Les sujets traités sont, en général, de grande importance; plusieurs ont été l'objet des conférences publiques qui attirent à notre société de nombreux auditeurs.

Une preuve de l'intérêt de notre bulletin se voit dans le fait qu'en dehors des membres de la Société qui le reçoivent, il est lu à l'étranger par de nombreux abonnés.

Je ne vois guère qu'un défaut à reprocher à cette publication, c'est la dépense sans cesse croissante qu'elle exige : mais notre Conseil est décidé aux plus grands sacrifices pour la maintenir au même niveau.

Les conférences publiques de l'année 1926 ont touché des objets variés, et, en général, d'un grand intérêt pour l'industrie.

Celle de MM. L. CLÉMENT et C. RIVIÈRE, sur les récentes applications des vernis cellulodiques, sujet qu'ils avaient déjà traité il y a quelques années, nous a montré le succès d'une invention française quand elle revenait d'Amérique.

M. S. KARPINSKY a présenté un type intéressant de baratte.

L'emploi de la traction électrique pour les véhicules automobiles mérite une étude sérieuse, car, étant donnés, d'une part, le prix élevé de l'essence, et, d'autre part, la grande quantité de ces véhicules en service aux États-Unis d'Amérique, il est surprenant qu'on en voie encore si peu en France. Aussi la conférence de M. RETEL sur ce sujet était des plus utiles. Il convient d'en rapprocher un travail très documenté de M. A. MAUREAU sur l'état de la traction électrique par accumulateurs en France.

Les conférences de M. F. AUCLAIR sur les gazogènes transportables et de M. A. GREBEL sur l'économie d'essence se rapprochent du même sujet.

Un des devoirs de la Société est de faire connaître toutes les économies réalisables dans les industries : tel est le motif de la conférence de M. Ch. DABOUST sur les matières grasses de récupération.

Les grandes expériences entreprises sur les effets mécaniques et la propagation des ondes des explosions nous ont été rapportées par MM. E. BURLLOT et Ch. MAURAIN.

Dans le domaine des arts, on n'a pas oublié la présentation, par M. G. BOREAU, du « violonista », où la machine reproduit les mouvements les plus délicats que l'exécutant imprime à son archet, certains mouvements même que son professeur de violon n'avait jamais su indiquer à l'un de nos collègues.

Il convient surtout de rappeler la série magistrale des cinq conférences données en mai 1926 sur les progrès récents de la télégraphie et de la téléphonie sans fil et les explications de la technique de la haute fréquence, où l'on a entendu successivement MM. R. JOUAUST, R. MESNY, L. JULLIEN, P. BRENOT, et le général G. A. FERRIÉ. Le numéro de juillet-août-septembre 1926, qui reproduit le texte de ces conférences, est un véritable traité sur la matière.

La préparation industrielle du fluor a été l'objet d'une conférence de M. P. LEBEAU.

Enfin, pour montrer la variété des sujets traités en séance publique,

n'oublions pas la communication de M. A. TRILLAT, membre du Conseil, sur « Balzac et la science, les chimistes de *La comédie humaine* ».

L'activité de la Société se manifeste également par les travaux de ses comités, rapports sur des inventions et des questions diverses qui leur sont soumises, communications de leurs membres, propositions de subventions et de récompenses. Il serait trop long de citer ici tous ces travaux, dont les plus importants sont publiés dans le bulletin.

Outre les sujets qui viennent d'être rappelés, le bulletin de 1926 a publié de nombreux mémoires, fort importants, notamment sur le versoir des charrues et sur le travail à la manivelle, par M. RINGELMANN, membre du Conseil; sur l'étouffage des cocons de vers à soie, par M. G. BERTRAND, membre du Conseil; sur les récents progrès de l'entomologie appliquée à l'agriculture en Italie, par M. B. TROUVELOT, étude des plus utiles sur les insectes destructeurs des récoltes et les moyens de s'en préserver; sur l'accumulateur au plomb, par M. Ch. FÉRY, membre du Conseil; sur le village des jouets, à l'Exposition des Arts décoratifs, par M. H. R. d'ALLEMAGNE, membre du Conseil; par MM. H. Le CHATELIER, et Ch. de FRÉMINVILLE membres du Conseil, sur la lutte contre le gaspillage et sur la collaboration des patrons et des ouvriers aux États-Unis. En même temps, M. DE FRÉMINVILLE a donné la traduction *in extenso* des rapports des ouvriers britanniques composant la mission aux États-Unis envoyée par le journal *Daily Mail*, document du plus haut intérêt.

Une étude sur la fatigue industrielle par M. M. J. ANDROUX, membre du Conseil, se rattache au même sujet.

M. L. CHASSEVENT a publié des recherches sur le plâtre, pour lesquelles la Société lui avait accordé une subvention.

Citons encore une étude de M. le capitaine ROUCH sur les glaces marines; une description des chemins de fer de l'Afrique équatoriale française, par M. JEAN MARC BEL, membre du Conseil; de nombreuses analyses bibliographiques d'ouvrages entrés à la Bibliothèque, et nous serons loin d'avoir donné une analyse complète du bulletin de la Société pour 1926.

Aussi je pense que vous serez d'accord avec votre président pour adresser de vives félicitations à nos secrétaires généraux MM. H. HITIER et Ch. DE FRÉMINVILLE, sous la direction desquels est rédigé le bulletin, ainsi qu'à l'agent général de la Société, M. E. LEMAIRE, qui en assure la publication.

Dans la composition variée et très étudiée du Bulletin, nos secrétaires ne font qu'imiter nos prédécesseurs : la collection du bulletin de la Société depuis son origine est une encyclopédie du plus haut intérêt. Permettez-moi de citer le petit fait suivant : un auteur anglais, publiant un ouvrage sur les

origines de la locomotive, n'a trouvé de description complète et de dessins de la locomotive anglaise à crémaillère de Blenkinsop que dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement*, année 1815.

Ce n'est pas seulement par ses publications que s'exerce l'action de la Société ; dès que l'occasion s'en présente, elle prend part aux efforts en vue du bien public et même les provoque. C'est ainsi qu'elle a transmis au Ministre de l'Hygiène un vœu concernant la répression de l'alcoolisme ; au Ministre du Commerce et au Directeur des Beaux-Arts, un vœu concernant l'organisation des futures expositions d'art industriel ; aux Ministres des Finances et des Travaux publics, une demande d'exonération d'impôts en faveur des véhicules automobiles électriques.

La Société s'associe à l'énergique campagne entreprise par le Comité pour l'Abolition de la Syphilis. Elle a rendu compte, sur l'initiative du Comité du Commerce et de son rapporteur, M. G. RISLER, de la remarquable brochure de propagande du constructeur G. RICHARD, membre du Conseil, par laquelle il déplore les funestes effets de la restriction légale de la durée du travail, à une époque où un effort énergique s'imposait, pour réparer les ruines de la guerre avec un effectif de travailleurs lamentablement réduit. Cette question vitale pourrait utilement être reprise par la Société.

Il est dans les traditions de la Société d'aider les chercheurs par des subventions, par des prises de brevets ; elle dispose d'ailleurs de plusieurs fondations à cet effet. Si depuis quelques années elle a eu peu d'occasions d'encourager par ses subventions des recherches originales, il est à désirer que sa tradition ne soit pas interrompue, et elle fait appel aux industriels pour qu'ils lui signalent les questions qui mériteraient une étude et des recherches expérimentales.

Parmi ces questions, il en est une des plus importantes, qui a déjà donné lieu à de grands travaux de la Société, travaux couronnés de succès, l'unification des dimensions des matières premières et des objets fabriqués. Vous savez tous que c'est aux efforts de la Société d'Encouragement qu'on doit le système international de filetages, adopté non seulement en France, mais dans beaucoup de pays étrangers. C'est aussi à la Société qu'est due l'unification, plus simple, des jauges de tréfilerie. Depuis ces travaux, une commission officielle a publié, après enquêtes, des règles fixant les dimensions normales de nombreuses matières utilisées par l'industrie et de produits finis ; mais il reste beaucoup à faire. La simplification des types, la réduction de leur nombre, peuvent amener de grandes économies dans la fabrication et le commerce d'une foule d'objets, souvent des plus familiers, ainsi que le montre l'exemple des États-Unis. Les efforts de tous les intéressés sont nécessaires pour obtenir des résultats utiles, et on ne peut douter que la Société

d'Encouragement ne puisse encore exercer très utilement ses efforts dans cette direction.

Comme vous le voyez, la tâche de la Société est lourde, et elle peut être utile à l'industrie et au pays entier de bien des manières différentes. Elle sera d'autant plus puissante qu'elle trouvera autour d'elle des concours plus nombreux. Or l'effectif de ses membres n'est pas ce qu'il pourrait, ce qu'il devrait être. Un auteur spirituel a publié, il y a bien des années déjà, un ouvrage intitulé *Le quarante et unième fauteuil de l'Académie française*, où il énumère les littérateurs éminents qui n'ont pas fait partie de cette compagnie, à laquelle ils semblaient devoir faire honneur. Si, à l'imitation d'Arsène Houssaye, nous dressions une liste des personnes que nous aimerions à voir dans nos rangs, et qui, j'en suis sûr, s'en trouveraient fort satisfaites, cette liste serait certainement bien plus longue que celle des membres présents dans notre annuaire. Je soumets cette remarque à vos réflexions, en vous demandant d'amener à notre Société les personnes et les Sociétés qui nous apporteront une aide morale et matérielle.

J'espère que cet appel sera entendu, car ce n'est pas en vain que nous nous adressons au dévouement de nos collègues, qui, notamment en ce qui concerne le bulletin, nous ont aidé par de généreuses subventions.

Cette année, la Société industrielle de Mulhouse a célébré le centenaire de sa fondation : notre vice-président, M. G. RISLER, représentait à cette cérémonie la Société d'Encouragement. Suivant notre coutume, la Société mulhousienne distribue des récompenses; elle a eu la délicate idée d'offrir sa grande médaille d'or à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, « comme à la mère respectée et très sympathique de toutes les sociétés industrielles ».

Vous serez tous très heureux de ce touchant témoignage, pour lequel nous adressons de nouveau à la Société industrielle de Mulhouse nos sincères remerciements.

Il n'est pas inutile de rappeler les services que rend, à nos membres et aux personnes qu'ils veulent bien recommander, notre *Bibliothèque*. Vous savez combien elle est riche en ouvrages techniques et surtout en périodiques, français et étrangers. Le catalogue imprimé de ces périodiques, classés décimalement, est fort commode.

Plus de 3 000 lecteurs ont fréquenté la Bibliothèque en 1926.

Nous ne saurions terminer cet exposé sans rappeler les pertes qu'a éprouvées la Société. Notre Conseil a eu à déplorer la mort de MM. Édouard BOURDON, Maurice ALFASSA, Paul BODIN, André HILLAIRET, Félix BRIOT, Lucien BORDET, Pierre LARIVIÈRE, Henri-Charles PETIT, H. KAMERLINGH

ONNES, membre correspondant étranger, au titre du Comité des Arts économiques. Des notices sur ces regrettés collègues ont été publiées dans le bulletin de la Société.

Dès les premiers mois de la présente année, la mort nous a encore enlevé plusieurs collègues des plus éminents : M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, ancien président de la Société, L. SALOMON, du Comité des Arts mécaniques, E. HEURTEAU, de la Commission des Fonds, Daniel BERTHELOT, du Comité des Arts économiques, E. BOYOD, du Comité des Arts chimiques.

Nous donnons un souvenir ému à la mémoire de ces regrettés collègues.

Il est regrettable que nous ne puissions donner lecture *in extenso* de tous les rapports relatifs aux récompenses qui vont être proclamées. Cette lecture allongerait par trop la séance. Vous avez du reste entre les mains ces rapports, et vous pourrez les lire à loisir.

Quelques-uns de nos lauréats de ce soir ne pourront venir recevoir leur récompense, et pour deux raisons principales : les uns habitent trop loin : au Maroc, en Chine; les autres sont trop âgés ou sont occupés par leur service. La plupart nous ont adressé leurs excuses en même temps que leurs remerciements.

Avant de donner la parole à nos collègues rapporteurs, je crois devoir soumettre à votre approbation les nominations de plusieurs membres nouveaux, parmi lesquels figurent des lauréats d'aujourd'hui ou leurs patrons. Ce sont :

M. CROSNIER (Victor) (*, †), Ingénieur des Arts et Manufactures, directeur des Usines du Pied-Selle à Issoudun, 14, rue des Guédons, Issoudun (Indre), présenté par MM. Joseph Compagnon et E. Lemaire;

M. GREBEL (André) (O. O.), Ingénieur diplômé de l'Institut industriel du Nord, ingénieur-conseil, lauréat de la Société, 22, rue Condorcet, Paris (9^e), présenté par M. Dumanois et M. Lemaire;

la SOCIÉTÉ ANONYME FRANÇAISE MITSUBISHI, exportation importation, 144, avenue des Champs-Élysées, Paris (8^e), présentée par MM. Seguin frères et M. Lemaire;

M. BAZILLE (Alfred), ingénieur-directeur des Usines de la Société d'Éclairage, Chauffage et Force motrice, 178, avenue d'Épinay, Gennevilliers (Seine) présenté par M. Guillery et M. Androuin;

la SOCIÉTÉ ANONYME DES GRANITS PORPHYROÏDES DES VOSGES, 4, rue de Castellane, Paris (8^e), présentée par les Verreries Schneider et M. Lemaire;

M. KARPINSKY (Stéphan), ingénieur civil, lauréat de la Société, 40, rue Brancas, Sèvres (Seine-et-Oise), présenté par M. Lindet et M. Lemaire;

M. TCHAYEFF (Serge), ingénieur civil, lauréat de la Société, 25, avenue Victor-Emmanuel III, Paris (8^e), présenté par M. Feret et M. Lemaire;

M. CORBLIN (Henri), Ingénieur-agronome, lauréat de la Société, 80, boulevard Saint-Marcel, Paris (5^e), présenté par M. Ringelmann et M. Lemaire;

M. DE CHAPTAL (Henri) (*, †), industriel, 10, rue Poussin, Paris (16^e), présenté par M. Lemaire et M. Charles Schneider.

C'est une grande joie pour nous de voir dans cette liste et dans notre annuaire le nom vénéré de M. de Chaptal, descendant de celui qui fut un des fondateurs et le premier président de notre Société, et dont vous voyez le portrait dans cette salle même.

Les personnes précitées sont nommées membres de la Société.

M. AGACHE fils, à Lille, dont deux ouvriers sont récompensés ce soir, nous a adressé 130 francs pour subvenir aux frais de publication de notre *Bulletin*. M. HENRI CORBLIN, qui reçoit ce soir le Prix Parmentier, auquel est joint une somme de 1 000 fr en espèces, est souffrant et, en s'excusant de ne pouvoir venir, nous annonce qu'il renonce à cette somme et en fait abandon à la Société. Nous adressons nos très vifs remerciements à ces deux généreux donateurs.

L'énumération, et surtout la lecture de l'exposé des titres des lauréats montrent quelle est la variété des services récompensés. Cette lecture vous prouvera combien sont justifiées nos modestes récompenses, valables surtout par leur valeur morale; elle vous montrera aussi que, dans notre cher pays de France, ne manquent ni la science, ni le travail, ni l'amour du devoir, ni le dévouement.

A côté de nos lauréats, que de mérites nous sont inconnus, et mériteraient également nos récompenses.

M. ED. SAUVAGE, proclame les noms et les titres des lauréats récompensés au titre de l'année 1926.

M. DE FRÉMINVILLE prononce une allocution 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.

LISTE DES RÉCOMPENSES
DÉCERNÉES PAR LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT.
ANNÉE 1926.

Grande médaille 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 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.*

Cette grande médaille, à l'effigie de Prony, est décernée par le Comité des Arts mécaniques, pour 1926, à MM. DE DION ET BOUTON.

Rapport présenté par M. CHARLES WALCKENAER, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur les progrès réalisés par MM. DE DION ET BOUTON dans *l'industrie automobile.*

L'essor de l'automobile, dans sa phase moderne, ne date guère de plus de 40 ans. Il y avait eu, à diverses époques antérieures, des commencements de réalisation, mais qui n'avaient conduit qu'à des résultats très limités et pour la plupart éphémères. Vers 1880, il ne circulait sur les routes de France, en fait de véhicules sans chevaux, que quelques locomotives routières, de Lotz et autres.

Toutefois, Bollée travaillait le problème de l'adaptation de ce genre d'engin au transport des personnes et avait construit, de 1875 à 1880, quatre voitures de transport en commun mues par la vapeur. En 1881, Raffart munit d'un moteur électrique, alimenté par des accumulateurs Faure, une voiture de la Compagnie générale des Omnibus.

L'idée automobile progressait donc en France, mais lentement, lorsque, dans l'intervalle de 15 ans compris entre 1880 et 1895, elle éclate pour ainsi dire, suscite de multiples efforts et des inventions décisives, force l'attention du public et le passionne, et marche ensuite à pas de géant pour aboutir en moins d'un demi-siècle à ce que nous voyons aujourd'hui : près

d'un million d'automobiles en France, un million et demi en Angleterre, 20 millions aux États-Unis.

Or, dès le début de ce puissant mouvement, parmi les principaux et les plus efficaces innovateurs et animateurs, nous trouvons MM. de Dion et Bouton.

En 1882, M. Bouton et son beau-frère Trépardoux exploitaient à Paris, rue de la Chapelle, un modeste atelier de mécanique où ils construisaient des modèles pour Ducretet et des jouets scientifiques pour la maison Giroux. M. de Dion, s'occupant d'organiser un bal et venu chez Giroux pour acheter des accessoires de cotillon, remarqua une petite machine à vapeur si admirablement exécutée qu'il s'informa des constructeurs et se fit conduire chez eux immédiatement. Il les associa à la recherche, dont l'idée le travaillait, d'une chaudière capable d'actionner un véhicule léger, tel qu'un quadricycle.

Dès 1883, un premier quadricycle à vapeur était établi, avec chaudière à l'avant, sur un châssis fourni par les frères Renard.

Le premier brevet (6 février 1883) pris par les trois associés a trait, non au véhicule ni à la chaudière même, mais à un procédé pour assurer automatiquement dans celle-ci la constance du niveau de l'eau, sans que le motocycliste ait à se préoccuper de l'alimentation. Le procédé imaginé était défectueux et dut par la suite être abandonné; mais les inventeurs avaient vu juste en comprenant, dès le commencement de leurs travaux, l'intérêt qu'offre pour un véhicule à vapeur l'alimentation automatique de la chaudière. C'est à ce problème que Serpollet devait, quelques années plus tard, donner une ingénieuse solution. Il est intéressant de noter que, sur les locomotives de chemins de fer, après avoir considéré jusqu'à ces tout derniers temps l'alimentation comme devant nécessairement être réglée à la main, on arrive aujourd'hui à envisager une alimentation automatique, proportionnelle à la dépense de vapeur.

Il fallait, pour un motocycle, un générateur de vapeur exceptionnellement léger, d'un encombrement minime et ne réclamant aucun travail de chauffe. Ce furent bien les qualités de la chaudière verticale à petits tubes vaporisateurs, brevetée au nom de MM. de Dion, Bouton et Trépardoux le 1^{er} mai 1883 et perfectionnée suivant additions du 7 avril 1884 et du 15 octobre 1886. Le petit diamètre des tubes, leur orientation à peu près normale au courant des gaz de la combustion, la disposition d'ensemble favorable à une circulation accélérée de l'eau, réalisaient les principes qui sont de plus en plus en faveur dans l'établissement des générateurs à vaporisation intensive. La chaudière fut agencée de manière à faire jouer à la partie

supérieure de l'appareil le rôle de sécheur de vapeur. Sous les formes prévues par les deux premiers brevets, le foyer était à pétrole; le danger d'incendie fit chercher une autre solution et le type breveté en 1886 comportait le chauffage au coke, au moyen d'un foyer automatiquement alimenté par un magasin de combustible en forme de tube vertical occupant l'axe de l'appareil.

Cette chaudière montra une telle puissance de vaporisation, elle fournissait une vapeur de si bon rendement, qu'on eut peine à croire aux résultats constatés.

Le système fut appliqué dans des conditions intéressantes à la propulsion d'embarcations. Il attira l'attention de Maupeou : une commande fut faite pour des torpilleurs.

Le troisième quadricycle du système prit le départ tout seul, en 1887, lors d'un concours organisé par le journal *Le Vélocipède* sur la route du bord de l'eau, entre le pont de Neuilly et la grille du Bois de Boulogne. Il était monté par M. de Dion. Il réalisa la vitesse, impressionnante pour l'époque, de 61 km à l'heure.

Quelques tricycles furent aussi construits, comme fournissant pour la direction une solution plus simple que le quadricycle.

Puis, dans l'ordre de la voiture proprement dite, MM. de Dion, Bouton et Trépardoux créèrent ce qui fut appelé un tracteur : c'était un avant-train moteur, prenant la place de l'avant-train d'une voiture ordinaire.

La construction de ce tracteur nécessitait, pour le braquage des roues, l'emploi d'un différentiel. C'est alors que fut pris, par M. de Dion, le brevet du 20 mars 1893. L'invention consistait à associer au différentiel, dispositif dont le principe était connu depuis Pecqueur (1828), la transmission par deux arbres à cardans transversaux, laquelle avait déjà été employée par Bollée : mais l'association et le groupement de ces organes étaient une chose nouvelle et ce dispositif, appliqué par la suite sur une vaste échelle à la commande des roues motrices des automobiles, n'a cessé de donner des résultats parfaits.

Pendant que l'atelier de Puteaux travaillait ainsi dans le domaine de la vapeur, le moteur à explosion, qui sous la forme d'un moteur à gaz avait été appliqué par Lenoir dès 1862 à la propulsion d'une voiture et qui, alimenté cette fois par un carburateur à gazoline, avait fait l'objet d'une tentative analogue de Delamarre-Debouteville et Malandin en 1884, commençait à recevoir sur la route des applications d'un caractère pratique et pleines de promesses. En 1891, MM. Panhard et Levassor et MM. Peugeot, à peu près simultanément, avaient mis en circulation avec un succès remar-

quable des voiturettes actionnées par des moteurs à essence du système Daimler.

Lors du concours organisé en 1894 par *Le Petit Journal* sur le parcours Paris-Rouen (120 km), ce fut le tracteur à vapeur piloté par M. Bouton et servant d'avant-train à une voiture où avaient pris place M. de Dion, Pierre Giffard et deux autres voyageurs, qui réalisa la meilleure vitesse : son temps fut de 5 heures 40 minutes, arrêts déduits, soit une moyenne de marche de 21 km ; h. Il n'eut pas le premier prix, parce qu'il ne fut pas jugé comme ayant le mieux satisfait aux conditions diverses du concours. Le premier prix fut partagé entre Panhard-Levassor et Peugeot, pour leurs voitures à pétrole ; le deuxième fut attribué à MM. de Dion et Bouton « pour leur intéressant remorqueur à vapeur qui s'attelle à une voiture comme un cheval », disait le rapport du Jury.

M. de Dion n'avait pas attendu cette époque pour comprendre que l'avenir était au pétrole. Mais Trépardoux, sur ce point, ne partageait pas ses idées. De 1889 à 1894, M. de Dion étudia la question du moteur à explosion indépendamment de ses deux associés, en s'aidant d'un autre atelier de mécanique. Il prit plusieurs brevets, notamment pour un moteur rotatif à douze cylindres en étoile, dont les dispositions d'ensemble se sont retrouvées plus tard dans les moteurs rotatifs d'aviation. Mais, à partir du jour où Trépardoux, qui ne croyait qu'à la vapeur, se retira de l'association, MM. de Dion et Bouton entrèrent dans la voie où Panhard et Levassor, Peugeot et d'autres marchaient déjà avec succès. Se souvenant de leurs débuts comme vaporistes et ayant l'espoir fondé de faire progresser le moteur à essence en l'adaptant à la propulsion rapide de petits véhicules légers, ils établirent tout aussitôt un tricycle à gazoline, dont les essais eurent lieu au Bois de Boulogne en avril 1895.

Rien n'égalait l'ardeur de M. de Dion pour faire connaître et apprécier du public, pour *lancer* la locomotion mécanique. En 1895, il fut le promoteur et l'un des organisateurs essentiels de la course de 1.200 km, Paris-Bordeaux et retour, à laquelle prirent part effectivement 21 véhicules dont 14 à pétrole, 6 à vapeur et un électrique. Cette épreuve fut un triomphe pour le pétrole. Levassor, sur une voiture à deux places, couvrit le double trajet en 48 heures 47 minutes, soit à une vitesse moyenne de 24 km : h. Le règlement n'admettant que des voitures à quatre places, le premier prix fut décerné à une voiture de Peugeot, après laquelle viennent, sur le palmarès, une autre voiture de Panhard et Levassor, puis deux Peugeot, une Roger, et encore deux Panhard et Levassor. L'un des tracteurs à vapeur de Dion-Bouton avait mené le train jusqu'à Blois, mais avait dû ensuite abandonner pour cause de panne irrémédiable.

A partir de cette époque, MM. de Dion et Bouton poursuivent leur programme d'application du moteur à essence aux motocycles et aux voitures, deviennent les créateurs et les protagonistes du moteur d'automobile léger à grande vitesse de rotation.

En vue d'économiser la matière, le moteur monocylindrique, avec refroidissement par l'air, fut constitué en reliant la culasse au carter par des tirants ou *colonnettes* (brevet du 18 juillet 1895); entre les deux parties ainsi solidarisées était serré un cylindre à paroi mince garnie d'ailettes : disposition qui fut reprise plus tard pour certains moteurs d'aviation.

En même temps, la masse tournante, nécessaire pour régulariser la rotation d'un moteur à demi-simple effet, recevait une disposition heureuse sous la forme robuste de l'arbre-vilebrequin à double volant (autre brevet de même date).

Quant à la vitesse de rotation, elle se trouvait limitée, à cette époque, par le système de l'allumage électrique à trembleur. Lorsqu'il fallait, pour déterminer dans le circuit secondaire de la bobine d'induction la force électromotrice nécessaire au jaillissement de l'étincelle, fermer d'abord, puis rompre vivement le circuit primaire, une came tournante, entraînée par le moteur, abandonnait à elle-même une lame élastique, qui venait d'abord toucher une butée fixe, puis, fonctionnant comme trembleur, s'en écartait, rouvrant ainsi le circuit. De là un temps perdu indépendant de la vitesse de rotation du moteur et qui, sous peine de dérégler l'allumage, empêchait de faire croître cette vitesse au delà d'une limite assez étroite. Dans la disposition brevetée le 13 septembre 1895, MM. de Dion et Bouton produisent par l'effet même du profil de la came, non seulement la fermeture, mais l'ouverture rapide du circuit primaire; cette double opération de fermeture et d'ouverture prend donc un temps d'autant plus court que le moteur tourne plus vite et, par suite, l'étincelle jaillit dans la culasse du moteur pour une position angulaire de l'arbre qui reste à peu près la même quelle que soit la vitesse de rotation.

De 1895 à 1900, c'est au perfectionnement et à la vulgarisation du tricycle à pétrole que MM. de Dion et Bouton consacrent principalement leur activité. Plusieurs brevets nouveaux en jalonnent les progrès : le 2 mai 1898, type d'essieu moteur permettant le démontage du train arrière; le 22 juin suivant, disposition de la cloche d'aspiration du moteur; le 3 juillet 1899, mode de fixation, dans la cavité du piston, de l'axe sur lequel est tourillonné le pied de bielle.

Le succès de ce petit véhicule s'affirma en 1896 dans la course Paris-Marseille et retour (1.700 km), où il réalisa une moyenne de 24 km : h, se

classant immédiatement après deux voitures Panhard et Levassor; puis dans les diverses manifestations qui suivirent et notamment en 1899, dans le tour de France organisé par le journal *Le Matin* (2.300 km); lors de cette dernière épreuve, dans la classe des motocycles, les neuf premières places, à l'exception de la sixième, appartinrent à des tricycles de Dion et Bouton. Le gagnant avait fait une moyenne de 45 km : h.

Le tricycle avait réalisé son type définitif. On passe à la voiturette.

C'est en 1900 qu'apparaît le vis-à-vis, avec moteur à l'arrière, décrit dans le brevet du 14 janvier 1899. Ses dispositions caractéristiques sont: le ressort de suspension transversal à l'arrière, la commande de direction très démultipliée (moulin à café), le changement de vitesse à double engrenage, la mise en marche du moteur au moyen d'une roue à rochets qu'écarte ensuite la force centrifuge.

Bientôt le vis-à-vis fait place au double phaéton, qui place le conducteur plus commodément pour diriger le véhicule.

Arrive enfin une voiturette qui a le moteur à l'avant, avec refroidissement par circulation d'eau. MM. de Dion et Bouton la dénomment *la Populaire*, ce qui, dans leur pensée, est réellement un programme. Elle est construite en deux modèles, 6 chevaux et 8 chevaux. Les dispositions sont simples; la transmission comporte deux vitesses. Ne trouve-t-on pas là une conception analogue à celle qui devait plus tard conduire Henry Ford à la gloire? Et, en France, n'est-ce pas sur des données voisines de celles-là que furent organisées, dans ces derniers temps, les fabrications en série les plus profitables à la diffusion de l'automobile?

Mais, à l'époque du lancement de *la Populaire*, la situation n'était pas mûre pour une fabrication en grande série. Il restait encore trop de progrès techniques à accomplir et ces progrès, qui allaient grand train, transformaient trop vite et trop radicalement les possibilités de la construction et les exigences de la clientèle. On était alors tout à l'augmentation de la puissance des moteurs et de la vitesse des voitures. Les courses d'automobiles poussaient à la recherche fiévreuse de la vitesse à tout prix. Dans la course de 1903, organisée en vue du parcours de Paris à Madrid, pour laquelle plus de 300 voitures avaient été inscrites et où Marcel Renault trouva la mort, le gagnant de la première et unique étape, Gabriel, sur voiture Mors, fit une moyenne de 105 km : h.

Au milieu de ces admirables perfectionnements mécaniques et de ces déplorables excès, MM. de Dion et Bouton n'ont pas fait figure de retardataires, mais ils se sont constamment montrés opposés à la fabrication de ce qu'on appelait trop justement les *monstres de course*.

Dans l'évolution de leurs types d'automobiles, on les voit presque toujours choisir des solutions judicieuses. C'est ainsi que lorsqu'ils passent, en 1904, du moteur à un cylindre au moteur polycylindrique, ils ne s'attardent guère aux solutions comportant deux cylindres ou trois cylindres, qui se prêtent mal à l'équilibrage des forces d'inertie des pièces à mouvement alternatif; ils vont au moteur à quatre cylindres, dont on est à même d'annihiler presque complètement les trépidations.

Lorsque, à l'instar d'autres constructeurs, ils groupent ensemble l'embrayage et le volant, ils choisissent l'embrayage à plateaux : si ce n'est pas le seul bon, c'est l'un des meilleurs systèmes d'embrayage et il est resté en faveur. Il est vrai que MM. de Dion et Bouton firent une école à son sujet. Dans un but de lubrification, ils avaient tout d'abord cru devoir faire frotter contre l'acier du plateau médian certaines pastilles de graphite fixées aux plateaux extrêmes; mais le graphite s'usait, perdait le contact au bout d'un certain temps et ne jouait plus aucun rôle. Ils ne tardèrent pas à remplacer ces pastilles par une garniture faite d'un alliage métallique mou qui assura un frottement convenable et qui, ne se réduisant pas en poussière, ne subit presque pas d'usure.

Je n'insisterai pas davantage sur le détail des dispositifs mécaniques. A partir de l'époque où ce résumé historique nous a conduits, les ateliers du quai National continueront de se développer, toujours à hauteur du progrès, toujours parmi les plus justement réputés pour la perfection de la construction. Ils ne fabriquent pas seulement des engins de sport et de tourisme. L'application de la locomotion automobile à des fins utilitaires est un des soucis constants de MM. de Dion et Bouton. Ils construisent des camions, des autobus, des appareils variés tant industriels qu'agricoles; il fut un temps où ils travaillèrent l'emploi du moteur à pétrole pour le labourage des terres au moyen de treuils fixes.

La qualité des matériaux a été de tout temps, de leur part, l'objet de soins particuliers. Animés du véritable esprit scientifique, ils ont créé vers 1900 un laboratoire d'essais mécaniques et chimiques où M. Léon Guillet est entré tout jeune, où il a effectué une partie de ses beaux travaux et dont, maintenant encore, il conserve la haute direction. A côté de M. Guillet, d'autres spécialistes de haute valeur, tels que MM. Portevin et Bernard, ont été attachés à cet utile laboratoire, où furent étudiées et perfectionnées les méthodes d'examen micrographique des métaux et où, grâce à la variété des qualités d'acier dont on disposait, la gamme complète des aciers a pu être établie.

Associés depuis plus de quarante ans dans une constante et étroite colla-

boration, M. de Dion et M. Bouton sont, par le caractère de leurs talents; deux hommes bien différents, mais merveilleusement complémentaires. M. de Dion s'est montré, en même temps qu'un appréciateur toujours clairvoyant des possibilités mécaniques, un brillant et puissant animateur, un enthousiaste du progrès, n'ayant pas son pareil pour communiquer autour de lui l'esprit de hardiesse et de confiance. C'est grâce à ces rares qualités qu'il a su, dès les premières années de la locomotion moderne, grouper autour de lui les adeptes du sport automobile, orienter leur action vers la réalisation industrielle et le progrès, et, à une époque où ce faisceau de bonnes volontés était encore bien étroit, fonder l'Automobile-Club de France. Il a joué un rôle analogue de précurseur et de pionnier pour la navigation aérienne : possesseur, vers 1884, d'un ballon construit par MM. Renard, avec lequel il fit des trajets tels que celui de Paris au Jura suisse, il a été le président-fondateur de l'Aéro-Club et a donné, dans ce domaine comme dans l'autre, une impulsion qui dure encore. M. Bouton, c'est l'inventeur, le réalisateur, le metteur au point des dispositifs; sans lui, les idées les plus justes dans leur principe auraient risqué de rester infécondes; il a été, sur des points essentiels, véritablement créateur. Ils ont, à eux deux, accompli une belle œuvre, et efficacement contribué à la gloire de la mécanique française. Ils méritent de recevoir la grande médaille à l'effigie de Prony.

Approuvé par le Conseil le 22 janvier 1927.

Le Rapporteur,
CH. WALCKENAER.

*
* *

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 1926, à M. JOSEPH GIROLD, né à Mollkirch (Bas-Rhin) le 29 mars 1859, entré le 23 avril 1875 au service de l'usine de la Société générale pour la Fabrication de la Dynamite, de Paulilles, près Port-Vendres, soit depuis près de 52 ans.

Depuis son entrée à l'usine de Paulilles en 1875, M. Girold, qui avait

quitté l'Alsace à la suite de la guerre de 1870-1871, a travaillé sans interruption dans cette usine jusqu'aujourd'hui. Il s'y est spécialisé dans la fabrication de l'acide azotique. C'est une vie entière de travail soutenu et de dévouement que M. Girol d a consacrée au service de l'usine de Paulilles, avec une fidélité sans défaillance. Il a élevé dix enfants; l'un est mort marin à bord d'un navire de la Marine nationale; deux ont pris part comme combattants à la guerre de 1914-1918, et l'un d'eux a été grièvement blessé.

Approuvé par le Conseil le 22 janvier 1927.

Le Rapporteur,
CH. DE FRÉMINVILLE.

* *

Médaille Dumas.

La médaille Dumas a été instituée en 1897, sur l'initiative 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 1926, à M. GEORGES SCHAUB.

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, plusieurs propositions. Malheureusement nous n'avons pu en retenir qu'une.

La médaille Dumas est décernée cette année à M. GEORGES SCHAUB, qui appartient aux Établissements Ungemach, société alsacienne d'alimentation, de Strasbourg.

M. G. Schaub est né le 1^{er} février 1873, à Bischheim (Bas-Rhin). Il est entré aux Établissements Ungemach le 17 avril 1887, en qualité d'apprenti au magasin de vente. Il est passé, en mai 1889, dans les ateliers de conserves de l'Usine de Schiltigheim (Bas-Rhin).

En raison des qualités qu'il a manifestées, il a été envoyé, en mai 1891, en stage dans les Usines de Tarascon, puis de Carpentras, de la Société

brestoise de Conserves, où il développa ses connaissances dans la fabrication des pulpes et des conserves de légumes ainsi que dans l'expédition des primeurs.

Il a été nommé, en septembre 1895, chef de fabrication dans l'usine de conserves de Schiltigheim, des Établissements Ungemach; en octobre 1911, fondé de pouvoirs dans cette même usine; et, en octobre 1923, directeur technique de cette usine.

M. G. Schaub a su, non seulement acquérir une rare compétence dans toutes les questions de fabrication, connaissant lui-même tous les procédés, sachant, lorsqu'il le faut, prendre le tablier pour montrer aux cuiseurs ou aux autres ouvriers comment doit s'exécuter leur travail, mais il a encore acquis une connaissance très étendue de la mentalité ouvrière et de l'art de diriger le personnel.

M. G. Schaub a pris, en outre, une part importante au développement des méthodes d'organisation du travail et de comptabilité industrielle.

M. G. Schaub remplit auprès des Établissements Ungemach le rôle de conseiller dans toutes les questions ouvrières et sociales; il est l'animateur et il reste le principal soutien des institutions sociales de la maison : caisse de malades, caisse de secours, coopérative du personnel, etc. Il a été, pendant plusieurs années, conseiller municipal de Bischheim, situation dans laquelle sa compétence dans les matières ci-dessus a été fort appréciée.

Nul n'était donc mieux qualifié pour recevoir la distinction qui lui est accordée aujourd'hui par la Société d'Encouragement, mais le Conseil a été particulièrement heureux d'être appelé à décerner la médaille Dumas à un excellent Alsacien et à un excellent Français.

Approuvé par le Conseil le 22 janvier 1927.

Le Rapporteur,

CH. DE FRÉMINVILLE.

Grande médaille Michel Perret.

Rapport présenté par M. H. GALL, au nom du Comité des Arts chimiques sur l'œuvre des ÉTABLISSEMENTS KUHLMANN.

La grande médaille Michel Perret est décernée tous les cinq ans à l'auteur, français ou étranger, de découvertes ou inventions ayant contribué, en France, à la création d'une industrie ou au développement d'une industrie déjà existante.

La Société d'Encouragement a tenu à souligner l'importance, pour

l'histoire de l'industrie chimique française, des cérémonies qui ont eu lieu à Lille, les 10 et 11 octobre 1925, pour célébrer le centenaire de la création des Établissements Kuhlmann.

A cette occasion, elle a cru devoir manifester les sentiments que lui inspirait l'accomplissement de la belle carrière de Frédéric Kuhlmann, lequel, chargé d'un cours de chimie auprès de la Faculté des Sciences de Lille, se rendit compte de la nécessité de doter l'industrie du Nord des fabrications de produits chimiques qui lui étaient nécessaires et créa en 1825, c'est-à-dire à l'âge de 22 ans, à Loos, une fabrique d'acide sulfurique, à laquelle il devait joindre bientôt la fabrication de la soude artificielle, suivant le procédé Leblanc.

L'examen des résultats obtenus par le développement des Établissements Kuhlmann, au cours d'un siècle, fait ressortir, de la façon la plus éclatante, tous les services rendus à l'industrie chimique.

On ne saurait oublier la série de recherches entreprises par Frédéric Kuhlmann, lesquelles ont été réunies en un volume qui est encore aujourd'hui consulté avec respect pour sa mémoire, par tous ceux qui ont souci des progrès de la grande industrie chimique.

Dès 1838, ce savant avait entrevu l'intérêt de la transformation de l'ammoniaque en acide nitrique au moyen de l'éponge de platine et de l'air et, par une vision vraiment prophétique, il s'était rendu compte de l'intérêt que pouvait offrir ce procédé dans le cas où un pays ne pourrait se procurer, en quantité suffisante, les approvisionnements de salpêtre qui, à l'époque, constituait le principal point de départ des explosifs nécessaires pour la défense nationale.

Les Établissements Kuhlmann ont été particulièrement éprouvés au cours de la dernière guerre. Leur reconstitution a été l'objet d'une activité remarquable. Commencée en 1919, celle-ci pouvait être considérée comme terminée dans son gros œuvre dès la fin de 1921.

Les procédés les plus modernes ont été adoptés dans les usines et bientôt devait leur être adjointe la fabrication des matières colorantes, par suite de l'absorption de la Compagnie nationale des Matières colorantes, ce qui devait assurer à celle-ci les principales matières premières dans les conditions les plus avantageuses.

Le Comité des Arts chimiques de la Société d'Encouragement a pensé qu'il lui appartenait de témoigner d'une façon spéciale de son admiration pour l'œuvre accomplie et propose l'attribution de la grande médaille Michel Perret aux Établissements Kuhlmann.

Approuvé par le Conseil le 22 janvier 1927.

Le Rapporteur,

H. GALL.

*
****Prix Parmentier.**

Rapport présenté par M. MAX RINGELMANN au nom de Comité d'Agriculture sur les *travaux* de M. HENRI CORBLIN, Ingénieur-agronome.

Le prix Parmentier, d'une valeur de 1.000 fr, a été fondé par les Exposants de la classe 50 à l'Exposition universelle de Paris de 1889 sur l'initiative de M. Aimé Girard. Il est destiné à récompenser des recherches scientifiques ou techniques susceptibles d'améliorer le matériel ou les procédés des usines agricoles et des industries alimentaires.

En 1886, à sa sortie de l'Institut national agronomique, M. Henri Corblin entra comme préparateur aux laboratoires de physiologie de la Sorbonne et du Havre, où il fit des recherches sur la locomotion des poissons et sur la fonction hydrostatique de la vessie natatoire (mémoire dans les *Archives de Physiologie et de la Société de Biologie*). De 1888 à 1893, il fut préparateur de Marey au Collège de France, et répétiteur à l'Institut agronomique.

En 1890, il présenta à notre Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale un appareil permettant d'enregistrer à distance, avec un seul fil, les déplacements rectilignes d'un point. La Société, sur le rapport de Mascart, adressa des félicitations à M. Corblin (*Bulletin*, juillet 1900, p. 484).

De 1893 à 1900, il exploita la ferme de la Pilletière, dans la Sarthe, où il installa une laiterie industrielle qui l'orienta dans les questions frigorifiques.

De 1900 à 1903, tout en s'occupant d'installations de laiteries et de frigorifiques, il fit des appareils pour la production de l'acétylène, que j'eus l'occasion d'expérimenter à la Station d'Essais de Machines; plusieurs de ces appareils sont encore en fonctionnement.

Pour la conservation des petites quantités de beurre, de fruits et de diverses denrées, il combina le *frigorifère alvéolaire* permettant de réduire les pertes de frigories lors des manutentions d'entrée et de sortie des produits; il remporta à ce sujet un prix d'honneur au concours spécial organisé à Lyon pour la conservation des fruits.

En 1903, il construisit un appareil pour la traite mécanique des vaches qui fut en fonctionnement dans une ferme près de La Ferté-sous-Jouarre.

A partir de 1903, il fit une centaine d'installations de laiteries traitant de 5.000 à 30.000 litres de lait par jour; on lui fit faire à cette époque des applications frigorifiques pour la vinification (au Chili), pour les vins de Champagne (Pommery) et pour la fabrication des pneus (Bergougnan).

En 1916, il fit une installation frigorifique importante à l'usine de produits chimiques de Saint-Auban, pour la Société d'Alès et Camargue, permettant d'obtenir une température d'environ -55° destinée à la liquéfaction du chlore (la production journalière est de 10.000 à 12.000 kg de chlore liquide).

Il invente alors le *compresseur à membrane*, supprimant le presse-étoupes et, par suite, les fuites occasionnées par cet organe et la tige du piston; le compresseur à membrane, permet d'obtenir des pressions atteignant jusqu'à 1.200 kg : cm²; le gaz à comprimer (dont la détente produira l'abaissement de température cherché) n'est en contact qu'avec du métal approprié pour éviter les attaques chimiques, à l'exclusion de lubrifiants et de garnitures, de sorte que le gaz employé (acide sulfureux, ammoniac, acide carbonique) conserve toute sa pureté.

Ces compresseurs à membrane sont construits suivant différents types; le plus petit, nécessitant une puissance d'un quart de cheval, produit 500 frigories-heure, alors qu'un grand modèle, fournissant 30.000 frigories-heure, capable de donner 250 kg de glace par heure, ne demande qu'une puissance de 12 ch.

Une centaine de ces compresseurs à membrane sont actuellement en service en France, en Espagne, en Indochine, en Tunisie, etc., pour les frigorifiques destinés à la conservation des viandes, du poisson, des produits alimentaires divers, la concentration des jus de fruits, etc.

Tout récemment, M. Corblin a aménagé d'une façon spéciale une cinquantaine de wagons frigorifiques à circulation d'air et un appareil qui congèle le lait en blocs homogènes, maintenant la matière grasse dans son état primitif, et permettant le transport du lait à grande distance; les essais de cet appareil viennent d'être achevés au laboratoire de l'Alimentation du Bétail de l'Institut des Recherches agronomiques.

L'énumération précédente des travaux de M. Henri Corblin, Ingénieur-agronome, a décidé le Comité d'Agriculture à le proposer pour l'attribution du Prix Parmentier.

Approuvé par le Conseil le 22 janvier 1927.

Le Rapporteur,
MAX RINGELMANN.

★
★

Médailles d'or.

Rapport présenté par M. E. SAUVAGE, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur un *compresseur rotatif* imaginé et construit par M. RENÉ PLANCHE.

M. R. Planche a soumis à l'examen de la Société un compresseur rotatif, qui a été décrit dans le *Bulletin* de janvier 1926, page 23. Le principe de cet appareil est ingénieux, la réalisation en est habile. Un grand nombre de ces compresseurs ont été livrés à l'industrie.

Le Comité des Arts mécaniques a proposé de récompenser d'une médaille d'or les efforts de M. Planche, qui a su réaliser avec succès un appareil appartenant à la classe des machines rotatives, qui a été l'objet d'innombrables tentatives, trop souvent infructueuses.

Approuvé par le Conseil le 22 janvier 1927.

Le Rapporteur,

ED. SAUVAGE.

★ ★

Rapport présenté par M. JAMES DANTZER, au nom du Comité des Arts mécaniques sur les travaux de M. ELISÉE DUHAMEL, relatifs au *lavage de la laine en suint*.

M. Elisée Duhamel, ancien élève de l'École polytechnique, directeur technique de la Compagnie générale des Industries textiles à Roubaix, est l'auteur d'un procédé de lavage de la laine des plus intéressants dont l'importance a été signalée par M. Daboust dans une communication sur les corps gras de récupération qu'il a faite en séance publique à notre Société et dont un compte rendu figure au *Bulletin* de mars 1926 (pages 374 à 381). M. Elisée Duhamel a en outre fait une communication sur cette question en séance publique le 8 janvier 1927.

Ce nouveau procédé de lavage de la laine a pour point de départ l'étude des phénomènes colloïdaux et principalement de l'adsorption du savon; il a conduit l'inventeur à l'établissement d'un type spécial de machine à laver qui paraît procurer les avantages suivants :

- 1° Économie de savon dans le rapport de 6 à 1;
- 2° Obtention d'un lavé plus blanc, plus doux, plus gonflant qu'à l'ordinaire, moins de blousse à la peigneuse;
- 3° Amélioration des fibres de toutes les laines et particulièrement des laines de peau, etc.
- 4° Augmentation du rendement des laines en lavé à fond;
- 5° 20 p. 100 d'augmentation de la laine lavée en production;
- 6° Récupération sans aucun frais d'une graisse de laine très pure (suintine);
- 7° Non pollution des cours d'eau dans lesquels on rejette les eaux de lavage.

En raison de l'intérêt que présente cette invention, le Comité des Arts mécaniques, a proposé au Conseil d'accorder une médaille d'or à son auteur.

Approuvé par le Conseil le 22 janvier 1927.

Le Rapporteur,
JAMES DANTZER.

*
**

Rapport présenté par M. ANDROUIN, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur un *véhicule automobile à accumulateurs électriques* conçu par M. RENÉ RETEL.

M. R. Retel a réalisé, pour l'application des accumulateurs électriques à la traction sur route, un véhicule dont les dispositions répondent aux diverses conditions qu'impose l'exploitation économique des automobiles électriques, conditions dont l'auteur a donné une analyse très complète dans la communication présentée à la Société d'Encouragement le 23 janvier 1926 et reproduite dans le *Bulletin* de mars, page 184.

Au point de vue mécanique, la disposition adoptée tend à réduire au minimum l'ensemble des masses non suspendues, et à assurer une transmission sans à-coups permettant de mettre à profit les avantages de douceur et de souplesse du moteur électrique.

Au point de vue électrique, les divers régimes de couple et de vitesse sont obtenus, d'une part par le couplage en parallèle ou en série des deux moitiés de la batterie, d'autre part par le couplage en série ou en parallèle des inducteurs du moteur.

L'ensemble du système moteur étant placé à l'avant, l'arrière du véhicule est entièrement libre; cela permet d'y adapter une grande variété de carrosseries, et présente l'avantage d'offrir à la batterie un emplacement situé très bas, d'où on peut la détacher facilement, par exemple pour l'emploi éventuel de batteries normalisées et interchangeables que l'on trouverait sur le parcours et grâce auxquelles on pourrait, moyennant une très faible durée d'immobilisation du véhicule, renouveler la provision d'énergie électrique.

L'appareil ainsi réalisé peut contribuer à libérer notre pays d'une partie du tribut payé chaque année aux nations riches en pétrole.

Le Comité des Arts mécaniques a proposé de décerner une médaille d'or à M. R. Retel pour ces travaux.

Approuvé par le Conseil le 22 janvier 1927.

Le Rapporteur,
M. J. ANDROUIN.

*
**

Rapport présenté par M. PAUL DUMANOIS, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur les *travaux sur les carburants* de M. ANDRÉ GREBEL.

Depuis sa sortie de l'Institut industriel du Nord, en 1897, où il fit des études particulièrement brillantes, M. André Grebel s'est entièrement dévoué aux questions intéressant les carburants en général, et à tout ce qui touche à l'utilisation des sous-produits de la houille et des pétroles en particulier.

C'est à la Société des Huiles de Colombes, où il débuta comme ingénieur, qu'il trouva tout d'abord l'occasion de se faire apprécier. Un des premiers, il voulut établir une science du graissage et chercha à traduire les phénomènes du graissage par des lois précises. Il nous fit profiter de ses travaux dans une brochure traitant du graissage, des huiles et des appareils à graisser.

L'industrie gazière s'est ensuite attaché ce précieux collaborateur. M. A. Grebel devint en effet ingénieur à la Compagnie départementale du Gaz, puis conseil de sociétés gazières et minières. Ce grand travailleur employa alors toute son activité à l'amélioration des sous-produits de la distillation de la houille. D'ailleurs, il suffit d'énumérer les travaux publiés par M. Grebel pour être édifié. Il est l'auteur d'un abaque pour le calcul des conduites de gaz et de brochures traitant : de l'emploi du benzol dans les moteurs d'automobiles; de l'évolution des fours à gaz d'éclairage; des produits de la distillation de la houille; de la fabrication du sulfate d'ammoniaque dans les usines à gaz; de l'évolution de la fabrication du gaz.

Ses travaux ont d'ailleurs été distingués par la Société technique du Gaz qui l'a fait cinq fois lauréat. Il fait partie du Comité de la Société des Ingénieurs civils de France.

Il fit part des résultats de ses travaux dans des communications très remarquées à différents congrès et à la Société d'Encouragement, où, tout récemment encore, il faisait une conférence particulièrement documentée et originale sur les *moyens d'économiser l'essence d'importation* (Voir le *Bulletin* de juin 1926, page 447).

On peut donc dire que M. Grebel a pris une part très active à tous les travaux d'intérêt général sur les carburants, les combustibles et les traitements de la houille et qu'il a été un des artisans les meilleurs du progrès.

J'ajouterai encore qu'il est le créateur de systèmes ingénieux d'appareils et de différents types d'installations pour le traitement et l'utilisation des produits et sous-produits de la houille. Il est l'inventeur du comburimètre et du contrôleur permanent du gaz.

Il est également l'auteur d'un ouvrage considérable sur les *Gaz et coques* qui est le fruit de la grande expérience et de la compétence remarquable acquises au cours de sa laborieuse carrière tout entière consacrée, comme nous l'avons vu, aux travaux sur la gazéification, sur les combustibles et sur l'emploi des produits dérivés de la houille.

Le Comité des Arts mécaniques a pensé que cette belle carrière d'ingénieur consacrée à ce problème d'un intérêt actuel primordial justifie pleinement l'attribution d'une médaille d'or à M. André Grebel.

Approuvé par le Conseil le 22 janvier 1927.

Le Rapporteur,
PAUL DUMANOIS.

*
* *

Rapport présenté par M. A. TRILLAT, au nom du Comité des Arts chimiques, sur les *travaux de MM. CLÉMENT ET RIVIÈRE sur les vernis cellulositiques*.

Je n'apprendrai rien de nouveau en disant que l'industrie des vernis cellulositiques prend chaque jour une importance de plus en plus considérable. Ses applications embrassent, on peut le dire, le vernissage général de tous les objets. Elles visent une foule d'industries parmi lesquelles je citerai à titre d'exemple, les industries de la carrosserie automobile, celle des cuirs vernis, des articles de Paris, celles de la tabletterie, de la petite métallurgie, des isolants, etc.

Le grand avantage des vernis cellulositiques est de fournir une pellicule très facilement polissable en quelques heures. C'est ainsi qu'une carrosserie automobile peut, grâce à l'emploi des enduits cellulositiques, être vernie en quelques heures alors qu'il faut par les méthodes courantes plusieurs semaines de séchage. Les statistiques estiment que là où les vernis gras demandaient 336 heures de séchage, les vernis cellulositiques en exigent seulement 14, d'où diminution de l'encombrement et du capital immobilisé.

Les vernis cellulositiques s'appliquent également aussi bien sur le bois que sur les métaux et trouvent un grand débouché dans l'industrie du meuble et, d'une façon générale, dans la décoration.

On aura déjà une idée de l'importance de l'industrie cellulositique en indiquant, d'après une statistique officielle, qu'aux États-Unis, la production de vernis qui était de 9 millions de kilogrammes en 1923 est montée à 27 millions en 1924.

On dit couramment que c'est aux États-Unis que le développement des vernis cellulositiques a pris naissance; mais on peut observer que ces applications eurent d'abord leurs précurseurs en MM. Clément et Rivière, lesquels,

en 1913 et 1914, exposèrent dans une séance de la Société d'Encouragement tout le parti que l'on pouvait tirer de leur emploi. Tous deux associèrent leurs efforts pour appliquer leurs idées, leurs découvertes et leur science à la création de cette industrie.

MM. Clément et Rivière sont tous deux élèves de la 23^e promotion (1904) de l'École de Physique et Chimie de la Ville de Paris. Immédiatement après leur sortie de l'École, ils entreprirent ensemble des recherches sur les vernis cellulodiques et mirent au point un procédé de fabrication d'acétate de cellulose d'une grande régularité.

La société allemande Aktien-Gesellschaft für Anilin Fabrikation, de Berlin, se rendit acquéreur de ce procédé en 1911, le mit en œuvre et l'appliquerait encore aujourd'hui.

C'est dans ces usines que Clément et Rivière mirent au point la fabrication du film cinématographique ininflammable. Rentrés en France vers 1913, Clément et Rivière installèrent à Pantin une usine de fabrication de vernis et d'enduits cellulodiques.

Cette usine fut l'une des premières créées dans notre pays; elle servit à produire les premières quantités d'enduits et de vernis cellulodiques pour l'imperméabilisation des toiles d'avions et pour le vernissage d'une foule d'objets en bois ou en métal appartenant à des industries très variées, comme je l'ai dit plus haut.

Pendant la guerre, l'usine fut exclusivement réservée à la fabrication d'enduits pour l'aviation militaire.

Sa production a atteint pendant la durée de la guerre, le chiffre de 2.500.000 kg.

Depuis l'armistice, MM. Clément et Rivière ont développé en France l'emploi des enduits et vernis cellulodiques.

Plus de 150 sortes de vernis, enduits et collodions ont été créés pour divers usages concernant le vernissage du bois, des métaux et du papier. Des brevets protègent toute une nouvelle série de vernis cellulodiques : vernis craquelés, vernis cristallins, vernis irisés, etc., dont nous avons admiré les effets lors de la dernière conférence de MM. Clément et Rivière.

La production alla sans cesse en augmentant. L'usine, qui en 1919 produisait par mois 10 t de vernis pour diverses applications, produit actuellement plus de 100 t.

L'usine, située 42 rue Beaurepaire à Pantin, occupe une surface d'environ 2.500 m². Elle comprend plusieurs laboratoires et des ateliers destinés à la fabrication des vernis cellulodiques, des vernis à l'alcool, des dissolvants organiques, des résines synthétiques; un bâtiment spécial est notamment réservé à la fabrication de l'acétate de cellulose.

L'usine occupe 40 ouvriers et employés dont 4 chimistes.

En terminant, j'ajouterai que MM. Clément et Rivière, par leurs nombreuses communications, ont largement contribué au développement de nos connaissances sur la technique de la préparation et de l'emploi des vernis cellulosiques et à leur vulgarisation.

En raison des services qu'ils ont rendus à la défense nationale et à l'industrie chimique française, le Comité des Arts chimiques a proposé d'attribuer à MM. Clément et Rivière une médaille d'or qui sera la légitime récompense de leurs travaux et de leur activité ininterrompus pendant de longues années.

Approuvé par le Conseil le 22 janvier 1927.

Le Rapporteur,

A. TRILLAT.

*
* *

Rapport présenté par M. A. TRILLAT au nom du Comité des Arts chimiques, sur le *chromographe* de MM. LEBARON FRÈRES.

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 cellulosiques à la brosse, au pinceau, donnent dans la plupart des cas de mauvais résultats, étant donné la rapidité du séchage. On peut dire que l'application à la brosse ou au pinceau a fait faillite : il faut pulvériser le vernis. C'est pourquoi l'industrie des vernis cellulosiques est en quelque sorte liée aux progrès réalisés dans la construction des pulvérisateurs.

Cette observation fait donc ressortir toute l'importance de la construction d'appareils pulvérisateurs sans lesquels les vernis cellulosiques sont pour ainsi dire inutilisables.

Deux constructeurs français, MM. Lebaron frères, se sont attelés à l'étude de cette question épineuse et je dirai de suite qu'ils l'ont pleinement résolue.

Le développement de la maison qu'ils fondèrent ainsi que les phases difficiles par lesquelles passèrent les inventeurs méritent d'être rapportés ici à l'appui de ma proposition.

En 1905, alors que depuis 6 années les frères Lebaron étaient établis mécaniciens à façon, ils entreprirent l'étude de la vaporisation des couleurs et des émaux.

Il n'y avait à cette époque qu'une seule maison anglaise capable de fournir des appareils pulvérisateurs, d'une manipulation d'ailleurs défectueuse. En 1907, les frères Lebaron prirent un dépôt de marque de fabrique

pour désigner leurs vaporisateurs. Ils prirent successivement cinq brevets de perfectionnement entre 1908 et 1914. La guerre interrompit leur fabrication et cet arrêt les laissa sans ressources. Mais, grâce à leur activité et à leur réputation de techniciens, ils réussirent à fonder la Société anonyme des Chromographes Lebaron frères.

A l'heure actuelle, cette société a mis au point deux modèles de chromographes qui se sont répandus dans toutes les industries qui utilisent les vernis celluloseux, y compris les industries céramiques et en général les industries nécessitant une pulvérisation à un titre quelconque. Je citerai la Manufacture nationale de Sèvres, les écoles de dessin de Paris, tous les arsenaux de la Marine, l'Aéronautique, le Génie, les Postes et Télégraphes, les compagnies de chemin de fer, celles des tramways.

Tout le monde a pu voir fonctionner ces chromographes qu'on appelle aussi « pistolets » à cause de leur forme. Je rappelle que le principe du chromographe consiste à pulvériser au moyen de l'air comprimé, le vernis renfermé dans un petit godet fixé sur le côté du pistolet qu'on fait manœuvrer plus ou moins fort en appuyant plus ou moins sur la gâchette.

La mise au point de l'appareil et son réglage ont demandé aux constructeurs des efforts ininterrompus et ont provoqué des dépenses considérables.

Mais il restait encore pour la vulgarisation du chromographe une difficulté : c'était le captage des buées plus ou moins nocives qui se forment au cours du travail en série et qui rendent impossible à l'ouvrier le séjour un peu prolongé dans une chambre de vernissage. C'était un problème d'hygiène : les frères Lebaron étudièrent la question et réussirent à construire des cabines de vernissage munies d'aspirateurs, de cheminées d'évacuation ou de récipients de récupération dans lesquels l'opérateur pouvait exécuter les travaux de vernissage sans risquer d'être incommodé.

Le succès des chromographes Lebaron leur a valu un nombre considérable de certificats élogieux de la part des employeurs parmi lesquels je citerai ceux du concours Lépine, ceux des Expositions internationales de Bruxelles, de Turin et de Gand.

Étant donnée l'importance des services rendus par le chromographe si perfectionné des Frères Lebaron, sans lesquels l'industrie des vernis celluloseux perdrait la plus grande partie de sa valeur; étant donné aussi l'exemple de travail et d'énergie donné aux inventeurs français par les Frères Lebaron, le Comité des Arts chimiques a estimé que l'attribution d'une médaille d'or serait le juste couronnement de leurs efforts et de leur réussite.

Approuvé par le Conseil le 22 janvier 1927.

Le Rapporteur,

A. TRILLAT.

*
**

Rapport présenté par M. GUSTAVE LYON, au nom du Comité des Arts économiques, sur le *violonista* de MM. G. BOREAU et E. AUBRY.

M. Gabriel Boreau et M. Émile Aubry, ingénieurs, se sont attaqués à la solution du violon automatique avec une volonté et une foi dont il faut les louer, car le problème, maintes fois abordé, n'a jamais, jusqu'alors, pu être complètement résolu.

Abandonnant l'idée de l'archet circulaire en rotation constante exigeant 4 violons n'utilisant chacun qu'une corde accordée à la quinte de la voisine, comme le sont les 4 cordes d'un violon ordinaire, ils ont bravement admis comme matériel sonore un seul violon monté de ses 4 cordes coutumières, et un archet absolument normal.

Ils ont eu alors à résoudre un grand nombre de problèmes différents exigeant des solutions particulières :

- 1° Amener sous l'archet la corde voulue;
- 2° Raccourcir la longueur vibrante de celle-ci une fois en place à l'aide d'un doigt mécanique s'abaissant en pressant la corde à la place voulue;
- 3° Donner instantanément à l'archet la vitesse désirée au moment présent;
- 4° Varier la pression de la corde sur l'archet, comme l'eût fait l'artiste qui aurait exécuté l'œuvre;
- 5° Établir sur rouleaux de papier des perforations le long de lignes correspondant à chacun des mécanismes à mettre en action et établies à des distances l'une de l'autre correspondant aux époques successives de l'entrée en jeu de chacun de ces mécanismes;
- 6° Déroulement de ces papiers perforés sur une flûte de Pan analogue à celles qui sont utilisées dans les Pleyelas, opérant par le vide comme dans ceux-ci.

Tous ces problèmes ont été étudiés et finalement résolus de façon très remarquable après des recherches longues et coûteuses.

Le Comité des Arts économiques a proposé d'attribuer à MM. Gabriel Boreau et Émile Aubry une médaille d'or.

Approuvé par le Conseil le 27 janvier 1927.

Le Rapporteur,
G. LYON.

*
* *

Rapport présenté par M. DANIEL BERTHELOT, au nom du Comité des Arts économiques, sur le *stroborama* de MM. LAURENT et AUGUSTIN SEGUIN.

MM. Laurent et Augustin Seguin, inventeurs du stroborama, nouvel appareil stroboscopique à grand éclairage, sont les descendants de Montgolfier et les petits-fils du célèbre Marc Seguin, qui s'illustra par les découvertes de la chaudière tubulaire et des ponts suspendus. MM. Laurent et Augustin Seguin ont encore ajouté à l'éclat d'un nom resté fameux dans la science et l'industrie. Le premier d'entre eux s'est signalé à l'époque de l'aviation naissante par la conception et l'exécution du moteur rotatif Gnôme, engin d'une rare originalité qui a joué un grand rôle dans la conquête de l'air. Le second a déjà présenté à la Société d'Encouragement une machine à calculer et un indicateur de vitesses, qui, l'un et l'autre, ont été jugés dignes de récompenses.

Le stroborama, issu de la féconde collaboration des deux frères, et montré par eux à notre société, dans la séance du 28 novembre 1925, né témoigne pas d'une moindre ingéniosité.

On connaît les précieux services que la méthode stroboscopique a rendus pour l'analyse des mouvements périodiques rapides. Cette méthode consiste à illuminer les objets d'une manière intermittente, à l'instant où ils se retrouvent en un même point de l'espace, ce qui, en raison de la persistance des impressions rétinienne, donne l'illusion de l'immobilité. On peut également, en adoptant pour l'illumination une période légèrement différente de celle du corps en mouvement, obtenir l'apparence d'un mouvement ralenti. De la sorte, il est loisible d'étudier les moindres particularités de mouvements trop rapides pour être analysés par la vision directe.

La stroboscopie a souvent été mise en œuvre dans les laboratoires; mais les dispositifs employés jusqu'ici étaient d'un maniement délicat, et péchaient généralement par manque d'éclairage ou par manque de netteté de l'image; aussi cette méthode d'investigation n'était-elle guère utilisée dans l'industrie.

Dans ces dernières années a apparu une classe nouvelle de stroboscopes susceptibles d'échapper à ces inconvénients. Ils utilisent l'illumination instantanée produite dans un tube à gaz raréfié par la décharge d'une bobine d'induction : décharge dont un interrupteur permet de faire varier la périodicité. Dès 1873 Crova montra dans des expériences de cours un appareil fondé sur ce principe. Plus récemment M. Oemichen l'employa dans ses études sur le vol des insectes. La maison Lepaute construit actuellement

un fort intéressant stroboscope à tube de néon, à corde vibrante, dû à MM. Guillet et Bertrand, et qui s'est déjà répandu dans nombre de laboratoires industriels.

MM. Laurent et Augustin Seguin ont fait faire un grand pas en avant à cette catégorie d'appareils en créant le stroborama, dont le pouvoir éclairant est pratiquement illimité. Il permet d'illuminer stroboscopiquement l'ensemble d'un atelier et d'opérer même en plein jour. Il ont répondu ainsi au desideratum des industriels, qui déploraient l'insuffisance d'appareils obligeant à opérer dans l'obscurité, ou tout au moins dans des salles faiblement éclairées, et à placer l'appareil lumineux au voisinage de la pièce mobile à étudier. Or il est clair qu'un filateur qui a plusieurs milliers de broches à contrôler ne peut demander ce résultat qu'à un éclairage d'ensemble de l'atelier.

MM. L. et A. Seguin y sont parvenus en séparant complètement les fonctions du dispositif d'éclairage et du dispositif de synchronisation. Le synchroniseur n'est plus traversé par le courant d'éclairage, mais un mécanisme électrique approprié lui permet de décharger dans l'éclaireur une puissante batterie de condensateurs, alimentée par le secteur électrique. Constructeurs d'hélices, de turbines, de moteurs, de broches, etc., pourront désormais, dans des conditions de simplicité et de facilité d'emploi inconnues jusqu'ici, bénéficier des précieux avantages de contrôle de la méthode stroboscopique.

Ce remarquable perfectionnement ouvre donc à celle-ci un champ d'applications industrielles immense. Il fait le plus grand honneur à ses deux inventeurs à qui le Comité des Arts économiques a proposé d'accorder une médaille d'or.

Approuvé par le Conseil le 22 janvier 1927.

Le Rapporteur,
DANIEL BERTHELOT.

★
★

Rapport présenté par le lieutenant-colonel PAUL RENARD, au nom du Comité des Arts Économiques, sur *les travaux de métallurgie* de M. l'Inspecteur général de l'Aéronautique CHARLES GRARD.

La Société française de Navigation aérienne propose d'attribuer pour 1926 la médaille mise à sa disposition par la Société d'Encouragement à M. Charles Grard, Inspecteur général de l'Aéronautique, pour l'ensemble de ses travaux au sujet des métaux employés dans la construction des aéronefs ou dans celle des moteurs.

M. Grard est entré à l'École polytechnique en 1891, et, à sa sortie, fut classé dans l'artillerie. On sait que les officiers de cette arme ont à jouer un double rôle, celui de combattant ou de technicien ; suivant les circonstances ou d'après les aptitudes de chacun, leur carrière s'oriente de préférence dans l'une ou l'autre de ces voies. M. Grard s'intéressa principalement à la technique de son arme.

Comme capitaine, il fut attaché à l'Atelier de Puteaux, au moment où on travaillait à doter l'armée française du canon de 75, en même temps qu'on poursuivait des recherches sur les mitrailleuses et le fusil automatique. Dans ces armes à tir rapide, la température s'élevait rapidement, et on éprouvait de nombreuses difficultés résultant des altérations des métaux constituant soit l'arme elle-même, soit les munitions, en raison de l'échauffement extrême auquel ils étaient soumis. Le capitaine Grard fut ainsi amené à entreprendre des recherches pour éviter les inconvénients signalés plus haut. Un heureux hasard lui fit rencontrer un jeune ingénieur convoqué pour un stage d'officier de réserve ; cet ingénieur, alors directeur du laboratoire de l'usine d'automobiles de Dion et Bouton où il avait, dès le début de sa carrière, acquis une grande notoriété, n'était autre que notre éminent collègue d'aujourd'hui, M. Léon Guillet, directeur de l'École centrale, membre de l'Académie des Sciences. Dès lors, une collaboration officieuse s'établit entre eux pour le plus grand profit de la technique.

Quelque temps après, le capitaine Grard était nommé directeur du Laboratoire de l'Arsenal de Puteaux, et put entreprendre une étude méthodique des variations des caractéristiques des différents métaux avec la température. Le résultat de ses études fut publié en partie dans la *Revue d'Artillerie* ; l'une de ces publications est intitulée : *Étude sur les aciers à outils avec discussions sur les procédés de Taylor et de White*. Une autre est relative aux recherches sur la dureté et la fragilité des aciers.

Le capitaine Grard ne borna pas ses études aux produits sidérurgiques, mais s'occupa également des alliages de cuivre et notamment du laiton employés à la fabrication des étuis de cartouches. Après deux ans de travail, elles aboutirent à une nouvelle publication intitulée : *Cuivre et laitons à cartouches*. Cette remarquable étude fut accompagnée d'une préface de M. Charpy aujourd'hui membre de l'Académie des Sciences, et valut à son auteur une lettre de félicitations du Ministre de la Guerre, et, un peu plus tard, la croix de la Légion d'honneur à titre exceptionnel. Dès lors, l'attention était attirée vers ce savant officier, et il fut envoyé en mission à Washington pour représenter le Ministre de la Guerre français au Congrès international des Méthodes d'Essais.

Avant d'être nommé à un grade supérieur, le capitaine Grard dut, confor-

mément au règlement, prendre le commandement d'une batterie, mais, pour lui permettre de continuer ses recherches, il fut affecté à la garnison de Versailles d'où il pouvait facilement se rendre au Laboratoire de Puteaux.

Il semblait alors qu'il dût poursuivre sa carrière normalement dans son arme d'origine et y occuper des emplois techniques de plus en plus importants; mais, à ce moment (1914) l'aéronautique naissante réclamait le concours de compétences nombreuses, et le capitaine Grard fut détaché à Chalais-Meudon, et chargé de la réception en vol des aéroplanes. Il eut ainsi l'occasion de prendre une connaissance exacte des besoins de l'aviation, et dès le mois de juillet 1914, il faisait paraître une nouvelle étude intitulée : *L'acier en aviation*.

Les services du capitaine, puis du chef d'escadron Grard furent hautement appréciés par les dirigeants de l'Aéronautique, et il devint successivement Chef de service de l'Aviation à Lyon, directeur du Service des Fabrications à Chalais-Meudon, directeur du Service industriel de l'Aéronautique, et Inspecteur général des Produits métallurgiques, directeur des Missions aéronautiques à l'Étranger.

Pendant toute la durée de la guerre, il fournit un travail considérable qui lui valut, en 1917, la rosette d'officier de la Légion d'honneur. Tout en assurant un service important, il avait poursuivi ses études techniques, et, peu de temps après la cessation des hostilités, il publiait un important ouvrage intitulé : *L'acier*, présenté à l'Académie des Sciences par M. Charpy, ouvrage dans lequel il exposait les leçons de la guerre en ce qui concernait l'emploi de l'acier dans les constructions de toute nature et notamment en aéronautique.

La même année, promu au grade de lieutenant-colonel, il était affecté à la Commission de Contrôle aéronautique en Allemagne; puis, en 1920, nommé chef de la Délégation interalliée chargée de ce contrôle dans toute l'étendue du territoire allemand. Il garda ces fonctions jusqu'en 1922, et son séjour en Allemagne ne fit que confirmer sa conviction déjà ancienne que l'aéronautique devait s'orienter de plus en plus vers la construction métallique des appareils. Tout le monde sait que dans la construction des aéro-nefs de toute nature, la légèreté s'impose d'une manière absolue, mais elle ne doit pas être acquise au détriment de la solidité; on est donc amené à rechercher non seulement des métaux légers, mais des métaux résistants, et la valeur d'un métal employé en aéronautique peut être considérée comme proportionnelle à la fatigue qu'on peut lui imposer par unité de surface de section, et en raison inverse de sa densité. L'aluminium, avec un poids spécifique qui ne dépasse guère le tiers de celui du fer, a semblé, dès le début,

tout indiqué, mais en raison de sa faible résistance à l'état pur, il était, dans la plupart des cas, à solidité égale, plus lourd que l'acier, on chercha à l'améliorer par des alliages, et on y est heureusement arrivé. L'un de ces alliages, connu sous le nom de duralumin, est aujourd'hui d'un emploi général; il en existe d'autres analogues, et, dès 1919, avant son départ pour l'Allemagne, le lieutenant-colonel Grard avait publié à ce sujet une étude très complète intitulée : *L'aluminium et ses alliages*, et avait présenté, sur le même sujet, par l'intermédiaire de notre éminent collègue M. Henry Le Chatelier, une note à l'Académie des Sciences. En 1921, notre Société d'Encouragement organisa la « Semaine de l'Aluminium », au cours de laquelle plusieurs conférences furent faites par des spécialistes d'une autorité indiscutable; l'une de ces conférences fut faite par le lieutenant-colonel Grard sous la présidence du Sous-Secrétaire d'État de l'Aéronautique, M. Laurent Eynac. Le conférencier signala, avec sa haute compétence, les propriétés des alliages légers, et l'intérêt qu'ils présentaient pour l'aéronautique, en appelant particulièrement l'attention sur les alliages de magnésium, permettant d'obtenir des métaux ultra-légers.

L'année suivante, revenu d'Allemagne et nommé colonel, M. Grard fut nommé directeur-adjoint du Service technique de l'Aéronautique spécialement chargé de toutes les études métallurgiques, en même temps qu'il s'occupait activement de la standardisation des matériaux employés en aéronautique. Sa compétence bien connue lui valut d'être choisi comme membre de la Commission permanente de Standardisation. Le colonel Grard avait déjà été nommé président de la sous-commission qui étudiait les alliages légers et ultra-légers et, à ces divers titres, il procéda à l'élaboration des cahiers des charges les concernant.

Lors de la création du corps spécial des ingénieurs de l'Aéronautique, le colonel Grard y entra avec le grade d'inspecteur général, et n'a cessé depuis de continuer ses études. Il avait eu, au début de sa carrière, à faire des recherches sur l'emploi des métaux à haute température; il se trouva en aéronautique en présence du même problème, les moteurs d'aviation, et en particulier les soupapes d'échappement, étant exposés à des échauffements considérables. Ses recherches aboutirent, grâce à une composition et à des traitements thermiques convenables, à résoudre la question d'une façon satisfaisante, ainsi qu'en témoigne une communication faite à l'Académie des Sciences en décembre 1925 par M. Guillet. Ajoutons que l'Inspecteur général Grard professe à l'École supérieure d'Aéronautique le cours de métallurgie, hautement apprécié par tous ses élèves.

En rédigeant ce rapport il m'est revenu à l'esprit une phrase d'un très ancien membre du Conseil de la Société d'Encouragement (au titre de la

Commission des Fonds), qui fut aussi un de ses fondateurs, mort en 1826⁽¹⁾.

Ce n'était pas un technicien. Il fut député aux États-Généraux de 1789, et mourut conseiller à la Cour de Cassation. Il est surtout connu comme gastronome et comme auteur de la *Physiologie du goût*. En tête de son ouvrage, Brillat-Savarin a placé vingt aphorismes dont le neuvième est ainsi conçu : « La découverte d'un mets nouveau fait plus pour le bonheur du genre humain que la découverte d'une étoile. » Quand j'ai lu cette maxime pour la première fois, j'avoue qu'elle me sembla un peu terre à terre, mais en la déformant un peu, on peut lui donner une interprétation intéressante ; je serais tenter de l'écrire ainsi : « La découverte de nouveaux matériaux fait plus pour le progrès de la technique que la découverte d'une nouvelle théorie. » Loin de moi la pensée de médire des études théoriques, mais, dans bien des cas, leur application ne peut être complète que grâce à l'emploi de matières premières possédant des qualités exceptionnelles. M. l'Inspecteur général Grard n'a certainement pas la prétention d'avoir inventé l'acier ni l'aluminium⁽²⁾, mais il a fourni le moyen de les adapter à des exigences très sévères, et il a rendu ainsi un immense service à l'aéronautique.

Le Comité des Arts économiques a donc proposé de ratifier le choix de la Société française de Navigation aérienne et d'attribuer une médaille d'or à M. l'Inspecteur général Charles Grard.

A cette médaille M. Laurent Eynac, sous-secrétaire d'État à l'Aéronautique, a, depuis plusieurs années, ajouté l'allocation d'une prime de 5.000 fr prélevée sur le budget de l'Aéronautique. A la suite de la suppression des sous-secrétariats d'État, M. Laurent Eynac a dû cesser de présider aux destinées de l'Aéronautique française. Il a emporté dans sa retraite momentanée les regrets unanimes de tous ceux qui s'intéressent dans notre pays au développement de la navigation aérienne. Ce n'est pas ici le moment de signaler les éminents services qu'il a rendus pendant cinq années. Je rappellerai seulement que, grâce à son impulsion et à ses encouragements officiels, les quatre grands records de vitesse, de durée, de distance sans escale et d'altitude, qui, il y a 2 ou 3 ans, étaient détenus par des étrangers, sont rentrés en France et s'y sont maintenus jusqu'aujourd'hui. Les admirables vols d'une seule traite

(1) Il raconte qu'il présenta à notre Société un appareil appelé « Irrorateur » qui, dit-il, « n'est autre chose que la fontaine de compression appropriée à parfumer les appartements. Je tournai le robinet », ajoute-t-il, « et il s'en échappa avec sifflement une vapeur odorante qui, s'élevant jusqu'au plafond, retomba en gouttelettes sur les personnes et sur les papiers. C'est alors que je vis avec un plaisir inexprimable les têtes les plus savantes de la capitale se courber sous mon irroration, et je me pâmais d'aise en remarquant que les plus mouillés étaient les plus heureux ». (BRILLAT-SAVARIN, Préface de la *Physiologie du goût*.)

(2) Celui qui découvre un nouveau mets n'a pas non plus la prétention d'inventer la viande ni les légumes, mais il trouve de nouvelles façons de les accommoder.

à Omsk ou au bord du golfe Persique, ainsi que les grands voyages de Pelletier Doisy et de ses émules, sont des conséquences de l'impulsion qu'il a su donner à l'aviation française, dont la supériorité vient d'être confirmée, il y a quelques jours, par le grand voyage en hydravion de France à Madagascar, aller et retour, effectué par le lieutenant de vaisseau Bernard.

Approuvé par le Conseil le 22 janvier 1927.

Le Rapporteur,

PAUL RENARD.

*
* *

Rapport présenté par M. CHARLES ZETTER, au nom du Comité des Arts économiques, sur la *création d'un service « d'électrobus »* par M. C. CHALUMEAU, avec exploitation en régie directe par la ville de Lyon.

Depuis les premiers essais de traction électrique par accumulateurs qui eurent lieu en France en 1900, ce mode de locomotion n'y a pris qu'un faible développement pour diverses raisons dont la principale est sans doute la concurrence des véhicules à essence qui bénéficièrent de perfectionnements si rapides.

Pourtant ce mode de traction a trouvé dans d'autres pays, comme en Amérique, en Allemagne, en Italie et en Angleterre, un développement beaucoup plus considérable, et, pour ne citer que le cas des États-Unis, ces véhicules se comptent actuellement par dizaines de milliers.

M. C. Chalumeau, dans l'étude très remarquable qu'il a donnée dans le *Bulletin* de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale d'octobre 1926, page 656, expose comment il fut amené à proposer à la municipalité lyonnaise la création d'un service d'autobus électriques par accumulateurs. Il estimait avec juste raison que l'adoption de ce système rendrait les plus grands services du fait de l'utilisation du carburant national que constitue le courant électrique produit par les usines hydrauliques ou thermiques, principalement par l'utilisation des heures creuses pour le chargement de nuit des batteries, aussi avantageuse pour le consommateur qui bénéficie d'un tarif abaissé que pour les sociétés productrices d'énergie dont le rendement est amélioré.

C'est en 1922 que le conseil municipal de Lyon adopta les conclusions de M. Chalumeau et, dès le début de 1923, les voitures entraient en service avec l'exploitation en régie directe.

L'étude de M. Chalumeau détaille, dans des chapitres successifs, toutes les parties des véhicules. Il indique les résultats fort intéressants de l'exploitation, donne des renseignements sur les frais généraux qui se trouvent réduits au minimum et sur l'amortissement du matériel, résultats dont il

infère que la traction par accumulateurs trouve une application parfaite dans les services des villes, service de livraison des magasins, service d'enlèvement des ordures ménagères, etc.

L'exploitation du service public de la ville de Lyon peut être considérée comme le résultat pratique des essais contrôlés organisés depuis 1923 à Bellevue par l'Union des Syndicats de l'Électricité en vue de provoquer un mouvement d'opinion dans les milieux susceptibles de s'y intéresser, en faveur du véhicule automobile à accumulateurs électriques. L'exemple de la ville de Lyon, qui fait le plus grand honneur à l'initiative prise par M. Chalumeau et à son sens pratique, sera sans doute suivi par d'autres villes de France et l'on peut espérer de voir bientôt prendre son juste développement une adaption, française par son origine, de l'accumulateur, jusqu'à présent trop négligée.

Devant les intéressants résultats dès à présent acquis et devant les promesses d'avenir qu'ils renferment, le Comité des Arts économiques a proposé de décerner à M. Chalumeau une médaille d'or.

Approuvé par le Conseil le 22 janvier 1927.

Le Rapporteur,
CHARLES ZETTER.

*
* *

Rapport présenté par le général FERRIÉ, au nom du Comité des Arts économiques, sur les travaux de M. PIERRE LEJAY sur les perturbations orageuses du champ électrique de l'atmosphère.

M. Pierre Lejay a étudié les perturbations orageuses du champ électrique de l'atmosphère.

Il a imaginé au cours de ses recherches un dispositif électrométrique nouveau très ingénieux, dans lequel il utilise les propriétés des lampes à plusieurs électrodes du type à deux grilles. La différence de potentiel à mesurer est intercalée entre le filament et la grille intérieure. Les variations de cette différence de potentiel produisent des variations de courant que l'on peut enregistrer. Ces deux variations sont proportionnelles dans une région assez étendue. On peut ajouter à la différence de potentiel à mesurer celle d'une batterie auxiliaire, de manière à placer la variation dans la région convenable de la caractéristique. Dans les conditions d'emploi de ce dispositif, 0,01 mA correspond à environ 0,5 V.

M. Lejay a comparé les indications de ce dispositif avec celles de deux dispositifs utilisant des électromètres à quadrants qui enregistrent continuellement les variations du champ électrique de l'atmosphère à l'Observatoire

du Val-Joyeux. Les deux sortes d'appareils comportaient une prise de potentiel au radium. La similitude des résultats a montré le bon fonctionnement de l'appareil de M. Lejay.

M. Lejay a appliqué cet électromètre à lampes à l'étude des variations du champ électrique de l'atmosphère dues aux décharges orageuses lointaines : il l'a employé avec triple amplification par lampes, et avec un enregistreur du type Abraham.

Pour l'étude des perturbations dues aux orages rapprochés, M. Lejay a employé un voltmètre électrostatique.

En même temps qu'il enregistrait les variations du champ électrique, M. Lejay enregistrait aussi à l'aide d'un oscillographe les courants dus à l'action des décharges orageuses sur une antenne. L'oscillographe était intercalé dans le circuit de plaque d'une lampe à trois électrodes dont la grille était reliée à l'antenne et le filament au sol. Les indications des deux appareils étaient enregistrées sur la même bande.

Les observations relatives aux phénomènes orageux ont été faites à l'Observatoire du Pic du Midi. Elles ont montré que les actions des décharges orageuses se font sentir à de grandes distances. Les observations de M. Lejay ne portent que sur des distances d'une centaine de kilomètres, mais de l'ampleur des indications on peut conclure que l'action serait sensible à des distances de plusieurs centaines de kilomètres.

De ses mesures et d'une étude théorique des actions à grande distance d'une décharge, M. Lejay déduit une évaluation des charges débitées dans un éclair.

Il a cherché à évaluer la durée des décharges orageuses en étudiant avec un tube de Braun des courants produits dans une antenne par l'action de ces décharges et a montré les difficultés provenant de la constante de temps du circuit. Il arrive à des évaluations de l'ordre du $\frac{1}{40.000}$ de seconde.

De ses observations et d'une étude comparative des perturbations électromagnétiques (dites atmosphériques) et des orages en mai et septembre 1925, il conclut que les phénomènes orageux sont l'origine de telles perturbations s'étendant assez loin autour d'un orage pour couvrir la France entière.

Voici les publications de M. Lejay qui se rapportent à ses travaux :

Sur un électromètre à lampe triode et son application à la mesure du gradient électrique de l'atmosphère. (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. 178, p. 1480; 1924.)

Sur l'emploi des lampes à plusieurs électrodes en électrométrie. (Comptes rendus, t. 178, p. 2171; 1924.)

Les perturbations orageuses du champ électrique. (Comptes rendus, t. 181, p. 678 et 873; 1923.)

Les perturbations orageuses du champ électrique et leur propagation à grande distance. (Thèse n° 1891 présentée à la Faculté des Sciences de Paris pour le doctorat et soutenue le 26 mars 1926.)

Le Comité des Arts économiques a proposé d'attribuer à M. Pierre Lejay une médaille d'or pour l'ensemble de ses travaux.

Approuvé par le Conseil le 22 janvier 1927.

Le Rapporteur.

G. A. FERRIÉ.

*
* *

Rapport présenté par M. JEAN CARPENTIER, au nom du Comité des Arts économiques, sur *la méthode d'élimination des parasites en radiotélégraphie*, de M. CHARLES VERDAN.

L'emploi des ondes hertziennes qui s'est développé considérablement depuis quelques années, par suite de la diffusion de la radiotéléphonie, n'a pas suivi le même développement du côté de la télégraphie.

Cette différence tient essentiellement à ce que l'on demande à l'un et à l'autre de ces procédés de communication des résultats bien différents.

L'amateur, qui est l'usager le plus fréquent de la téléphonie, se contente d'une approximation dans la compréhension de ce qu'il reçoit, qu'il n'est pas permis d'accepter au télégraphiste qui, lui, a la charge des intérêts du public, et a à cœur de n'employer que des transmissions qui lui assurent la fidélité rigoureuse de tous les télégrammes qui lui sont remis.

L'obstacle qu'a rencontré la T. S. F. est l'existence de parasites atmosphériques qui, dès le début de la radiotélégraphie, ont gêné les pionniers de ce genre de communication, et dont l'élimination a été, jusqu'à ces temps derniers, pratiquement impossible, malgré le nombre très important des travaux dont cette question capitale a été l'objet de la part des techniciens de la radiotélégraphie, en France et à l'étranger.

Si les parasites dus à des courants industriels ont en général des intensités et des directions fixes dans l'espace, par rapport au poste récepteur, ce qui permet de trouver un moyen d'en éliminer, il n'en est pas de même pour les parasites atmosphériques qui sont caractérisés précisément parce qu'ils sont de puissance extrêmement variable, de direction dans l'espace et de longueur d'onde, distribuées tout à fait suivant une loi de « hasard ».

Pratiquement, dans de nombreuses communications par T. S. F., ces

parasites imposent une vitesse, au moins avec les ondes longues, de 20 mots de 6 lettres à la minute, alors que le maximum de vitesse que permettraient les appareils eux-mêmes, en supposant l'inexistence des parasites, serait de 130 mots et même 140 mots à la minute.

M. Charles Verdan, Ingénieur des P. T. T., a imaginé, pour éliminer les parasites atmosphériques, d'utiliser précisément la différence essentielle qui les distingue des signaux qui servent à constituer les lettres correspondant à la transmission radiotélégraphique, c'est-à-dire leur distribution au « hasard » dans le temps.

L'idée de principe qu'il a émise est la suivante.

Si, dans une transmission au moyen d'un système télégraphique à synchronisme, tel que le Baudot et tous les appareils dérivés, tels que le Morkrum, le Murray, le Siemens, etc., les signaux ont des durées absolument fixes et un rythme imposé par le déplacement des balais sur le plateau du distributeur du poste émetteur, les parasites, eux, n'ont aucun rythme.

Si on émet alors plusieurs fois une certaine lettre, on doit recevoir, en supposant l'existence des parasites, une série de signaux qui comprennent tout d'abord tous ceux qui ont été réellement envoyés, et qui correspondent à la lettre transmise, augmentés de tous ceux que les parasites sont venus ajouter.

Ces derniers, au lieu de se placer de la même manière dans les différentes réceptions, par rapport aux signaux réellement transmis, se trouvent « distribués au hasard ».

Si on applique à ce placement de parasites, le calcul des probabilités, on voit de suite qu'il est extrêmement rare que deux signaux identiques inscrivent le ou les mêmes parasites exactement aux mêmes instants relatifs à leur réception et si l'émission du même signal a lieu 3 fois, l'inscription des parasites aux mêmes instants relatifs sur les 3 réceptions est pratiquement impossible.

Si on compare les trois réceptions accompagnées chacune de parasites situés différemment, il suffira, dans la traduction de ces signaux, de conserver seulement les signaux communs aux trois émissions, pour en éliminer les parasites.

Le système Baudot se prête à l'application du procédé de sélection de Verdan, parce qu'il est multiple et que la répétition d'un même signal peut être effectuée sans troubler la cadence habituelle d'émission des signaux successifs. Un des secteurs du distributeur opère la première émission de la manière normale, un autre secteur la répète avec un certain retard et un troisième secteur la répète de nouveau, avec un nouveau retard.

Les 3 transmissions sont reçues au poste de réception chacune avec les parasites qui se sont introduits parmi leurs signaux élémentaires. La première réception, au lieu d'être utilisée directement à l'impression de la lettre, est utilisée simplement à manœuvrer des électros enregistreurs, dont les armatures déviées préparent la voie aux courants de la deuxième réception. Lorsque celle-ci a lieu, une autre série d'électros enregistreurs est manœuvrée, mais à la condition que la voie de chacun d'eux soit préparée par un électro actionné à la première émission ; de sorte que les parasites de la première réception aient ouvert des voies qui ne seront pas utilisées à la deuxième réception et que les parasites de la deuxième réception ne trouveront pas de voies ouvertes et n'actionneront pas les électros de la deuxième série. Quand la troisième réception se présentera, les courants correspondants seront dirigés vers les électro-aiguilleurs du traducteur, pour effectuer l'impression de la lettre, mais ils n'y parviendront que si leurs voies sont ouvertes par les électros de la deuxième série, c'est-à-dire, que les parasites de la troisième émission ne trouveront pas de voie ouverte devant eux et seront éliminés à leur tour.

M. Verdan, après avoir fait des essais locaux dans les bureaux des Postes et Télégraphes de Strasbourg, fit, l'année dernière, une expérience dont les résultats ont été remarquables, entre la Corse (poste de Livrelli) et Cros de Cagnes.

Cette première expérience a été faite uniquement avec des appareils construits par M. Verdan lui-même, qui étaient des appareils destinés à faire une démonstration de la valeur du procédé.

L'intervalle entre les répétitions était alors de 0,8 seconde et le débit de 30 mots à la minute.

Sur le même principe, M. Verdan réalisa ensuite des appareils qui ont été essayés entre Croix d'Hins et Villejuif, et qui ont permis d'obtenir un débit constant de 60 mots à la minute ; récemment des essais entre Paris et Toulon ont permis d'obtenir le même débit.

Plus récemment encore, un essai à grande distance, entre Croix d'Hins et Tananarive, a montré toute l'efficacité du procédé. Ces derniers essais ont été officiellement déclarés très satisfaisants et vont permettre, après une mise au point de détail, d'assurer dans un avenir extrêmement proche le service commercial radiotélégraphique entre la France et notre grande colonie, dans des conditions de rapidité et de sûreté qui n'ont pas été obtenues jusqu'à présent, et grâce à une invention très française.

L'amélioration de rendement due au système Verdan est donc dès maintenant considérable.

En dehors de la télégraphie, il faut signaler aussi que l'idée de M. Verdan,

peut être appliquée à la télémechanique et que, dans cette voie, comme dans la première, on peut espérer des résultats tout aussi importants.

Le comité des Arts économiques a proposé d'accorder une médaille d'or à M. Verdan en récompense de ses travaux.

Approuvé par le Conseil le 22 janvier 1927.

Le Rapporteur,
JEAN CARPENTIER.

*
*
*

Rapport présenté par M. HENRI HITIER, au nom du Comité d'Agriculture, sur les travaux de M. MIÈGE chef du service de l'Expérimentation agricole au Maroc.

L'agriculture au Maroc, jusqu'au jour où nous avons étendu notre protectorat sur la zone du pays qui nous était réservée par le traité d'Algésiras et y avons assuré la complète sécurité, était restée dans l'état le plus primitif entre les mains des indigènes. Ceux-ci, en effet, se contentaient de jeter à l'époque des pluies la semence d'orge ou de blé sur les terres non préparées, de les y enterrer tant bien que mal, par un léger labour, un simple grattage du sol. La végétation de ces céréales était bientôt plus ou moins étouffée sous l'abondance des plantes adventives, et la sécheresse ensuite réduisait encore les quelques apparences de récoltes que l'on pouvait espérer.

Si, l'hiver et le printemps, les troupeaux de bœufs et de moutons trouvaient une nourriture suffisante sur les champs couverts d'une végétation spontanée assez drue, par contre, l'été, ils souffraient de la faim et de la soif et étaient décimés par les épidémies.

Cependant le maréchal Lyautey, dès son arrivée au Maroc, se rendit compte que l'avenir du pays reposait avant tout sur le développement de l'agriculture; aussi prit-il les mesures nécessaires pour donner à l'agriculture et à l'élevage le plus grand essor possible; il appela, pour mettre à la tête des services de l'agriculture au Maroc, un des hommes qui connaissaient le mieux le Maroc, les conditions de la culture de l'Afrique du Nord, M. G. Malet, afin d'être son principal collaborateur dans l'œuvre qu'il voulait entreprendre.

Un programme agricole fut élaboré qui comprenait d'abord un service d'expérimentation agricole dont il est facile de saisir toute l'importance dans un pays, neuf au fond, comme le Maroc. N'y entreprendre que des cultures qui vraiment soient bien adaptées aux conditions naturelles diverses des régions qui le constituent; en ce qui concerne les cultures indigènes, rechercher les procédés pratiques et réalisables qui permettraient de les améliorer, qu'il s'agisse des façons préparatoires pour les semailles, du choix

des variétés, etc. Avant d'introduire dans le pays, comme trop souvent sont portés à le faire les colons venus de régions très différentes, de nouvelles cultures de plantes, les expérimenter pour non seulement savoir si vraiment le climat leur convient mais si des maladies cryptogamiques, parasitaires, des insectes, etc., ne risquent pas de les attaquer, d'en arrêter la végétation, etc.; parmi les plantes spontanées du Maroc, isoler celles qui, par leurs qualités fourragères, pourraient devenir l'objet de cultures spéciales, etc., etc.

Ces quelques brefs exemples suffisent pour indiquer l'importance que présente pour le Maroc et son avenir agricole le service de l'expérimentation. Mais tant vaudrait l'homme placé à la tête de ce service, tant vaudrait la chose. Or encore ici le choix fait fut des plus heureux.

M. Miège, par ses études antérieures, par son pouvoir de travail, ses qualités d'observateur, la tournure même de son esprit, était bien l'homme qui convenait le mieux à une telle place. L'expérience l'a du reste prouvé.

Ancien élève de l'École d'Agriculture de Grignon (1902) M. Miège poursuivit ses études scientifiques à l'Université de Rennes où il obtint sa licence ès sciences, à la Sorbonne où il fut reçu docteur (avec félicitations du jury) en 1910.

Attaché à l'École nationale d'Agriculture de Rennes comme chef des travaux agricoles et maître de conférences, il alla ensuite perfectionner encore ses connaissances au laboratoire de biologie végétale de l'Institut Pasteur et c'est de là qu'il partit en 1914 pour la 19^e division d'infanterie. Capitaine, croix de guerre, il termina la guerre au Maroc comme sous-intendant militaire en 1918.

En 1919, il est enfin nommé chef du Service de l'Expérimentation et de la Vulgarisation agricoles au Maroc, directeur de la Station de Génétique.

Les travaux antérieurs de M. Miège le désignaient pour un tel poste, ses publications, ses notes dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, le *Bulletin de l'Académie d'Agriculture*, dans les *Annales de l'Institut Pasteur* étaient déjà nombreuses et avaient été très remarquées, traitant principalement des semences, d'études sur les plantes, leurs maladies, etc.

Au Maroc ses efforts ont, dès le début, porté sur les blés durs marocains, dont il a donné la description et le groupement des principales variétés, leur composition classique; sur les orges, les lins, les insectes parasites et les maladies des plantes cultivées dans cette région de l'Afrique du Nord, etc., etc. Ces toutes dernières années, M. Miège s'est occupé particulièrement du coton auquel le Maroc a consacré en 1926 plus de 800 ha, avec des résultats assez encourageants : sélection choisie, répartition des différentes variétés ont retenu son attention.

A Rabat, la Station expérimentale qu'a créée M. Miège et que nous avons

eu l'occasion de visiter l'an dernier, est incontestablement une des plus intéressantes qui existent.

La Société d'Encouragement enfin ne peut oublier que son *Bulletin*, l'an dernier, a publié l'étude la plus complète qui ait paru jusqu'ici sur la betterave à sucre dans l'Afrique du Nord, et que M. Miège possédait seul les documents et les observations personnelles permettant de l'écrire.

Le Comité d'Agriculture, désireux de témoigner en quelle estime il tient les travaux que M. Miège a poursuivis jusqu'ici et qu'il tient à poursuivre, désireux de souligner tous les espoirs qu'il fonde sur les études de génétique que M. Miège a entreprises, a proposé de lui attribuer une médaille d'or.

Approuvé par le Conseil le 22 janvier 1927.

Le Rapporteur,
HENRI HITIER.

*
* *

Rapport présenté par M. GEORGES RISLER, au nom du Comité de Commerce, sur l'œuvre du FOYER FRANÇAIS.

Le problème de l'immigration étrangère en France a enfin attiré l'attention du grand public, resté sourd aux appels des prévoyants jusqu'à ce que le mal soit devenu aigu. La présence d'un bloc de plus de 3 millions d'immigrés de toutes nationalités n'est pas en effet dans bien des cas, dont celui de l'hygiène et celui de rassemblements ethniques le long des frontières, sans présenter de sérieux dangers.

La faible densité de notre population constituant une entrave absolue au développement industriel, commercial et agricole du pays, a rendu indispensable le recours à une main d'œuvre supplémentaire. Ce supplément de bras qui nous est fourni par des nations voisines, plus prolifiques, peut être un remède salubre à l'anémie démographique, dont nous souffrons, si nous savons repousser les éléments indésirables et faciliter la naturalisation à ceux qui sont assimilables et de valeur suffisante pour mériter leur incorporation dans notre nation.

L'expérience a prouvé qu'il n'en saurait être ainsi tant que les éléments d'immigration continuent à vivre sur eux-mêmes, de leur vie propre, sans contact avec nos nationaux.

C'est à cette tâche d'assimilation que s'est vouée l'association « Le Foyer français » dont le but, aux termes mêmes de ses statuts, est « de pourvoir à l'établissement et à l'instruction des étrangers résidant en France, de leur permettre d'apprendre le français ou de se perfectionner dans cette langue,

de rechercher parmi leurs enfants ceux qui ont des dispositions particulières pour les aider à poursuivre leur études, de leur faciliter enfin les démarches auprès des Pouvoirs publics, et de leur servir d'intermédiaire avec les services administratifs de naturalisation ».

La connaissance de notre langue est évidemment un des facteurs prépondérants dans l'œuvre d'assimilation.

C'est ce qu'a fort bien compris le Foyer français; aussi s'est-il attaché, dès sa fondation, à la répandre le plus possible parmi les nombreux éléments étrangers réunis en groupes, tant à Paris qu'en province. Il a créé, dans ce but, des cours gratuits de français dans les locaux des écoles publiques; 5 cours ont été ainsi institués à Paris, 2 en banlieue, 1 à Lille, 10 dans le Pas-de-Calais parmi les travailleurs polonais et hongrois occupés dans les mines, 2 à Lyon, 1 à Reims, etc.

L'ensemble des élèves adultes ainsi groupés dépasse 1.600 à l'heure actuelle.

Les demandes de naturalisation, grâce à cette méthode qui a permis de mieux faire connaître notre pays, n'ont pas tardé à affluer.

Pendant l'année 1925, le Foyer français, ayant conquis la confiance de l'Administration, a instruit pour elle 1.542 dossiers et le nombre des étrangers proposés par ses soins au choix de la Chancellerie en vue de l'admission à domicile ou de la naturalisation a dépassé 6.000.

Du 1^{er} au 15 mai 1926, les dossiers établis se chiffrent par 1.307, représentant 5.173 personnes qui appartiennent à 24 nationalités étrangères.

C'est dire l'œuvre éminemment patriotique ainsi accomplie.

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, préoccupée de la faiblesse de notre situation démographique et toujours prête à favoriser toutes les initiatives à la fois patriotiques et industrielles, a reconnu l'heureuse et utile entreprise du Foyer français et, sur la proposition du Comité de Commerce, lui décerne une médaille d'or.

Approuvé par le Conseil le 22 janvier 1927.

Le Rapporteur,
GEORGES RISLER.

★

★ ★

Rapport présenté par M. GEORGES RISLER, au nom du Comité de Commerce,
sur l'œuvre de la société d'habitations à bon marché LE FOYER OUVRIER
DE ROUEN.

La Société d'Encouragement ne borne pas sa tâche à aider aux perfectionnements matériels de l'industrie; elle estime qu'une part de son activité

doit être réservée à l'amélioration du sort de ceux qui contribuent, par leur intelligence et leur travail, à développer la prospérité de cette même industrie.

C'est l'une de ces œuvres, éminemment sociales, que le Comité de Commerce a présentée à son appréciation.

La société d'habitations à bon marché *Le Foyer ouvrier de Rouen* a été constituée le 26 octobre 1921, au capital de 500.000 fr, capital qui a été porté par la suite à 1.500.000 fr.

Présidée par un homme de la plus haute compétence en matière de construction et de réelle valeur, M. Auguste Leblond, ancien sénateur, ancien maire de Rouen, cette société a réussi à faire surgir de terre deux cités-jardins.

La première, celle des Sapins, édifiée en 1922-1923, comprend 92 logements, dont 84 de 4 pièces, dont le prix de revient, exceptionnellement bas, ne dépasse pas 17.694 fr par logement et 8 de 5 pièces, dont le prix de revient s'est élevé à 20.231,50 fr.

Le nombre des personnes logées s'élève à 648, dont 470 enfants soit environ 7 par logement.

Le second groupe, la Cité-Jardin de Trianon, a été construit en 1924 et comporte 154 logements, dont 122 de 4 pièces d'un prix de revient de 24.383 fr, et 3 de 5 pièces, ayant coûté 27.156,25 fr par logement.

Le nombre des personnes logées est de 1.014 dont 718 enfants, ce qui donne également une moyenne d'environ 7 personnes par logement.

Ces cités-jardins sont admirablement conçues. Elles comportent des maisons individuelles entourées de jardins et le tout, harmonieusement disposé, est du meilleur effet.

Au milieu de chacune de ces cités, une maison a été réservée à des infirmières-visiteuses de « l'Aide aux Familles nombreuses » qui ont pris le joli nom d'« auxiliaires familiales ». Sous la direction du médecin, elles assurent les soins nécessaires à tous les malades de la cité. Chaque semaine, les enfants dont l'état de santé exige des soins spéciaux sont conduits aux consultations des hôpitaux.

Si la mère est malade, le bon ange qu'est l'auxiliaire familiale prévenue, accourt, vaque aux soins du ménage, s'occupe des enfants, fait la cuisine, la lessive, donne à la mère l'impression que tout est bien et qu'elle peut être malade sans remords et sans honte. Quelle quiétude lui est ainsi apportée, après la naissance d'un enfant!

Des layettes, des vêtements, des meubles, des denrées, sont distribués aux mères de famille. Des conseils culinaires, des leçons de raccommodage et de couture, des cours d'éducation physique ont été institués également à l'intention des enfants.

L'Auxiliaire familiale est le trait d'union entre les mères et toutes les administrations : elle leur épargne les démarches, si difficiles et ruineuses pour celles qui ont de jeunes enfants. Allocations maternelles pour naissance et pour allaitement, subvention nationale, bourses d'apprentissage, etc., etc., tout cela est touché par elle aux divers guichets administratifs et apporté aux parents sans qu'ils aient à se déranger.

Dans la seule Cité-Jardin des Sapins, pendant l'année 1925, les auxiliaires familiales ont suppléé les mères à l'occasion, soit d'une naissance, soit de la maladie d'un enfant, pendant 3.222 heures de jour et 76 heures de nuit.

Elles ont effectué gratuitement 1.021 pesées en 50 séances, assisté à 307 consultations de nourrissons ou d'enfants de 1 à 13 ans et à 71 consultations d'adultes, opéré enfin 31 vaccinations, etc., etc.

Les résultats d'une telle action ont été magnifiques : *aucun décès* ne s'est produit parmi les enfants de 0 à 1 an, ayant régulièrement fréquenté la consultation de nourrissons au cours de l'année 1925.

D'autre part, le taux de la natalité a atteint, dans les deux cités, 40 p. 1000, alors qu'il est seulement de 20,6 pour l'ensemble de la France, et de 28,6 dans les cités-jardins de la Compagnie des Chemins de fer du Nord.

Les cours d'éducation physique ont été donnés comme les années précédentes aux garçons de 8 à 13 ans, et les transformations enregistrées dépassent tout ce qu'on pouvait espérer. Il faut voir la fière allure de ces jeunes garçons lorsque, le torse nu, ils se livrent à leurs exercices ; ce sont cependant les mêmes qu'on rencontrait quelques mois auparavant au bord des ruisseaux ignobles de l'affreux quartier de Martainville.

A la Cité-Jardin des Sapins, les auxiliaires familiales et leur directrice ont fait 2.337 visites et, par leurs démarches, ont obtenu, au profit de leurs protégés le bénéfice des lois sociales, des œuvres publiques ou privées.

17.297,50 fr ont pu être ainsi distribués sous forme d'allocations touchées par elles et apportées aux familles nombreuses de la Cité, ce qui a dispensé les mères de trainer leurs bambins de bureau en bureau, devant les rébarbatifs guichets administratifs.

Des dégrèvements mensuels sur le montant des loyers ont été effectués en outre en faveur des jeunes familles nombreuses de la Cité, pour un total de 6.325 fr.

Des résultats analogues ont été obtenus à la Cité de Trianon.

Tel est, brièvement résumé, le magnifique effort réalisé par la société d'habitation à bon marché « Le Foyer ouvrier de Rouen ». Le Comité de Commerce a pensé qu'il convient d'encourager une aussi admirable initiative car elle mérite une place toute particulière parmi les institutions qui se sont

imposé de lutter contre cette terrible plaie sociale, le taudis. Ce Comité a proposé de lui décerner une médaille d'or.

Approuvé par le Conseil le 22 janvier 1927.

Le Rapporteur,
GEORGES RISLER.

* * *

Rapport présenté par M. GEORGES RISLER, au nom du Comité de Commerce, sur les *Villages-Sanatoriums de haute Altitude*.

La classe moyenne en France a, jusqu'à ces derniers temps, tenu à l'honneur de ne pas profiter des avantages qu'offrent les œuvres sociales aux peu fortunés.

Une association s'est fondée pour qu'en ce qui concerne la lutte contre la tuberculose par le sanatorium, cette catégorie de nos compatriotes si intéressante et si attachée à ses patriotiques devoirs, ne soit pas sacrifiée; c'est l'association « Les villages-sanatoriums de haute altitude ».

Fondé le 22 juin 1922, ce groupement, d'essence purement philanthropique, s'est donné pour but l'organisation pratique de la lutte contre la tuberculose en France par le traitement sanatorial des tuberculeux pulmonaires curables.

La conception des moyens de lutte a été basée sur une formule d'organisation non réalisée jusqu'ici en France, mais appliquée avec succès à l'étranger depuis un certain temps déjà, notamment aux États-Unis.

Le titre même de l'Association indique qu'il ne s'agit pas de construire, à l'usage des personnes atteintes de tuberculose, un vaste bâtiment, genre hôtel ou hôpital, où vivent sous le même toit un nombre plus ou moins considérable de malades, mais de créer un véritable village composé d'un certain nombre de chalets ou de « cottages » groupés autour des services centraux, médicaux ou administratifs, indispensables au fonctionnement du centre sanatorial. Chaque chalet de cure proprement dit n'a qu'un nombre limité de lits.

D'autre part, l'organisation et la disposition particulière des chalets sont conçues de telle sorte que les malades peuvent conserver à leur vie le caractère d'intimité désirable et être groupés en petit nombre, selon leurs affinités, leur genre d'existence antérieure et leur éducation.

L'emplacement du premier village a été choisi à une altitude qui offre pour le succès de la cure des avantages précieux et multiples, en rendant les guérisons plus aisées, plus promptes et plus sûres.

Il est situé sur le haut plateau de Passy-Praz-Coutant dans les Alpes de

Haute-Savoie, arrondissement de Bonneville, à une altitude de plus de 1.200 m, avec orientation en plein midi, protection complète contre les vents et durée d'insolation maximum.

Les premiers travaux, commencés le 29 juin 1924, ont pu être menés à bien grâce à de larges générosités particulières, à une subvention de l'État et certains avantages matériels concédés par la commune de Passy.

Un premier groupe de chalets a été terminé dans le courant de 1926, ainsi que les bâtiments destinés à abriter les services généraux, tant médicaux qu'administratifs.

L'inauguration a eu lieu le 27 septembre dernier, et les premières admissions ont pu être faites depuis. 699 demandes ont été enregistrées par l'Association pour un nombre de lits qui est actuellement de 92. Ceci indique à quel besoin répondait une telle initiative.

Cette organisation est une œuvre magnifique qui va commencer à mettre en valeur les dons naturels si largement dispensés par la nature à notre belle terre de France. Elle vise, en outre, à protéger l'élite de nos concitoyens contre les attaques sournoises de ce terrible fléau qu'est la tuberculose et ce n'est pas là son moindre mérite.

L'œuvre ayant été réalisée par des dons, les malades n'auront à payer que les dépenses de fonctionnement de l'œuvre sans aucun intérêt à servir à qui que ce soit et sans amortissement des immeubles.

La Société d'Encouragement a reconnu les bienfaits d'une telle création en accordant aux Villages-Sanatoriums de haute Altitude une médaille d'or.

Approuvé par le Conseil le 22 janvier 1927.

Le Rapporteur,
GEORGES RISLER.

* * *

Rapport présenté par le maréchal LYAUTEY, au nom du Comité de Commerce, sur l'œuvre de résurrection des arts indigènes du Maroc par M. PROSPER RICARD ET SES COLLABORATEURS.

M. Prosper Ricard exerçait en Algérie, avant la guerre, les fonctions d'Inspecteur de l'Enseignement artistique et industriel dans les écoles indigènes : à ce titre, il a organisé, de main de maître, l'apprentissage des métiers indigènes, formé des éducateurs, recruté des élèves, amélioré les techniques et rendu la vie, notamment à l'industrie du tapis.

M. Ricard avait été appelé une première fois en mission au Maroc en 1913 pour l'organisation de l'enseignement des indigènes. Mobilisé en France en 1914, dans un régiment territorial, il fut mis en 1915 à ma disposition par le

Ministre de la Guerre pour travailler à Fès à la rénovation artistique indigène.

Fès est une vieille ville d'industrie où, en 1915, les métiers indigènes étaient tout près de sombrer dans la malfaçon et la ruine, et, comme M. Ricard avait pleinement réussi dans la tâche qui lui avait été confiée, il fut nommé, pour l'ensemble du Maroc, chef du Service des Arts indigènes.

M. Prosper Ricard, grâce au labeur le plus patient et le plus méritoire, est parvenu à connaître à fond la technique de tous les métiers d'art indigènes de l'Afrique du Nord : tapis, broderie, maroquinerie, céramique, cuivrierie, enluminure, sculpture sur bois, etc. Il a d'ailleurs publié sur ces questions, jusqu'ici fort mal connues, un grand nombre de travaux admirablement consciencieux, qui font autorité, et notamment un *Corpus des tapis marocains* ⁽¹⁾ qui, servant de criterium pour l'estampillage des tapis à l'exportation, a ramené peu à peu le tapis marocain à des conditions de bonne fabrication en même temps qu'à ses traditions artistiques.

A ses connaissances techniques, que de très nombreuses missions, notamment en Égypte, en Tripolitaine et dans le proche Orient, ont singulièrement étendues, M. Ricard joint une connaissance de l'arabe et un sens de la psychologie indigène, qui lui permettent de jouer un rôle social des plus intéressants. C'est vraiment par rayonnement personnel, c'est par ses relations incessantes et cordiales avec les artisans marocains qu'il parvient à combattre les routines et le laisser-aller, et il est assurément, depuis dix ans, l'un des Français qui se sont le plus généreusement et le plus habilement employés à acclimater au Maroc l'autorité de la France. Il s'était consacré à une œuvre analogue déjà pendant 17 ans en Algérie, où il a formé des élèves devenus aujourd'hui maîtres ou maîtresses dans les écoles indigènes, et qui ont pour lui à la fois admiration et vénération.

Dans cette même œuvre de relèvement des métiers d'art indigènes au Maroc, intimement liée au progrès social, il serait injuste de ne pas signaler l'action bienfaisante :

de Madame DRISS-AMOR, qui dirige depuis de longues années l'École professionnelle de jeunes Filles musulmanes de Salé, avec une rare compétence et un dévouement de tous les instants, et qui a obtenu de ses jeunes élèves tisseuses ou brodeuses de remarquables résultats ;

de M. JEAN HAINAUT, peintre et graveur, professeur de dessin au Collège Moulay Youssef (musulman) de Rabat et dessinateur pour l'enseignement

(1) *Corpus des Tapis marocains* : Tome I : Tapis de Rabat ; — Tome II : Tapis du Moyen Atlas ; — Tome III (en préparation) : Tapis du Haut Atlas et du Haouz de Marrakech. Librairie orientaliste Paul Geuthner, 13, rue Jacob, Paris 6^e.

Ces ouvrages et d'autres publications de M. Prosper Ricard peuvent être consultés à la Bibliothèque de la Société d'Encouragement.

professionnel, qui a acquis une parfaite connaissance des arts marocains et qui, sans sacrifier les traditions, a pourvu de modèles d'une haute valeur artistique (d'ailleurs récompensés à l'Exposition des Arts décoratifs en 1925) les ateliers officiels d'art indigène;

enfin, de M. JEAN BALDOUI, peintre, Inspecteur régional des Arts indigènes, à Fès, puis à Rabat, qui, par ses visites quotidiennes dans les ateliers familiaux, par la sûreté de son goût et sa persévérance, est pour M. Ricard un collaborateur de toute première valeur.

Le Comité de Commerce a proposé de décerner : une médaille d'or à M. Prosper Ricard, une médaille d'argent à Mme Driss-Amor, à M. Jean Hainaut, et à M. Jean Baldoui.

Approuvé par le Conseil le 22 janvier 1927.

Le Rapporteur,
LYAUTEY.

*
**

Médailles d'argent.

Rapport présenté par M. PAUL DUMANOIS, au nom du Comité des Arts mécaniques sur P. E. MAILLARD.

M. P. E. Maillard est sorti premier de l'École supérieure d'Aéronautique et de Constructions mécaniques (Section de Mécanique), en 1925.

Ce n'est pas seulement parce qu'il est sorti premier que le Comité des Arts mécaniques a proposé de lui attribuer cette médaille, mais en l'espèce, il s'agit d'un ingénieur remarquable, ancien élève de l'École polytechnique, que j'ai eu l'occasion personnellement de voir à l'œuvre, comme professeur à la dite école.

M. Maillard a bénéficié d'une bourse de mission pour un stage aux usines Sulzer à Winterthur, bourse créée par l'Office des Combustibles liquides.

Le rapport de mission qu'il a fourni à l'Office était tout à fait remarquable. D'ailleurs, il semble bien qu'il ait été également apprécié à la Société Sulzer, puisqu'il a été engagé comme ingénieur par la Société française des procédés Sulzer, où il est particulièrement apprécié.

Le Comité des Arts mécaniques a donc estimé, en demandant cette médaille, que c'est non seulement le premier qu'on récompense, mais encore, et surtout, un ingénieur de valeur, susceptible de contribuer à l'étude et à la mise au point en France, des moteurs Diesel.

Approuvé par le Conseil le 22 janvier 1927.

Le Rapporteur,
PAUL DUMANOIS.

*
*
*

Rapport présenté par M. GABRIEL JOSSIER, au nom du Comité des Arts chimiques, sur les travaux de M. CHARLES DABOUST sur la *récupération des matières grasses*.

Le 13 mars 1926, M. Charles Daboust, ingénieur-chimiste, a fait, en séance publique, à la Société d'Encouragement, une communication sur la récupération des matières grasses dont le texte a été donné dans le *Bulletin* de mai 1926, page 365.

Vu le prix élevé des matières grasses, les industriels cherchent de plus en plus à tirer partie des sous-produits, et le conférencier a passé en revue un certain nombre d'industries où des procédés nouveaux de récupération ont été mis en œuvre.

Nous croyons devoir signaler plus particulièrement parmi ces procédés ceux de M. Elisée Duhamel pour la récupération de la suintine ⁽¹⁾ et ceux que M. Daboust même a étudiés et mis au point et qui s'appliquent au dégraissage des peaux.

Les peaux tannées au chrome ou au tannin végétal sont plus ou moins grasses. Cette graisse exerce une action nuisible surtout quand on veut obtenir des peaux teintées ou vernies. Le procédé le plus employé pour dégraisser les cuirs consiste à les immerger dans un dissolvant qui est : soit un hydrocarbure, soit le tétrachlorure de carbone, soit le trichloréthylène. Quand les peaux sont dégraissées, on les sèche soit par étendage, mais alors le solvant est perdu en grande partie, soit dans la cuve même d'immersion en y insufflant directement de l'air. On a malheureusement constaté qu'avec les hydrocarbures cette insufflation pouvait occasionner des explosions par suite de la présence de vapeurs inflammables; des recherches entreprises par M. Daboust permettent actuellement d'éviter ces accidents et de rendre pratique l'emploi des hydrocarbures qui donnent de meilleurs résultats que les autres dissolvants.

M. Charles Daboust est président de l'Association polytechnique de Saint-Denis; depuis de longues années, il s'occupe de l'organisation de cours et de conférences populaires. Il attire l'attention sur les progrès réalisés par l'industrie et, à ce titre, il collabore à l'œuvre de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. Pour ces divers motifs, le Comité des Arts chimiques a proposé de lui décerner une médaille d'argent.

Approuvé par le Conseil le 22 janvier 1927.

Le rapporteur,

GABRIEL JOSSIER.

(1) Voir à la page 16 du présent numéro.

*
* *

Rapport présenté par M. LÉON LINDET, au nom du Comité d'Agriculture, sur la baratte « Butyro » de M. S. KARPINSKY.

M. S. Karpinsky, de nationalité russe, a présenté à la Société un appareil de son invention, appelé « le Butyro » et susceptible d'agglomérer les globules butyreux de la crème et de produire un beurre tout aussi bon qu'avec la meilleure des barattes.

Cet appareil semble d'autant plus intéressant que le mécanisme sur lequel il est basé se devine plus difficilement, et ne pourra bien se comprendre que plus tard, quand un physicien nous aura donné l'explication du phénomène dont nous constatons les heureux résultats.

Dans la traditionnelle baratte, les globules butyreux de la crème, sont, par le mouvement oscillatoire de l'instrument, projetés les uns contre les autres et obligés de se souder sous l'influence de la force que provoque l'attraction universelle. Rien de semblable dans le Butyro de M. Karpinsky : la crème est aspirée par une pompe et refoulée à travers un lit de grains de sable siliceux, de grosseur calibrée; en même temps, la pompe entraîne une nappe d'air, dont le volume représente un quart du volume de la crème. Que se passe-t-il pour que la crème sorte de ce tamis à l'état de beurre qui va, comme avec la baratte, s'agglomérer sous le moindre effort? Est-ce l'air mélangé, comprimé par la pompe et qui vient se détendre sur les globules butyreux, non compressibles? Le fait n'est pas douteux: il ne convient pas de s'arrêter à quelque explication de hasard qui n'ajouterait rien de plus à l'avantage que M. Karpinsky est en droit de tirer de sa découverte.

Nous avons vu fonctionner le Butyro dans des expositions agricoles successives, à l'Institut national agronomique, où nous avons prié M. Karpinsky d'en entretenir nos élèves, devant la Société d'Encouragement à une de ses séances bimensuelles. M. Nottin, chef de travaux à l'Institut agronomique a constaté que la quantité de matière grasse contenue dans le babeurre n'était que de 4,7 p. 100 de la matière grasse recueillie, que le beurre renfermait 54 p. 100 de matière grasse, avec une acidité dans le lait, de 48° Dornic, et 0,5 p. 100 de matières insolubles dans l'éther-alcool; ce sont là des chiffres fort normaux, et fort comparables à ceux qui ont été obtenus par MM. Dornic et Chollet à la Station d'Industrie laitière de Surgères (Charente-Inférieure). M. Karpinsky nous a communiqué un certain nombre d'attestations qui confirment le bien-fondé de l'usage que l'on peut faire du Butyro.

M. Karpinsky a présenté en outre un laveur-malaxeur, sorte de seau dans

lequel peut se mouvoir une palette recourbée qui se prête très bien à agglomérer la crème sortant du Butyro, et un bac à double parois, dans lequel on conserve le beurre à température constante.

Le Comité d'Agriculture a demandé d'attribuer à M. Karpinsky une médaille d'argent.

Approuvé par le Conseil le 22 janvier 1927.

Le Rapporteur,

L. LINDET.

*
* *

Rapport présenté par M. R. FERET, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur le *solomite*, de M. S. N. TCHAYEFF.

Fabrique en France au moyen de matériaux français, le *solomite* est constitué par des faisceaux de paille ou de roseaux fortement comprimés dans une armature de fil de fer, formant des panneaux légers destinés à construire économiquement des murs, cloisons, hourdis et revêtements divers. Ceux de dimension courante, qu'on peut d'ailleurs diviser à volonté, mesurent $2,80 \times 1,50 \times 0,05$ m et pèsent de 50 à 60 kg. On les emploie comme remplissage dans une ossature rigide, qui peut être en bois, en fer profilé, en béton armé, etc., et dont les pièces verticales doivent être, de préférence, espacées de 1,50 m.

Les principales qualités du *solomite*, vérifiées par la pratique et par divers essais dans des laboratoires officiels, sont les suivantes :

Légèreté : La densité apparente est d'environ 0,30; mais il faut ajouter le poids de l'enduit. Revêtement compris, des cloisons de 0,10 m ne pèsent guère que 37 kg, alors qu'une cloison en briques creuses pèse environ 120 kg.

Incombustibilité : Malgré la nature essentiellement inflammable de la paille, des essais variés ont montré que cette matière, fortement comprimée, est incombustible et oppose même un obstacle à la propagation du feu; elle subit un simple grillage superficiel.

Imputrescibilité : Cette propriété est assurée au *solomite* par l'imprégnation au moyen d'un produit chimique breveté, l'*étimolos*, qui le protège en même temps contre la vermine et les rongeurs.

Mauvaise conductibilité pour la chaleur et pour le son : Démontrée par des mesures de précision, cette propriété contribue au confort des habitations en *solomite* en les protégeant du froid et de la chaleur excessifs, ainsi que des bruits des voisins et de la rue.

Imperméabilité : Les panneaux de *solomite* ne laissent passer aucun

courant d'air appréciable sous un vent de 30 m : s. Recouverts d'un enduit convenable, ils peuvent n'absorber que des quantités d'eau insignifiantes.

Résistance : Soumis à des essais de flexion, ils ont fait preuve d'une résistance suffisante pour des charges modérées. Cette matière est compacte et rigide et les clous y tiennent bien.

Manutention et mise en œuvre : Les panneaux de *solomite* peuvent être maniés assez facilement, moyennant certaines précautions; leur pose est relativement rapide et s'effectue au moyen de clous à rondelles, de vis ou de fils de fer, selon la matière des encadrements; l'exécution des enduits, surtout à l'extérieur, exige des soins tout particuliers.

En raison de ces diverses qualités du *solomite*, de l'économie qui peut résulter de son emploi et de l'intérêt national qu'il est susceptible de présenter comme produit d'exportation, le Conseil, conformément aux propositions du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, a décerné une médaille d'argent à M. Tchayeff.

Approuvé par le Conseil le 22 janvier 1927.

Le Rapporteur,

R. FERET.

*
*
*

Rapport présenté par M. MAURICE LACON, au nom du Comité de Commerce, sur *diverses œuvres d'apprentissage dues à l'initiative privée.*

Le Comité du Commerce de la Société d'Encouragement, saisi en 1925 d'un certain nombre de propositions de récompenses en faveur d'apprentis et d'œuvres d'apprentissage, a procédé à une enquête sommaire, en vue de rechercher les œuvres d'apprentissage pour lesquelles des encouragements ou des récompenses paraîtraient les plus justifiées ou les plus opportunes.

Cette enquête a montré qu'il existait un nombre extrêmement considérable d'œuvres intéressantes et qu'il ne saurait être question de les classer suivant leurs mérites. Le Comité s'est donc borné à proposer de récompenser quelques œuvres d'initiative privée, vivant de la libéralité des particuliers, en laissant de côté, pour le moment, les œuvres, parfois fort intéressantes, qui bénéficient de ressources plus sûres, parce qu'elles sont organisées par des sociétés industrielles ou commerciales ou par des établissements publics.

Les cinq médailles d'argent et les cinq médailles de bronze que le Comité de Commerce a proposé d'attribuer, apportent l'expression de l'admiration et des encouragements de notre Société à des œuvres qui, toutes, s'occupent d'apprentis de façon entièrement désintéressée et en se préoccupant très

particulièrement de leur formation morale. Ces œuvres ont été choisies exclusivement parmi celles qui s'occupent de garçons, uniquement parce que celles-ci sont jusqu'à présent plus connues de la Société d'Encouragement et sans aucune intention d'exclure dans l'avenir les œuvres s'occupant de jeunes filles. Quatre des cinq médailles d'argent sont attribuées à des œuvres qui s'occupent du patronage des apprentis et non de l'apprentissage lui-même : le Comité de Patronage des Apprentis du XIII^e arrondissement ; — la Société des Amis de l'Enfance, 19, rue de Crillon ; — Le Comité d'Apprentissage, 47, rue de Tocqueville ; — L'Association protestante de Patronage des Apprentis, 4, rue Titon. Toutes ces œuvres exercent leur rayonnement sur de nombreux ateliers industriels et sont, par suite, susceptibles de jouer un rôle de plus en plus important, lorsque l'apprentissage se développera dans la petite industrie.

La cinquième, l'Œuvre des Orphelins Apprentis d'Auteuil, forme des apprentis, et en même temps, par la diversité des métiers qu'elle leur apprend, elle exerce son influence sur de multiples professions.

Les autres œuvres récompensées forment elles-mêmes des apprentis. Leur tâche est ainsi à la fois technique et morale. Elles suppléent à l'insuffisance de l'apprentissage dans les ateliers industriels et méritent, à ce point de vue, l'aide toute particulière des industriels et des commerçants qui utilisent dans leurs ateliers les apprentis qu'elles leur ont formés. Leur rôle n'est pas moins difficile, ni leurs résultats moins intéressants que ceux des œuvres énoncées ci-dessus ; elles sont seulement un peu spécialisées, et si la Société d'Encouragement regrette de ne pouvoir leur donner à toutes des récompenses plus hautes, elle désire en les mentionnant, les signaler à la bienveillance des industriels pour lesquels elles travaillent d'une façon si éminente et si désintéressée.

COMITÉ DE PATRONAGE DES APPRENTIS DU 13^e ARRONDISSEMENT (Mairie du 13^e, Place d'Italie, Paris). *Médaille d'argent*. — Créé en 1911, le Comité de Patronage des Apprentis du 13^e s'est donné pour tâche de favoriser par tous les moyens l'apprentissage, particulièrement en incitant les jeunes gens à poursuivre l'acquisition d'un métier et en les orientant vers la profession la plus conforme à leurs aptitudes. Le Conseil d'Administration du Comité, que préside M. Guérineau, maire, et qui réunit les personnalités les plus qualifiées de l'arrondissement, a organisé dans ce but des ateliers de préapprentissage pour garçons et filles et a suscité chez les grands industriels de l'arrondissement la création de véritables ateliers d'apprentissage.

La permanence, établie à la mairie, a placé depuis 1912 dans ces ateliers ou dans ces écoles d'apprentissage près de 5.500 enfants — 465 pour 1925. —

Un office d'orientation professionnelle est venu la compléter, avec l'appui de conférences avec projections cinématographiques. Cette action est poursuivie en liaison tant avec les chambres syndicales qu'avec les membres de l'enseignement.

Le contrôle constant de la formation professionnelle des apprentis est assuré par l'agent général du Comité qui les visite, les dirige, les encourage.

Pour compléter l'enseignement pratique du métier, le Comité s'efforce également de faire connaître et de développer les cours techniques professés dans le 13^e arrondissement et dont certains ont été créés par ses soins.

D'autre part, le Comité s'est occupé d'organiser les examens en vue du certificat d'aptitude professionnelle.

Enfin, pour créer et entretenir parmi les apprentis une émulation profitable, le Comité a organisé déjà six expositions des travaux d'apprentis et 7 fêtes de l'apprentissage dont le rayonnement n'a pas manqué de servir la cause de l'apprentissage.

Toute cette action, diverse mais convergente et continue, a sur le développement de l'apprentissage l'influence la plus efficace.

SOCIÉTÉ DES AMIS DE L'ENFANCE (19, rue de Crillon, Paris, 4^e). *Médaille d'argent*. — La Société des Amis de l'Enfance, pour l'éducation et l'apprentissage des jeunes garçons pauvres de Paris, a été déclarée d'utilité publique par décret du 4 décembre 1867.

C'est donc certainement, avec l'Œuvre des Apprentis d'Auteuil, qui reçoit également une médaille d'argent, et l'Œuvre de Saint-Nicolas que la Société d'Encouragement aura à récompenser à son tour, une des plus anciennes sociétés ayant favorisé l'apprentissage.

Cette société a pour but de recueillir et d'élever, en leur fournissant, dans des conditions pécuniaires proportionnées aux ressources des familles, le logement, la nourriture, une organisation éducative et des cours professionnels, de jeunes garçons, orphelins pour la plupart, placés comme apprentis dans divers ateliers de la région parisienne, suivant leurs aptitudes personnelles.

La Société entretient des relations avec les patrons qui forment ces apprentis, s'assure par des visites fréquentes que cet apprentissage est bien donné et prend à sa charge l'éducation des apprentis. Sa maison de famille de la rue de Crillon abrite constamment de 50 à 70 apprentis.

Fonctionnant avec une discipline, à la fois largement familiale et très stricte, telle qu'elle est nécessaire pour des enfants qui sont jetés brusquement dans la vie, au milieu des ateliers industriels, sans l'appui de leurs

parents, cette maison de famille constitue un vaste foyer où se forme, tant au point de vue professionnel que moral, une élite d'ouvriers. La Société a ainsi obtenu des résultats extrêmement remarquables, et peut être citée comme modèle.

LE COMITÉ D'APPRENTISSAGE (47, rue de Tocqueville, Paris, 17^e). *Médaille d'argent*. — Se proposant d'abord de favoriser le recrutement des apprentis et voulant faire connaître aux enfants les métiers, le Comité d'Apprentissage, fondé en 1911, a institué pour les écoliers et écolières des visites-conférences aux ateliers des différentes branches de l'industrie. Il peut ainsi diriger les enfants vers le métier qui paraît le mieux leur convenir, et, à cet effet, les place chez des patrons ou dans des écoles professionnelles. Des visites à ces ateliers ou écoles permettent de suivre le travail des apprentis dont l'application est stimulée par des concours-expositions. D'autre part, le Comité vient en aide, au moyen de bourses ou de prêts, aux familles d'apprentis dont les ressources trop faibles demanderaient de la part de l'enfant un gain immédiat incompatible avec un apprentissage suivi. Pour atteindre complètement son but, le Comité possède des moyens variés : une maison de campagne à Élancourt (Seine-et-Oise), un internat et deux maisons d'accueil à Paris, des cours d'enseignement technique, un atelier-école pour l'industrie du bois, enfin un office de placement.

Cet ensemble très complet, dont 200 apprentis bénéficient actuellement, permet des efforts coordonnés qui assurent au Comité une action à la fois large et profonde.

ASSOCIATION PROTESTANTE DE PATRONAGE DES APPRENTIS (4, rue Titon, Paris, 11^e). *Médaille d'argent*. — L'Association protestante de Patronage des Apprentis, constituée en 1912 est le prolongement d'une œuvre de patronage fondée à Paris en 1847. Elle a été reconnue d'utilité publique le 25 février 1914.

Prenant l'apprenti à 13 ans, l'Association a pour but, d'abord de l'orienter vers le métier qui lui convient le mieux, et a précédé en cela les offices d'orientation professionnelle. L'apprenti une fois placé chez un patron, l'Association, en liaison étroite avec les parents quand cela est possible, s'efforce de le guider et de le soutenir durant tout son apprentissage, en veillant à sa bonne formation professionnelle et au développement de son éducation morale et religieuse. Afin de mieux atteindre ce dernier but, l'Association reçoit dans sa maison ouvrière de la rue Titon, dont le budget atteindra cette année environ 150.000 fr, une quarantaine d'apprentis, privés ou éloignés de leurs parents, et même d'ouvriers. Ces apprentis ou ouvriers sont nourris et

logés dans de très bonnes conditions pour un prix modique. Ceci est réservé plus spécialement aux jeunes gens protestants, mais d'autres apprentis, habitant chez leurs parents et quelle que soit leur confession, sont également suivis par l'Association. Un cours d'ébénisterie professé par un patron ébéniste est annexé à la maison. D'autre part, les apprentis avec l'aide de la direction, suivent les cours du soir existants et également, le cas échéant, les cours par correspondance de l'École des Travaux publics. L'apprentissage terminé, le jeune ouvrier a la possibilité de rester à la maison tant que ses conditions de vie ne sont pas stabilisées. L'Association s'inquiète d'ailleurs de son placement et continue à le suivre dans la vie. Certains sont ainsi arrivés à des situations fort honorables, allant de chef d'atelier à administrateur de société.

D'ailleurs la maison de la rue Titon constitue pour tous ceux qui y ont passé un centre de ralliement où ils se retrouvent périodiquement et où, en particulier, ils sont reçus gratuitement durant leurs permissions militaires.

Ainsi, tout cet ensemble de préoccupations professionnelles et morales, appuyé sur une discipline surtout traditionnelle, à la fois ferme et libérale — paternelle pour tout dire — fait de la maison ouvrière de la rue Titon un milieu vivant qui, favorisant l'affermissement de la conscience professionnelle, « porte » l'apprenti et lui donne tout le réconfort dont il peut avoir besoin.

ŒUVRE DES ORPHELINS APPRENTIS D'AUTEUIL (40, Rue La Fontaine, Paris, 16^e). *Médaille d'argent*. — Ce qui caractérise l'œuvre des Orphelins apprentis d'Auteuil, fondée en 1866 par M. l'Abbé Roussel, c'est que, voulant donner à une catégorie d'apprentis particulièrement intéressante, une éducation morale et professionnelle complète, elle se présente sous la forme d'une véritable maison industrielle pourvue d'une clientèle.

L'apprentissage y dure 4 ans et sur chaque promotion 23 apprentis environ le terminent complètement.

L'apprenti est logé, nourri et entretenu et reçoit à sa sortie une prime basée sur ses notes et qui peut atteindre 1.500 fr.

Il convient d'ajouter que plus de la moitié des apprentis sont reçus gratuitement. Les autres paient une pension modique.

Les ateliers, au nombre de 8, dirigés par un ingénieur, ancien élève de l'École polytechnique, assisté de chefs d'atelier et d'ouvriers qualifiés, comprennent des ateliers d'imprimerie, de lithographie, typographie, de mécanique, de menuiserie, de cordonnerie, de moulage de statues, d'électricité générale, articles de T. S. F. notamment.

Dans cette ambiance, éminemment favorable, de « métier », la formation

morale des apprentis est l'objet de soins tout particuliers, et se prolonge même après que les apprentis ont quitté l'œuvre, celle-ci restant en relations étroites avec eux.

Depuis la fondation, 10.000 orphelins environ sont passés par l'œuvre.

ATELIER D'APPRENTISSAGE DE PETITE MÉCANIQUE (214, rue Vercingétorix, Paris, 14^e). *Médaille de bronze*. — L'Atelier d'Apprentissage de Petite Mécanique, fondé en 1897, a pour but de donner gratuitement aux apprentis durant un cycle de 3 ans un enseignement théorique et surtout pratique, sans préjudice d'une éducation morale très sérieuse en liaison avec les parents.

Le prêtre-directeur est assisté de contremaitres et ouvriers qui forment les apprentis à la pratique générale de l'ajustage, du tournage, du fraisage et de la petite forge.

Afin de donner à l'œuvre un complément de ressources et aussi pour placer les apprentis dans des conditions industrielles, on s'applique, depuis quelques années, à leur confier, dès la seconde année, des travaux utiles et variés. Ce régime permet d'autre part d'attribuer un certain salaire aux apprentis en seconde et troisième années.

Cet atelier a en particulier organisé la fabrication de petits métiers à tricoter et de serrures spéciales pour voitures, qui constituent des travaux délicats, exigeant des apprentis un travail d'ajustage très soigné et très varié.

Une comptabilité des prix de revient permet à chaque apprenti de se rendre compte du résultat de son travail et de s'habituer à l'établissement des devis.

Des techniciens assurent l'enseignement théorique qui porte sur le dessin, la technologie, la mécanique, la physique, l'électricité. Cette formation générale donne de bons ouvriers qui trouvent aisément à se placer dans les établissements industriels.

L'ENTR'AIDE ÉDUCATIVE (23, rue Gandon, Paris, 13^e). *Médaille de bronze*. — L'Entr'aide éducative a été fondée en 1920 pour assurer la gérance d'un atelier d'apprentissage créé en 1912 sur une initiative privée et annexé au patronage de la paroisse Saint-Hippolyte.

Par suite du décès du fondateur, la charge en retomba sur les curés successifs de cette paroisse et l'association dont il s'agit est venue assurer la gestion administrative et technique de cet atelier. Ce centre d'apprentissage est destiné à fournir de bons ouvriers aux nombreuses industries mécaniques du 13^e arrondissement et reçoit des encouragements de quelques industriels dont certains ont assumé à son égard un rôle effectif de contrôle ou d'admi-

nistration. L'un d'entre eux s'occupe de la trésorerie, un autre recherche du travail et achète les métiers; deux autres ingénieurs contrôlent le fonctionnement technique de l'atelier.

L'atelier ayant dû, de bonne heure, chercher à subvenir par ses propres moyens, au moins à une part de ses dépenses, s'est constitué en atelier de production, recevant des commandes de moyenne mécanique, notamment des Établissements Panhard et Levassor et de la Compagnie d'Orléans. Dans ces conditions, l'enseignement y est surtout un enseignement d'atelier, propre à former des ouvriers immédiatement utilisables dans l'industrie.

Toutefois, cette formation pratique est progressive et méthodique de façon à apprendre à l'enfant tout son métier. Elle est complétée par des cours répartis sur les 3 années d'apprentissage et portant sur le dessin, la technologie, l'arithmétique, le français. Il convient d'ajouter ici que l'Entraide organise des cours du soir pour les jeunes gens en apprentissage dans les ateliers du quartier.

Le nombre des apprentis de l'atelier de la rue Gandon, après s'être élevé à 35 en 1921, s'est stabilisé à 25, chiffre qui paraît correspondre aux besoins que l'on avait en vue à sa création.

La gestion nettement industrielle de cet atelier permet de couvrir en grande partie les dépenses courantes d'exploitation, parmi lesquelles il faut compter des gratifications mensuelles attribuées aux apprentis qui, par ailleurs, se constituent un pécule pour la fin de leur apprentissage.

De la façon la plus économique, cet atelier fait ainsi de ses apprentis des ouvriers très appréciés des industries du quartier tant par leur valeur morale que professionnelle.

ÉCOLE PROFESSIONNELLE D'ARTS ET MÉTIERS (21 bis, rue de Rouillis, à Sèvres, Banlieue Ouest). *Médaille de bronze*. — L'École professionnelle d'Arts et Métiers, de Sèvres, créée en 1919, a pour but principal de préparer, dans une ambiance morale parfaite, de bons ouvriers, des chefs d'équipe, des contremaîtres. Les meilleurs sujets sont cependant préparés spécialement aux Écoles d'Arts et Métiers, à l'Institut catholique d'Arts et Métiers de Lille, à l'École de Toulon et à diverses carrières administratives, des chemins de fer par exemple. L'école compte actuellement 75 élèves.

L'enseignement, qui dure 3 ans, est à la fois théorique et pratique suivant une répartition variable. L'école dispose de 4 ateliers : ajustage, machines-outils, serrurerie, menuiserie, dirigés par un ingénieur assisté de contremaîtres. L'instruction théorique porte sur la religion, le français, les sciences, le dessin industriel, la technologie, l'électricité. Des cours spéciaux sont faits aux élèves qui se destinent aux écoles et aux carrières administratives.

Des examens de culture générale et d'atelier sanctionnent les études. Sur 18 candidats présentés aux écoles, en deux de ces dernières années, 14 ont été reçus.

Outre que l'instruction professionnelle générale y fait ainsi l'objet de soins précis, l'école assure aux élèves une formation morale très sérieuse qui se prolonge très utilement jusqu'après le départ de ceux-ci, grâce à un groupement d'anciens élèves.

ATELIER D'APPRENTISSAGE MÉCANIQUE L. RUDYNSKI (32, rue de la Chapelle, Paris, 18^e). *Médaille de bronze.* — L'Atelier d'Apprentissage fondé par l'abbé Rudynski, 32, rue de la Chapelle, en 1904, constitue un type tout à fait spécial d'atelier d'apprentissage. Il semble, en franchissant le seuil, qu'on pénètre dans un atelier purement industriel.

Le fondateur, tout en consacrant son œuvre exclusivement à la formation des apprentis, a jugé en effet utile d'en faire une véritable usine, de façon à donner à la fois aux apprentis la formation technique, la formation morale et l'esprit industriel. Les apprentis sont encadrés par des ouvriers et des contremaîtres et exécutent les commandes que la direction de l'atelier prend à l'extérieur.

Depuis leur fondation, ces ateliers ont formé plus de 800 ouvriers; beaucoup se sont créés de jolies situations, tous gagnent largement leur vie.

M. l'abbé Rudynski a été un pionnier en matière d'apprentissage et a donné un des premiers exemples de la manière dont on pouvait concilier très avantageusement le travail utile des apprentis et leur parfaite formation dans un milieu très nettement industriel.

ASSOCIATION ÉDUCATIVE DE LA JEUNESSE OUVRIÈRE (20, rue des Entrepreneurs, Paris, 15^e). *Médaille de bronze.* — Cette œuvre, fondée en 1909, assure, dans un atelier d'apprentissage situé à Javel, la formation professionnelle d'après les méthodes les plus éprouvées, et complète la formation morale et religieuse des apprentis qui proviennent, en général, de patronages. Cette œuvre s'est constituée en association en 1921. La formation est assurée par des travaux manuels, sous la direction d'un chef d'atelier et de contremaîtres, et par un enseignement technique mené parallèlement aux travaux manuels et qui comporte des cours de français, mathématiques, dessin industriel, technologie. Les meilleurs sujets reçoivent, en outre, des notions de physique, de mécanique et d'électricité.

Le contrôle est assuré par une commission composée de contremaîtres et chefs d'atelier appartenant aux maisons qui s'intéressent à l'atelier.

Le travail exigé des apprentis exclut tout travail commercial; par contre,

l'apprentissage est fait en 2 ans et les anciens apprentis obtiennent, dès leur sortie de l'atelier d'apprentissage, des salaires très importants.

Certains industriels du quartier aident l'Association éducative en lui fournissant des chutes de métaux qui servent aux exercices des apprentis.

Une association a été formée en 1922 entre les anciens apprentis, de façon à maintenir parmi eux de cordiales et utiles relations et à faciliter le placement des apprentis formés par l'association.

L'œuvre forme annuellement 60 apprentis.

Approuvé par le Conseil le 22 janvier 1927.

Le Rapporteur,
MAURICE LACON.

*
* *

Une médaille d'argent est décernée à M. J. G. GIRON, sorti premier de l'École nationale d'Arts et Métiers d'Angers.

*
* *

Une médaille de bronze est décernée à M. R. H. RENOUARD, sorti second de l'École nationale d'Arts et Métiers d'Angers.

*
* *

**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 chaque année, c'est toujours aussi avec regret que nous ne pouvons les satisfaire toutes et que nous sommes obligés de faire un choix que l'excellence des titres rend extrêmement difficile. Cette année nous avons dû écarter tous ceux qui, à moins de titres tout à fait

exceptionnels tels que : qualité des services rendus, très lourdes charges de famille, ne comptent pas au moins 35 ans de présence dans la même maison.

Nous serons obligés dorénavant de faire de même. Ainsi la médaille des vieux ouvriers et contremaitres que décerne notre Société ne se confondra plus, comme il est arrivé fréquemment dans l'esprit de nombreux ouvriers ou même de quelques patrons, avec la médaille des 30 ans de service qui est accordée par le Ministère du Commerce.

Nous n'entreprendrons pas de passer en revue chacun des titres des lauréats. Tous ceux dont les noms vont vous être donnés se distinguent soit par une durée de services tout à fait exceptionnelle, dépassant, pour certains, le demi-siècle, soit par la façon admirable dont les parents ont su, malgré leurs ressources très modestes, élever des familles très nombreuses tout en sachant profiter des occasions qui s'offraient à eux pour donner à leurs enfants l'instruction nécessaire pour exercer des professions libérales. Nous pouvons citer parmi les enfants de nos lauréats, un ingénieur et un médecin. Tous se distinguent du reste, par leur attachement à la maison dont ils font partie, par les exemples d'assiduité au travail et de bonne conduite qu'ils n'ont cessé de donner.

Sur le palmarès que vous avez entre les mains figurent les noms de trois lauréats qui, malheureusement, sont morts depuis que la proposition de les récompenser nous a été faite : le premier est M. Léon Marcillac, métayer chez Mme Vve Delpit, à Domme (Dordogne); le second est M. Pierre Pousse, contremaitre chez M. Lafore, marchand de bois à Cazères (Haute-Garonne); le troisième est Mme Fauveau, cartouchière.

M. LÉON MARCILLAC était un métayer modèle, « qui cultivait la terre avec goût et appliquait intelligemment les méthodes culturales ». Il a eu neuf enfants qui sont tous vivants; le plus âgé est né en juin 1907, le plus jeune en juillet 1923. Il est mort à 46 ans; sa femme reste veuve à l'âge de 41 ans. Une particularité qui nous a été signalée par une personne qui connaît bien cette famille de braves gens, c'est que « tous ces enfants sont très bien élevés, admirablement tenus et d'une propreté remarquable. Cette propreté s'étend d'ailleurs à la maison et aux dépendances de la métairie, jusqu'aux étables où, autre particularité à noter, les bœufs et les vaches sont étrillés tous les jours. Tous les enfants en état de le faire, travaillent. » Nous exprimons à Mme Marcillac toutes nos condoléances.

M. PIERRE POUSSE est mort à 80 ans, après 47 années de bons services dans la même maison. Nous adressons à sa fille, Mme Cousture, nos sincères condoléances.

Mme FAUVEAU qui était cartouchière depuis 38 ans à l'Usine d'Ablon de la Société générale pour la Fabrication de la Dynamite, a trouvé la mort au

cours d'une explosion dans l'atelier où elle travaillait, le 25 septembre 1926, explosion dont la cause n'a pas encore été déterminée. Son mari, M. Julien Fauveau, est lui-même un très ancien ouvrier à la même usine, quoique d'une ancienneté moindre que sa femme. Le ménage Fauveau a élevé cinq enfants dont trois encore vivants : le plus jeune, âgé de 16 ans, travaille à l'Usine d'Ablon. Notre Société a tenu à commémorer le souvenir de Mme Fauveau morte, victime du travail. Nous adressons à sa famille notre très vive sympathie.

Approuvé par le Conseil le 22 janvier 1927.

Le Rapporteur,
CH. DE FRÉMINVILLE.

**Liste des contremaîtres et ouvriers à qui est décernée
la médaille de bronze en 1926.**

- M. Henri LEROUX, négociant en matières premières, 41, boulevard Pasteur, à Calais (Pas-de-Calais) :
VERRIÈRE (Henri), magasinier.
- Mme Vve DELPIT, propriétaire à Domme (Dordogne) :
MARCILLAC (Léon), métayer.
- CHANTIERS ET ATELIERS AUGUSTIN NORMAND, constructeurs de navires, 67, rue du Perrey, Le Havre (Seine-Inférieure) :
PRUVOT (G. V.), contremaître forgeron.
- M. René GIGON, constructeur-mécanicien, à Montbard (Côte-d'Or) :
RIGOLEY (Léon), forgeron.
- SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES, 25, rue du 4-septembre, Paris (2^e) :
RICHARD (François), chef d'équipe.
- M. A. SÉJOURNÉ, serrurier, 8, rue des Fossés-Saint-Jacques, Paris (5^e) :
BORDE (Jules), contremaître.
- MM. Ch. LORILLEUX et C^{ie}, fabricants d'encre, de couleurs et vernis, 16, rue Suger, Paris (6^e) :
MARC (Eugène), magasinier.
- Mme Vve Ch. BOURET (Librairie espagnole), 23, rue Visconti, Paris (6^e) :
GÉNOT (Alexandre), magasinier.
- M. J. LAFORE, marchand de bois, à Cazères (Haute-Garonne) :
POUSSE (Pierre), contremaître.
- SOCIÉTÉ ANONYME DES GRANITS PORPHYROÏDES DES VOSGES, 4, rue de Castellane, Paris (8^e) :
CLAUDEL (Mme Vve), chef de service (infirmier et cuisine).

- M. VASSEUR, libraire, 58, rue de Clichy, Paris (9^e) :
LORIE (Joseph), garçon de magasin.
- M. A. TROUSSIER, entrepreneur de maçonnerie, au Vigan (Gard) :
FABRE (Louis) maçon.
- M. DAMON, peintre-verrier, 13, rue Verniquet, Paris (17^e) :
PERIOU (Henri), cuiseur.
- M. GONTHIER-BERTRAND, directeur des Autobus de la Dordogne, rue du Président-Wilson, Périgueux (Dordogne) :
COMBRE (Lucien), chauffeur d'autobus.
- M. Jules RAULT fils, fabricant de dentelles, 16, rue de la Tannerie, à Calais (Pas-de-Calais) :
BOIN (Aimé), employé de bureau.
- MM. Charles LEVEN et C^{ie}, tanneurs, à La Suze (Sarthe) ;
RUFFIN (Émile), ouvrier chromiste.
- IMPRIMERIE PAUL BRODARD ET ATELIERS JOSEPH TAUPIN RÉUNIS, à Coulommiers (Seine-et-Marne) :
TOURET (Émile), conducteur.
- COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'EST, 21-23, rue d'Alsace, Paris (10^e) :
DIMANCHIN (Pierre), chef de brigade.
- MM. COLIN, CROÏET ET C^{ie} (plumes métalliques Blanzzy, Poure et C^{ie}), à Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais) :
CORNET (Mme Marie), cartonnrière ;
HILL (G. A.), contremaître.
- ÉTABLISSEMENTS AGACHE FILS, filatures et tissages mécaniques, 12, rue du Vieux-Faubourg, Lille (Nord) :
BOSSAERT (Désiré), magasinier ;
DELMERRE (Victor), mécanicien.
- MM. PRADEL et C^{ie}, imprimeurs, 68, rue des Saints-Pères, Paris (7^e) :
ISIDORE (Charles), imprimeur ;
PEYRÉ (Louis), imprimeur.
- IMPRIMERIE CHAIN, 20, rue Bergère, Paris (9^e) :
DEPREZ (Alexandre), metteur en pages ;
BLANCHET (Mme Victorine), contremaîtresse au service des titres.
- ÉTABLISSEMENTS KUHLMANN (Compagnie nationale de Matières colorantes et Manufacture de Produits chimiques du Nord réunies), 11, rue de la Baume, Paris (8^e) :
VANSANTVLIET (Henri), surveillant de contact ;
FRÉMONT (Alfred), chef dégraisseur.
- CHEMINS DE FER DE PARIS A LYON ET A LA MÉDITERRANÉE, 20, boulevard Diderot, Paris (12^e) :

- MAGNE (Claude), ouvrier zingueur;
 PIN (M. P.), contremaître;
 BON (Barthélemi), chef divisionnaire d'atelier.
- ÉTABLISSEMENT UNGEMACH, Société alsacienne d'Alimentation, 19, rue de
 Wissembourg, Strasbourg (Bas-Rhin) :
 BERTRAND (Charles), magasinier;
 CHALOT (Émile), ouvrier;
 GEBEL (Albert), comptable.
- ÉTABLISSEMENTS LÉO LÉVY ET ALFRED MONNIER, fabricants de lampes électriques
 à bas voltage, 11, bis, rue Torricelli, Paris (17^e).
 MERCUROL (Mme Louise), chef de service;
 DERINE (Mlle Renée), chef de service;
 DEÏS (Mme Marguerite), chef de service;
 HERMOUET (Mme Marceline), chef de service.
- COMPAGNIE DES FORGES DE CHÂTILLON, COMMENTRY ET NEUVES-MAISONS, 19, rue
 de La Rochefoucauld, Paris (9^e) :
 THÉVENET (Claude), boiseur;
 BENNEGANT (Michel), chef chauffeur;
 THÉNEVOT (Gilbert), tréfileur;
 DUMAS (Jacques), boiseur;
 PERNET (Pierre), pointier.
- SOCIÉTÉ GÉNÉRALE POUR LA FABRICATION DE LA DYNAMITE, 67, boulevard Hauss-
 mann, Paris (8^e) :
 MÉRIGNAC (Ferréol), chauffeur;
 SUNYER (Pierre), ouvrier;
 POUCHAIRET (Léopold), contremaître;
 JAULENT (Antoine), contremaître;
 PARCÉ (Honoré), comptable.
 FAUVEAU (Mme Emma), cartouchière.

LISTE DES RÉCOMPENSES DÉCERNÉES LE 26 MARS 1927 POUR L'ANNÉE 1926.

<i>Lauréats</i>	<i>Rapporteurs.</i>	<i>Objet.</i>
	<i>Grande médaille annuelle.</i>	
de Dion et Bouton.	Walckenaer.	industrie automobile.
	<i>Prix Fourcade.</i>	
Joseph Girold.	de Fréminville.	
	<i>Médaille Dumas.</i>	
Georges Schaub.	de Fréminville.	
	<i>Grande médaille Michel Perret.</i>	
Établissements Kuhlmann.	Gall.	grande industrie chimique.

Prix Parmentier.

H. Corblin.	Ringelmann.	frigorifère, compresseur à membrane, etc.
-------------	-------------	---

Médailles d'or.

R. Planche.	Sauvage.	compresseur rotatif.
E. Duhamel.	Dantzer.	lavage de la laine.
R. Retel.	Androuin.	automobile à accumulateurs électriques.
A. Grebel.	Dumanois.	carburants.
Clément et Rivière.	Trillat.	vernis celluloseux.
Lebaron Frères.	Trillat.	chromographe.
Boreau et Aubry.	Lyon.	« Violonista. »
Laurent et Augustin Seguin.	Berthelot.	« Stroborama. »
Ch. Grard.	Renard.	métallurgie.
Ch. Chalumeau.	Zetter.	électrobus de Lyon.
P. Lejay.	Ferrié.	électricité atmosphérique.
Ch. Verdan.	Carpentier.	élimination des parasites en T. S. F.
Miège.	H. Hitier.	betterave sucrière au Maroc.
Foyer français.	Risler.	naturalisation, francisation.
Foyer ouvrier de Rouen.	Risler.	habitations à bon marché.
Villages Sanatoriums de haute altitude.	Risler.	lutte contre la tuberculose.
P. Ricard.	Lyautey.	résurrection des arts marocains.

Médailles d'argent.

E. Maillard.	Dumanois.	mécanique.
Ch. Daboust.	Jossier.	récupération des matières grasses.
S. Karpinsky.	Lindet.	baratte « Butyro ».
S. N. Tchayeff	Feret.	« Solomite. »
Comité des apprentis du 13 ^e arrondissement.	Lacoin.	apprentissage.
Sté des amis de l'Enfance.	Lacoin.	apprentissage.
Comité d'apprentissage.	Lacoin.	apprentissage.
Association protestante de patronage des apprentis.	Lacoin.	apprentissage.
Orphelins-apprentis d'Auteuil.	Lacoin.	apprentissage.
M ^{me} Driss-Amor.	Lyautey.	résurrection des arts marocains.
J. Hainaut.	Lyautey.	résurrection des arts marocains.
J. Baldoui.	Lyautey.	résurrection des arts marocains.
G. Giron.	Lyautey.	sorti premier de l'École d'Angers.

Médailles de bronze.

Atelier d'apprentissage de petite mécanique.	Lacoin.	apprentissage.
Entr'aide éducative.	Lacoin.	apprentissage.
École professionnelle d'Arts et Métiers.	Lacoin.	apprentissage.
Atelier d'apprentissage mécanique Rudynsky.	Lacoin.	apprentissage.
Association éducative de la Jeunesse ouvrière.	Lacoin.	apprentissage.
H. Renouard.		sorti second de l'École d'Angers.

LOUIS SALOMON,

*Ingénieur en chef honoraire des chemins de fer de l'Est,
membre du Comité des Arts mécaniques.*

La Société d'Encouragement a fait une perte cruelle en la personne de Louis Salomon, membre du Comité des Arts mécaniques, décédé le 13 février 1927. Un mois auparavant, il assistait au service funéraire de Mme Louis Salomon, et rien, dans son aspect, ne semblait faire prévoir sa fin prochaine. Qui pourrait affirmer toutefois que sa très vive douleur n'a pas contribué à abréger ses jours? Le 16 février, dans la même église, Saint-Vincent-de-Paul, ses amis lui rendaient un dernier hommage.

Né à Paris, le 5 janvier 1844, Louis Antoine Marie Salomon fit ses études techniques à l'École centrale des Arts et Manufactures, dont il sortit, troisième de sa promotion, en juillet 1867.

D'abord attaché à la Compagnie de Fives-Lille, à Lille, il entra le 1^{er} février 1870 au service de la Compagnie des chemins de fer de l'Est, en qualité de sous-inspecteur du matériel. Dans l'exercice de ses fonctions, il se fit remarquer par l'intelligence et le soin dont il faisait preuve lors de l'étude de toutes les questions qui lui étaient soumises. Aussi, dès 1876, il était appelé au poste important d'ingénieur du matériel roulant, puis, en 1886, nommé Ingénieur en Chef du Matériel et de la Traction.

Dans son magistral traité, *voie, matériel roulant et exploitation technique des chemins de fer*, publié en 1873, COUCHE déclare que « le chemin de fer de l'Est s'est fait, depuis plusieurs années, une réputation méritée par le soin et le succès avec lesquels tous les détails du matériel roulant y sont étudiés ». Placé à la tête du service, Salomon se montra le digne successeur des ingénieurs qui avaient mérité cet éloge : sous sa direction, l'ensemble du matériel, tant locomotives que voitures et wagons, reçut tous les perfectionnements désirables. D'autre part, l'économie dans la construction, l'entretien et l'emploi de ce matériel prouve qu'il était aussi bon administrateur qu'habile technicien.

Salomon exerça les fonctions d'ingénieur en chef du matériel et de la traction jusqu'au 31 décembre 1913, date à laquelle il prit un repos, d'ailleurs relatif, bien gagné, avec le titre d'ingénieur en chef honoraire.

Outre ses fonctions à la Compagnie de l'Est, sa haute valeur technique, jointe à son extrême urbanité et au charme de ses relations, le fit rechercher par divers groupements, désireux de s'attacher cet excellent conseiller.

Membre de la Société des Ingénieurs civils de France dès 1870, il fit partie de son comité depuis 1895, puis, vice-président en 1900 et 1901, fut élu président pour 1902 dans la séance du 11 avril 1902.

Rapporteur de la classe des chemins de fer à l'Exposition universelle de 1900, il publia une très complète étude du matériel exposé.

Attaché à la Commission permanente des Valeurs en douane en 1910, il en présida la 3^e section.

Membre du Comité de Rédaction de la *Revue générale des Chemins de fer et des Tramways*, dès la fondation de cette revue, en 1878, il présida ce comité depuis 1906 jusqu'à sa mort.

Le Comité d'exploitation technique des chemins de fer, au Ministère des Travaux publics, le compte parmi ses membres depuis 1907.

En 1914, la Société d'Encouragement le choisit pour remplacer au Comité des Arts mécaniques M. Bourdon, démissionnaire pour raison de santé; il se montra un des membres les plus assidus de ce comité.

Les publications imprimées que laisse notre collègue ne sont pas nombreuses, ce qui s'explique par le grand travail qu'exigeaient ses importantes fonctions à la Compagnie de l'Est.

Bien que ne portant pas son nom, il a pris une part importante à la rédaction d'un grand ouvrage, publié en 1876, sur *le chauffage des voitures de toutes classes sur les chemins de fer*, par L. REGRAY, alors Ingénieur en Chef du Matériel et de la Traction, ainsi que le déclare Regray dans les termes suivants :

« Parmi les personnes qui ont bien voulu me prêter leur concours pour l'exécution de ce travail, je citerai en première ligne M. l'ingénieur Salomon, attaché au service de la traction et du matériel de la Compagnie de l'Est. »

« M. Salomon a participé à la rédaction de cet ouvrage dans toutes ses parties et a été pour moi, non seulement un aide, mais un collaborateur des plus dévoués. »

Le travail, mentionné plus haut, sur les chemins de fer à l'Exposition universelle de 1900 forme deux volumes des *Rapports du Jury international*.

Le premier de ces volumes donne un compte rendu des objets, se rattachant aux chemins de fer, exposés par les différents pays, puis une étude détaillée des locomotives. Dans le second volume sont examinés le matériel pour le transport des personnes, les wagons à marchandises, les tramways; vient ensuite une partie consacrée à la traction électrique.

Toutes ces descriptions, accompagnées de dessins, sont fort complètes, et donnent une idée très précise de ce qu'était à cette époque le matériel des chemins de fer dans le monde entier, à l'exception de l'Amérique. C'est un travail utile à consulter encore aujourd'hui.

Le discours qu'il a prononcé à la Société des Ingénieurs civils de France le 18 avril 1902, lors de son installation comme président (discours publié dans les mémoires de cette société, année 1902, p. 520), donne un intéressant résumé de l'évolution du matériel des chemins de fer de l'Est.

Parmi les publications relatives à son service, qu'il a inspirées, il convient de citer de nombreuses notes techniques distribuées au personnel. Ces notes, autographiées, contiennent des renseignements précieux sur une foule de sujets; elles ont été de la plus grande utilité pour l'instruction des agents, et il est regrettable qu'elles aient été réservées aux seuls employés de la Compagnie de l'Est. Une collection de ces notes techniques, s'il était possible de la réunir, prendrait place utilement sur les rayons de la bibliothèque de notre société.

C'est aussi sur l'initiative de L. Salomon qu'a été rédigé, par l'auteur de ces lignes, un petit ouvrage sur *La machine locomotive*, ouvrage qui a été largement distribué aux agents de la traction de la Compagnie de l'Est, et aussi d'autres compagnies de chemins de fer.

Dans la *Revue générale des Chemins de fer et des Tramways* (aujourd'hui *Revue générale des Chemins de fer*), les articles suivants ont été donnés par L. Salomon :

« Note sur les avaries du matériel roulant des chemins de fer pendant l'hiver rigoureux 1879-1880 » (août 1881, p. 118);

« Note sur l'emploi comparé des huiles de colza et des huiles minérales de Pechelbronn et du Caucase pour le graissage du matériel roulant » (avril, juillet, octobre 1883, p. 216, 34 et 224);

« Emploi des machines à écrire et à calculer pour le service du matériel et de la traction de la Compagnie de l'Est » (avril 1896, p. 189);

« Nouvelles voitures de 2^e classe du chemin de fer de Ceinture » (juillet 1896, p. 3);

« Expériences faites sur la locomotive Schenectady de l'Université de Purdue par M. Goss; avant propos » (mars 1897, p. 212);

« Essais comparatifs de traction entre la machine compound n° 1760 de la Compagnie du Midi et les machines de la série 800 de la Compagnie de l'Est » (septembre 1897, p. 134).

Dans le *Bulletin* de notre Société, les circonstances ne se sont guère prêtées à la publication de rapports pendant une importante partie de sa présence au Comité des Arts mécaniques. On y relève seulement :

Une analyse de « l'électrification des grandes lignes de chemins de fer, par Jean Signorel » (1913, 1^{er} sem., p. 662), et un

« Rapport sur une serrure, avec loqueteau intérieur, pour les portières latérales des voitures de chemins de fer, imaginée par M. E. Birlé » (1921, p. 172).

La vie de notre regretté collègue peut se résumer en quelques lignes : d'une part

nous voyons une longue carrière consacrée à un travail incessant et fructueux, et, d'autre part, une existence simple, avec un grand amour de la famille et des goûts artistiques. Il aimait les beaux livres, et se plaisait à entendre la musique, Mme Salomon étant excellente musicienne. Comme distractions, pendant plusieurs années je l'ai rencontré, vers le soir, à la salle d'armes où il venait se délasser de l'absorbant travail de bureau.

Salomon laisse deux fils; il avait un troisième fils, tué pendant la grande guerre.

ÉD. SAUVAGE, *président de la Société.*

M. ÉMILE BOYOD,

membre du Comité des Arts chimiques.

M. Émile Boyoud qui vient de mourir, le 5 mars 1927, dans toute la force de l'âge, avait été nommé membre correspondant du Conseil d'administration de la Société d'Encouragement en 1919, et était membre titulaire de ce Conseil, au titre du Comité des Arts chimiques, depuis 1923. Sa carrière d'ingénieur est d'une unité parfaite : il l'a accomplie tout entière dans la même société, la compagnie d'Alais et Camargue, où il avait débuté comme chimiste dès sa sortie de l'École centrale des Arts et Manufactures de Paris, et où il avait atteint, à sa mort, le plus haut poste qu'elle pouvait lui offrir. La compétence que M. Boyoud avait acquise dans la fabrication de produits chimiques ou métallurgiques extrêmement variés lui avait valu d'être recherché comme conseiller par un grand nombre de sociétés telles que « l'Aluminium français », « le Duralumin », l'Électrométallurgique du Sud-Est ». Le concours que M. Boyoud avait apporté à la Société d'Encouragement lors de la manifestation organisée par elle en 1921 en faveur de l'aluminium et des métaux et alliages légers lui avait été particulièrement précieux.

Chacun sait les immenses services que la Compagnie d'Alais, Froges et Camargue a rendus à la défense nationale pendant la dernière guerre : M. Boyoud a été à la tête de tous les progrès qui ont été réalisés par cette compagnie pendant ces années difficiles.

M. Émile Boyoud était officier de la Légion d'honneur.

Voici le discours qu'a prononcé à ses obsèques M. GABRIEL CORDIER, président du Conseil d'Administration de la Compagnie de Produits chimiques et électrométallurgiques Alais, Froges et Camargue.

MADAME, MESSIEURS,

La Compagnie de Produits chimiques et électrométallurgiques Alais, Froges et Camargue, au nom de laquelle j'ai le douloureux honneur de prendre la parole, est cruellement frappée par la perte de son administrateur-délégué, M. Émile Boyoud, un de ses chefs les plus respectés et les plus aimés, hier encore plein de vie, de force et d'intelligence, mort subitement et, je puis le dire, au travail. Je suis ici l'interprète du conseil d'administration de la Compagnie et de tout son personnel, unis dans une commune et profonde affliction.

La carrière tout entière d'Émile Boyoud se confond avec l'histoire de notre compagnie depuis près de trente ans. Il n'est pas une de nos industries, pas une de nos créations en France ou à l'étranger, pas une de nos œuvres où nous ne retrouvions sa marque personnelle.

Émile Boyoud était des nôtres avant même sa sortie de l'École centrale

en 1898, car les dirigeants de notre compagnie s'étaient assuré le concours du chimiste le plus désigné de sa promotion et, prévoyant les transformations profondes de notre industrie, lui avaient demandé de rester un an à Paris au laboratoire de Moissan, d'où sortirent, dans le domaine de l'électrométallurgie et de l'électrochimie, tant de productions et de méthodes nouvelles.

Après quelques mois passés au laboratoire de Salindres, il allait à Calypso et prenait rapidement la direction de cette usine dont il transformait l'importance par l'aménagement de la chute de 700 m.

Bientôt directeur des établissements de la Maurienne, il fut à 34 ans sous-directeur général de la Compagnie, puis directeur général, enfin, administrateur-délégué. Tous ceux qui l'ont connu, à ces diverses étapes de sa carrière, ont admiré l'aisance avec laquelle il passait successivement d'emplois limités à des responsabilités plus étendues. Son intelligence rapide, la curiosité d'un esprit qu'aucune science, qu'aucune culture ne laissaient indifférent, élargissaient sans cesse l'ampleur de ses horizons.

Bien loin de se laisser dépasser par les bouleversements d'une science et d'une technique en perpétuelle évolution, il paraissait l'avoir devancée et les progrès nouveaux semblaient, dès leur apparition, lui être familiers comme s'ils avaient été, depuis longtemps, conçus dans son esprit.

Aucune réalisation, quelque subite et inattendue qu'elle parût, ne le prenait au dépourvu. C'est ainsi que les difficultés de la guerre, les problèmes sans cesse nouveaux qu'elle posait à une industrie qui n'y était pas adaptée, ne semblaient lui être proposés que pour lui permettre de les résoudre.

Dans le prodigieux effort de cette époque, effort qui est une des fiertés de notre compagnie, guidée par un chef audacieux, Émile Boyoud a été l'âme de toutes nos organisations techniques. Il sut découvrir les collaborateurs nécessaires et leur faire partager sa foi; dans toutes les questions, il apportait la clarté des conceptions, la lucidité des solutions, le bon sens et l'équilibre qui tient compte des possibilités, possibilités qu'il ne jugeait jamais ni restreintes, ni étroites car, sous l'apparence d'un philosophe sceptique, il était un convaincu.

La guerre finie, au milieu des complications et des crises les plus graves, son esprit si souple sut largement mettre sur pied un programme méthodique de réorganisation, d'ordre et de progrès et, après les années où le seul but était d'obtenir les quantités de produits nécessaires à la défense nationale, il sut transformer les installations et perfectionner les méthodes. Aussi, sous sa direction, le rendement économique des usines a-t-il marqué des progrès considérables qu'il ne trouvait jamais suffisants.

Son action s'est manifestée non seulement dans l'amélioration de nos anciennes fabrications, mais encore dans le domaine si étendu de la chimie moderne. C'est ainsi qu'une des grandes créations de celle-ci, l'ammoniac synthétique, avait en lui un propagateur ardent, dont l'intervention avait abouti déjà à de vastes réalisations et du cerveau duquel nous espérons encore des perfectionnements nouveaux.

Enfin, et surtout, nous ne saurions oublier que l'industrie ne représentait pas seulement pour Émile Boyoud des problèmes techniques et financiers, mais le concours et la collaboration d'êtres humains travaillant et peinant ensemble.

Si notre compagnie — et elle s'en honore — est une de celles où les œuvres sociales se sont le plus tôt développées, c'est certainement pour une grande part à Émile Boyoud qu'on le doit. Dès le début, à Salindres, il s'était intéressé aux besoins et à la vie des plus humbles ouvriers. Peu à peu,

il étendait les œuvres de notre compagnie dans des domaines de plus en plus variés et songeait sans cesse que cet effort n'était qu'un commencement.

Pour lui témoigner sa reconnaissance et son affection, la population de Salindres⁽¹⁾ avait, depuis de nombreuses années, fait d'Émile Boyoud le maire de la petite cité pour laquelle il avait été le bon artisan de sa prospérité.

Lorsque la direction de notre compagnie fut transférée à Paris, Salindres voulut qu'Émile Boyoud restât son maire et eût ainsi fréquemment l'occasion de penser à ses habitants, de s'occuper d'eux, même en dehors de la vie industrielle. Insigne hommage rendu à un cœur généreux ! Mais tous ceux que leur travail ou leurs recherches mettaient immédiatement en contact avec notre regretté collègue n'ont-ils pas ressenti d'autant plus cruellement la douleur de sa perte qu'ils savaient que, pour lui, le titre de chef, parmi les nombreux et souvent difficiles devoirs qu'il impose, comportait une fidélité particulière aux collaborateurs qu'il s'était choisis.

MADAME,

Vous avez été plus que la compagne de l'ami que nous pleurons, dans sa vie de travail, d'espérance et de succès : vous avez été aussi, et dans toute la grandeur du mot, son associée dans les œuvres de tendresse et de pitié, si propres à la nature du cœur féminin. Dans le deuil qui vous accable, puissiez-vous, ainsi que vos enfants et vos petits-enfants, trouver dans l'émotion qui nous unit, dans la foi profonde qui est la vôtre et celle des vôtres, la seule consolation que nous osions espérer aujourd'hui.

(1) Salindres (Gard) est un bourg de 2.600 habitants, situé à 9 km au nord-est d'Alès (ancienne orthographe, correcte, ressuscitée, d'Alais), et dont toute la vie gravite autour de l'usine de la Compagnie d'Alais, Froges et Camargue.

(N. D. L. R.)

L'ORGANISATION INTERNATIONALE DU TRAVAIL ⁽¹⁾

par M. FERNAND MAURETTE,

Chef de la Division scientifique du Bureau international du Travail.

Une maison internationale. — Si, débarquant à Genève, vous suivez, au bord du lac, le quai Wilson, vous arrivez bientôt, après être passé devant le Secrétariat de la Société des Nations et en continuant vers Lausanne, devant un très vaste bâtiment, aux mille fenêtres, qui se dresse au milieu d'un beau parc. Le parc est un don de la République de Genève. Dans le parc, vous passez auprès d'une statue du Tibre, don du Gouvernement italien : le Tibre contemple ce vaste édifice avec gravité, mais sans étonnement, lui qui a vu le Colisée. Vous franchissez la porte entre les statues de la Paix et de la Justice, dons du gouvernement helvétique. Vous êtes accueilli dans le vestibule par les deux belles figures de Constantin Meunier : le puddleur et le maître-portion, don du Gouvernement belge. Après avoir contemplé de beaux vitraux donnés par l'Allemagne et qui représentent les cinq œuvres principales du Travail, vous entrez par des portes qu'offrit le Gouvernement canadien dans la grande salle du Conseil, revêtue de bois de laurier qu'envoya le Gouvernement de l'Inde, aménagée aux frais du Gouvernement britannique, où vous foulerez des tapis donnés par la Grèce, où vous contemplerez des vases, un tableau, une tapisserie des Gobelins offerts par le Japon, les Pays-Bas, la France. Et partout, dans cette demeure pourtant austère, que certains qualifient de palais, et que son architecte, mieux inspiré, appelle une « usine pour travailleurs intellectuels », vous rencontrerez des meubles, des tableaux, des vitraux, des lustres, des vases, des tapis venus de Pologne, de Roumanie, de Yougo-Slavie, de Suède, de Finlande, d'Autriche, de Hongrie, d'Espagne, de Tchécoslovaquie, d'Irlande et même des États-Unis d'Amérique. Tous les pays, ou presque tous les pays de la terre ont voulu avoir leur part dans l'ornementation, comme dans la construction de cette grande maison.

Cette maison, c'est le Bureau international du Travail, le secrétariat permanent de l'Organisation internationale du Travail, qu'ont créée, à l'issue de la grande guerre, ceux qui ont compris que, pour être solidement assise, la paix devait reposer sur des bases non seulement politiques, non seulement économiques, mais sociales.

(1) Conférence faite au Conservatoire national des Arts et Métiers, à Paris, le 20 février 1927.

I. — LES ORIGINES DE L'ORGANISATION INTERNATIONALE DU TRAVAIL.

Les mouvements sociaux d'après-guerre. — Quand la guerre eut pris fin, il apparut clairement qu'elle avait bouleversé non seulement les frontières et les situations politiques, mais aussi les conditions sociales des peuples. L'amertume qu'elle avait laissée dans toutes les classes des nations, comme tout cataclysme où ceux qui en furent les victimes ont perdu sans rémission une grande partie des biens qui faisaient le bonheur de la vie, s'était enracinée plus profondément chez ceux qui, vivant seulement de leur travail, avaient, au cours des cinq années de conflit, souffert des privations matérielles plus douloureusement que ceux qui avaient pu puiser dans des réserves de capital. De là l'esprit révolutionnaire, qui, dès 1917, souffla inégalement, mais souffla partout. Les constructeurs de la paix comprirent qu'il ne fallait point négliger l'existence d'un tel état d'âme populaire, si l'on ne voulait pas entraîner le monde vers les solutions extrêmes, finalement dommageables pour tous.

D'autre part, dans tous les pays belligérants, le monde des travailleurs avait réellement collaboré avec celui des employeurs pendant ces années où l'on avait dû produire à force. Les ouvriers avaient eu l'occasion de s'initier, de participer même aux œuvres de direction, d'en voir les défauts, mais aussi les difficultés. Il en était né, pendant ces jours difficiles, un sentiment de coopération entre les aptitudes, de conciliation entre les points de vue, qui, alors que certains éléments de la classe ouvrière se laissaient entraîner vers la révolution, en inclinait d'autres, les plus nombreux et les plus sages, vers un réformisme fondé sur la collaboration de toutes les classes et des gouvernements.

De là une double nécessité, née de ce double mouvement : nécessité d'agir pour relever à un niveau équitable les conditions de vie des classes sociales, injustement défavorisées ; nécessité de convier à l'action commune, dans un esprit de réformisme conciliateur, employeurs, travailleurs et gouvernements, qui avaient leur intérêt à trouver et leur rôle à jouer dans la conciliation des intérêts parfois divergents, mais non point inconciliables. De cette double nécessité est sortie la Partie XIII du Traité de Paix, qui, en 40 articles, dresse ce qu'on a appelé la Charte internationale du Travail.

La Charte du Travail. — Que dit le préambule de cette charte ?

« Attendu que la Société des Nations a pour but d'établir la paix universelle, et qu'une telle paix ne peut être fondée que sur la base de la justice sociale ; »

« Attendu qu'il existe des *conditions de travail* impliquant pour un grand nombre de personnes, l'injustice, la misère et les privations, ce qui engendre un tel mécontentement que la paix et l'harmonie universelles sont mises en

danger, et attendu qu'il est urgent d'améliorer ces conditions, par exemple en ce qui concerne la réglementation des heures de travail, le recrutement de la main-d'œuvre, la lutte contre le chômage, la garantie d'un salaire assurant des conditions d'existence convenables, la protection des enfants, des adolescents et des femmes, les pensions de vieillesse et d'invalidité, la défense des intérêts des travailleurs occupés à l'étranger, l'affirmation du principe de la liberté syndicale, l'organisation de l'enseignement professionnel et technique, et d'autres mesures analogues; »

« Attendu que la non-adoption par une nation quelconque d'un régime de travail réellement humain fait obstacle aux efforts des autres nations désireuses d'améliorer le sort des travailleurs dans leurs propres pays; »

« Les hautes parties contractantes, mues par des sentiments de justice et d'humanité aussi bien que par le désir d'assurer une paix mondiale durable, ont convenu ce qui suit. »

Ce préambule est aujourd'hui inscrit en quatre langues, au mur du grand vestibule du Bureau international du Travail, sur un panneau de porcelaine de Delft qu'y fit placer la Fédération internationale ouvrière, qui a son siège à Amsterdam. Il consacre l'idée, reconnue par les vingt-sept parties contractantes qui ont signé les traités d'Ile-de-France, que la justice sociale est une condition de la paix entre les peuples, et que l'on ne pourra réaliser cette justice que par des conventions internationales, car, dans la lutte économique, un état qui ne consent point aux sacrifices nécessaires à la prospérité des travailleurs empêche les autres états d'accomplir ces mêmes sacrifices, même s'ils y inclinent, dans la crainte de se trouver distancés, par l'effet de leur générosité, sur le champ de la concurrence. Pour établir, autant que faire se peut, l'égalité des charges sociales, il faut travailler à égaliser, à harmoniser les lois et les régimes du travail au moyen de conventions ratifiées par tous : cette harmonisation des lois et des régimes, c'est la tâche et la raison d'être de l'Organisation internationale du Travail.

II. — LA CONFÉRENCE INTERNATIONALE DU TRAVAIL.

La partie XIII du Traité de Paix crée donc l'institution qui doit travailler à promouvoir tous les pays du monde vers la justice sociale. Cette institution, c'est la Conférence internationale du Travail.

Elle est à l'Organisation internationale du Travail ce que l'Assemblée de la Société des Nations est à cette Société. Leur but est le même : faire régner la paix, ici la paix politique, là la paix sociale. Leur nature est identique : ce sont des organes permanents, qui doivent avoir au moins une session par année.

Mais pour bien comprendre la nature et le rôle de la Conférence du Travail, il faut voir ce qui la distingue de l'Assemblée de la Société des Nations, dans sa composition, dans son œuvre et dans ses effets.

La composition de la Conférence. — Dans sa composition, d'abord. Aux réunions de l'une comme de l'autre assemblée, tous les membres qui participent à l'organisation qu'elles expriment se trouvent dans l'obligation de participer. Quels sont ces membres pour l'Organisation internationale du Travail? Au moins tous ceux qui appartiennent à la Société des Nations dont l'Organisation du Travail n'est, en somme, qu'un élément autonome. J'ai dit : « au moins », car l'Allemagne, entrée seulement d'hier dans la Société des Nations, appartient à l'Organisation du Travail dès la première année de son existence ; car l'Espagne et le Brésil, qui affirmèrent récemment (mais non irrémédiablement) leur intention de quitter la Société des Nations, déclaraient dans le même temps leur désir de demeurer dans l'Organisation internationale du Travail et enverront des délégations à la Conférence de 1927 comme au cours des années précédentes. Mais, malgré ces légères inégalités d'effectif, il n'y a point là de différence essentielle.

Il y en a, au contraire, une ici : tandis que l'Assemblée de la Société des Nations ne comporte que des représentants des gouvernements, mandatés par eux et dépourvus de toute faculté de s'affranchir de leur mandat, à la Conférence internationale du Travail, chaque état membre envoie quatre représentants, dont deux sont bien des délégués de son gouvernement, mais dont les deux autres sont des représentants de ses employeurs et de ses travailleurs.

Ainsi la Conférence internationale du Travail n'est pas une assemblée politique : on a été jusqu'à dire que les délégués des gouvernements eux-mêmes étaient moins les représentants de ceux-ci que les représentants des consommateurs, en face du patron et de l'ouvrier qui représentent les producteurs. Elle n'est que fort peu un organisme de confrontation et de conciliation des intérêts nationaux. Si vous assistez à une session de la Conférence, vous saisissez bien vite qu'entre les patrons, comme entre les ouvriers des différentes délégations nationales, s'affirme l'unité des points de vue, expression de l'unité des intérêts, et que, comme on l'a parfois dit, on se trouve devant une sorte de parlement international du travail, ayant, comme tout parlement qui se respecte, sa gauche : le groupe des ouvriers, sa droite : le groupe des patrons, et son centre conciliateur : le groupe gouvernemental.

L'œuvre de la Conférence. Conventions et recommandations. — Ainsi constituée, à quoi la Conférence consacre-t-elle ses sessions annuelles? Elle

fait effort pour réglementer telle ou telle condition du travail, en votant à son sujet soit des conventions, soit des recommandations. Ces deux termes désignent des réalités assez différentes.

Une *convention* est une règle qui, une fois qu'elle est ratifiée par un gouvernement, doit avoir pour lui force de loi et lui fait un devoir d'y adapter sa législation et ses contrats collectifs. Par exemple, la convention sur la durée du travail votée par la Conférence, lors de sa première session à Washington, en 1919, oblige les états qui l'ont ratifiée à faire en sorte que, sur toute l'étendue de leur territoire, la journée de travail dans l'industrie ne dépasse pas 8 heures. Si, dans un pays dont le gouvernement a ratifié la Convention, il est prouvé que la loi permet plus de 8 heures de travail par jour ou que, la loi prescrivant « les 8 heures », le gouvernement ne fait rien pour la faire appliquer, une protestation peut intervenir auprès de l'Organisation internationale du Travail de la part de tout état qui a ratifié la même convention.

Une *recommandation* est un texte qui ne lie strictement personne. Il énonce simplement un certain nombre de prescriptions que la Conférence, après délibération, a reconnu justes et opportunes. Elle en recommande l'application aux états membres de l'Organisation : libre à eux d'y adapter leurs lois, leurs usages et leurs pratiques courantes. Par exemple, en 1924, la Conférence, reconnaissant que la journée de 8 heures, prescrite par la Convention de Washington, laisse aux ouvriers un certain temps de loisir qu'ils peuvent bien ou mal employer selon les cas, a voté une longue et utile recommandation, par laquelle elle indique les moyens qui lui paraissent le plus propres à fournir aux ouvriers, pendant les légitimes heures de détente et de loisir, de quoi reposer et récréer leur corps, distraire et cultiver leur esprit.

Une fois votées, quelles suites peuvent avoir conventions et recommandations?

Pour les recommandations, la chose est simple. Elles ne lient en aucun cas les états, mais ceux-ci peuvent s'en inspirer pour améliorer le sort des classes ouvrières; il leur est loisible d'adresser chaque année au Bureau international du Travail un rapport indiquant ce qu'ils ont fait pour se conformer à telle ou telle recommandation votée par la Conférence.

Les conventions, elles, lient plus strictement les gouvernements, mais elles ne les lient que s'ils les ont ratifiées. Après la ratification, l'état s'engage à adapter sa législation nationale aux règles de la Convention elle-même. S'il ne le fait pas, les autres états qui ont ratifié peuvent protester auprès du Conseil d'Administration du Bureau international du Travail. Alors celui-ci peut faire une enquête, et si l'enquête prouve le bien fondé de la protes-

tation, une décision de la Conférence peut suivre, qui déchaîne contre l'état coupable ce qu'on appelle dans le traité les *sanctions économiques*, lesquelles peuvent aller jusqu'à la rupture de tous les rapports commerciaux entre lui et les autres membres de l'Organisation. Jusqu'à ce jour, aucun procès de cet ordre n'a été introduit devant le grand tribunal du travail. Vous n'en serez point étonnés, si vous songez que, avant de décider toute ratification, les états en pèsent mûrement les conséquences pour leur vie économique, et qu'ils ne ratifient qu'en connaissance de cause.

Les effets des conventions. — Est-ce dans cette prudence qu'il faut voir la cause essentielle de la lenteur de certaines ratifications? Depuis sa fondation jusqu'aux deux dernières années (car on ne peut juger présentement de l'effet des conventions très récentes), la Conférence du Travail a voté 17 conventions. 40 états membres de l'Organisation (sur 56) sont plus ou moins intéressés par ces conventions et susceptibles de les ratifier. Si tous avaient ratifié toutes les conventions, les ratifications acquises devraient être au nombre de 680. Or, au 1^{er} janvier 1927, on n'en avait pas enregistré plus de 237. De quoi certains détracteurs de l'institution font état pour annoncer sa faillite. Conclusion bien hâtive! Il serait équitable de tenir compte des difficultés auxquelles se heurte tout essai de réglementation internationale : les conventions d'ordre politique ou économique établies par la Société des Nations n'ont pas trouvé jusqu'à ce jour une moyenne de ratification supérieure à celle des conventions internationales du travail. Il en est même un certain nombre qui se trouvent bien au-dessous d'elle.

Mais surtout il faudrait estimer à leur juste et pleine valeur les conséquences heureuses pour la vie sociale qui sont dues à certaines conventions, même non ratifiées. Dans bien des états qui, par peur d'engager l'avenir, n'osent pas ratifier, la législation nationale s'est conformée à l'esprit et même parfois à la lettre de la convention non ratifiée.

L'exemple de la Convention des « huit heures ». — Rien ne le prouve mieux que l'histoire de la fameuse convention de Washington sur les huit heures. Une dizaine d'états seulement l'ont ratifiée; parmi eux vous ne trouverez aucun des grands états industriels de l'Europe, sauf la Belgique, dont la ratification n'est pas vieille d'une année. Longtemps, les autres ont hésité; on peut même dire que, pendant des années, ils sont demeurés inertes à l'égard d'une convention où le monde ouvrier voyait la satisfaction d'une de ses revendications essentielles.

Puis, à la suite d'une intervention énergique du Bureau international du Travail, cette période de long sommeil a cessé en 1924. Alors, en 1925, en 1926, nous assistons à des réunions des ministres du travail des grands

états industriels, se consultant (j'allais dire se tâtant) pour savoir si l'on peut ratifier, ce que signifiera la ratification, si dans certains pays telle clause de la Convention est bien prise dans le même sens que dans les autres, et si la ratification sera bien suivie des mêmes effets législatifs.

Enfin l'on semble à peu près d'accord. Alors commence le jeu des ratifications conditionnelles : l'Italie ratifie, mais en spécifiant qu'elle n'appliquera la Convention que le jour où l'Allemagne, la Belgique, la France, la Grande-Bretagne et la Suisse auront ratifié à leur tour ; la France est en train de ratifier, mais ne s'exécutera que le jour où l'Allemagne et la Grande-Bretagne feront de même. Ainsi l'on s'achemine, — plus ou moins vite, selon les heures, — avec plus ou moins d'entrain, selon les pays, — sur la route qui conduira finalement à la ratification concertée et commune.

Mais déjà, pendant que se déroule tout ce jeu diplomatique, quelle est depuis longtemps la réalité de la loi dans ces pays qui s'observent et négocient ? Elle est la journée de huit heures de la Convention : on hésite à la ratifier, mais en fait on l'applique. On éprouve encore quelque timidité à engager l'avenir ; mais, dans le présent, les clauses essentielles de la Convention sont observées.

L'Organisation du Travail a donc bien rempli son rôle : elle a réussi à promouvoir les législations nationales vers la réalisation de la justice sociale.

III. — LE BUREAU INTERNATIONAL DU TRAVAIL.

Un secrétariat permanent. — La Conférence internationale du Travail se réunit chaque année, en principe au mois de mai. Ceux qui assistent à ses sessions ou qui y participent s'accordent à reconnaître la belle ordonnance de ses délibérations et le sérieux de ses décisions. Elle le doit à ce que les sessions annuelles sont préparées par un organisme permanent : le Bureau international du Travail, secrétariat permanent de la Conférence.

Le Bureau international du Travail est géré par un conseil d'administration, dont la composition, plus encore peut-être que celle de la Conférence, donne l'impression d'un petit parlement, où s'affrontent et se concilient, non point les tendances politiques, mais les intérêts économiques. Il se compose de 24 membres ; 12 sont les délégués des gouvernements de 12 états. Parmi eux siègent 8 délégués permanents, pour les 8 plus grands états industriels : Allemagne, Belgique, Canada, France, Grande-Bretagne, Inde, Italie et Japon ; les quatre autres délégués gouvernementaux représentent des pays qui changent en principe tous les trois ans par roulement. Les 12 autres membres du Conseil sont 6 représentants des organisations patronales et 6 représentants des organisations ouvrières. Ils sont désignés les uns et les autres non point par des organisations nationales, mais par l'ensemble des employeurs et l'en-

semble des ouvriers de la Conférence, c'est-à-dire en somme par *les organisations internationales* les plus puissantes d'employeurs et de travailleurs.

Le Conseil se réunit en moyenne tous les trois mois : il est mis au courant du travail du Bureau, reçoit rapport de son directeur, qui a été nommé par lui, arrête son budget, nomme les commissions appelées à collaborer avec lui, et enfin, et surtout, il fixe, au début de chaque année, l'ordre du jour de la Conférence pour la session de l'année suivante. Et c'est là sa tâche essentielle, comme une des tâches essentielles du Bureau lui-même est de l'éclairer sur les conditions dans lesquelles se présentent les questions susceptibles d'être inscrites à l'ordre du jour.

Les deux fins et les trois fonctions du Bureau. — Le Bureau international du Travail lui-même est un organisme constitué pour une double fin, explicitement indiquée dans la Partie XIII du Traité de Paix. Tout d'abord, étudier les questions propres à arrêter le choix du Conseil, en vue de l'ordre du jour de la Conférence, consulter les gouvernements sur les solutions diverses auxquelles elles peuvent donner lieu, préparer, d'après le résultat de ces consultations, des projets de conventions ou de recommandations, que la Conférence discutera, mettra au point, arrêtera. Mais aussi, — le Traité de Paix lui en fait devoir, — recueillir tous renseignements sur les conditions du travail dans les divers pays du monde, les comparer, les élaborer, leur donner, si je puis dire, une forme communicable, puis les communiquer le plus largement possible. L'énoncé de ce double devoir nous fait comprendre l'organisation intérieure de la maison.

Organe permanent de la Conférence, destiné à lui préparer son travail, le Bureau doit se trouver en contact régulier avec les gouvernements des états membres. Il doit les consulter sur les projets de conventions, s'intéresser au sort des conventions une fois votées, faire effort pour que les ratifications ne se fassent point trop attendre. En somme, nous pouvons dire qu'il a une *fonction diplomatique*.

Chargé de préparer des conventions et des recommandations qui puissent donner satisfaction aux ouvriers sans rencontrer mauvais accueil auprès des patrons, chargé de renseigner les uns et les autres sur les conditions du travail dans les différents pays, on ne saurait concevoir qu'il ne se trouve en relations incessantes avec les organisations patronales et ouvrières, soit internationales, soit nationales, qu'il s'agit de consulter, de concilier, de renseigner. Il a donc une *fonction de relations*.

Enfin, il a une *fonction de recherches*, une fonction scientifique. Sans doute, la science a besoin pour s'élaborer du silence et du calme propres à la méditation. Or rien ne ressemble moins à la fameuse tour d'ivoire que le grand bâtiment gris aux mille fenêtres. Et pourtant il faut que le Bureau

fasse œuvre de science. Car il doit préparer l'ordre du jour de la Conférence : qu'est-ce à dire, sinon qu'il doit proposer à la Conférence des questions sur lesquelles l'accord puisse se faire pour l'établissement d'une convention internationale, susceptible de rencontrer tôt ou tard l'adhésion et la ratification des états ? Et comment le pourrait-il, s'il ne savait, par une enquête scrupuleuse et minutieuse, se renseigner sur l'état des législations nationales. C'est en étudiant et en confrontant les conditions légales du travail dans les différents pays, les tendances des législations, les désirs des intéressés, les possibilités économiques des industries, que le Bureau international du Travail peut proposer à la Conférence des questions capables de solutions admissibles. Et donc, ne fût-ce que pour cette raison, le Bureau aurait besoin d'une équipe de chercheurs scientifiques. Mais n'oublions pas, d'autre part, que le Traité de Paix lui fait un devoir de recueillir et de transmettre des renseignements ; là encore, la recherche scientifique, l'élaboration de données comparables fait partie de ses attributions essentielles.

Fonction diplomatique, fonction de relations, fonction de recherches, telle est la triple base de l'édifice, et la justification de l'existence de ses trois divisions :

1° une *division diplomatique*, en rapports réguliers avec les membres du Conseil, avec les gouvernements, avec les attachés sociaux que certains d'entre eux ont délégués en permanence à Genève ;

2° une *division des relations*, en rapports réguliers avec les grandes organisations patronales et ouvrières, les grandes associations de politique sociale, et dirigeant les bureaux de correspondance que l'institution possède dans certaines capitales, Paris, Londres, Berlin, Rome, Madrid, Bruxelles, Vienne, Budapest, Prague, Varsovie, Tokio et Washington ;

3° une *division scientifique*, qui alimente en renseignements les deux autres divisions, qui s'appuie sur une riche bibliothèque et un important service de documentation, et qui fournit une pâture abondante au service de publication de la maison.

Car le Bureau est une importante maison d'édition : il a son bulletin hebdomadaire d'informations, sa revue mensuelle et ses séries d'études documentaires. Sur quoi portent ces dernières ?

La compétence du Bureau. — Les titres des différentes séries de ses publications, comme ceux des sections qui divisent son personnel, vous seraient un témoignage de la multiplicité des compétences du Bureau.

Statistique et législation du travail, étude des salaires, de la durée du travail, des congés ouvriers, du travail de nuit, du travail des femmes, du travail des enfants ; formation professionnelle, par l'orientation, l'apprentissage, l'enseignement technique ; utilisation des loisirs ouvriers par les

bibliothèques, les sports, le cinématographe; hygiène industrielle et prévention des accidents du travail; placement et émigration; assurances sociales; toutes questions économiques intéressant l'ouvrier, y compris le rendement du travail à l'usine comme l'association coopérative; tels sont quelques-uns des numéros essentiels du programme du Bureau.

Chacun d'eux porte, d'ailleurs, sur toutes les catégories de travailleurs: travailleurs intellectuels comme travailleurs manuels, ouvriers d'usine comme ouvriers des champs, travailleurs indigènes, travailleurs de la mer, et même ces travailleurs qui se développent dans ce monde exceptionnel, dans ce cadre d'une expérience sociale bien particulière: la Russie des Soviets.

Rien de ce qui est travail n'est étranger au Bureau international du Travail.

IV. — L'ŒUVRE D'HIER ET DE DEMAIN.

L'œuvre d'hier. — J'espère en avoir dit assez pour vous faire comprendre l'intérêt, l'immensité et les difficultés de la tâche que, sous la direction enthousiaste, énergique et lucide d'Albert Thomas, accomplissent près de 400 fonctionnaires de tout ordre, appartenant à plus de 30 nationalités.

En 8 années d'existence, l'Organisation du Travail a fait voter par sa Conférence 24 conventions et 27 recommandations. Elles intéressent presque tous les facteurs de la vie laborieuse. Durée du travail et chômage; âge minimum d'admission des enfants dans l'industrie et dans l'agriculture; travail de nuit des femmes, des enfants, des boulangers; réparation des accidents du travail et des maladies professionnelles; égalité de traitement des travailleurs étrangers et des travailleurs nationaux; interdiction de l'emploi de la céruse et organisation de l'inspection du travail; repos hebdomadaire; utilisation des loisirs ouvriers: voilà quelques-unes des questions que traitent conventions et recommandations déjà votées et qu'elles ont partiellement ou totalement résolues.

L'œuvre de demain. — Est-ce à dire que l'Organisation aperçoive, même au loin, le terme de sa tâche? Elle n'a pu encore mesurer exactement ni la longueur de la route à parcourir, ni l'étendue du domaine qu'elle traverse. Et d'ailleurs il est vraisemblable que, à mesure qu'elle avancera sur la route, celle-ci s'allongera toujours plus loin devant elle, s'il est vrai que la route du progrès est infinie. Mais il n'y a pas là de quoi décourager les hommes de bonne volonté qui y cheminent d'un effort continu.

Un jour de l'été dernier, un de ces grands cars automobiles qui servent à montrer en quelques heures les curiosités d'une ville aux touristes pressés, était arrêté devant le bâtiment tout neuf du Bureau international du Travail. Le *manager* se leva et dit simplement: « Le Bureau international du Travail.

C'est là qu'on termine les grèves. » Et le car repartit. Formule simpliste, et qui demanderait au moins un commentaire, sinon une correction. La grève est un moyen de lutte terrible, souvent plus dommageable à ceux qui l'emploient qu'à ceux contre qui il est employé. Mais c'est un moyen de lutte légitime pour ceux qu'opprime la rigueur de puissances sociales aveugles. Si le Bureau international du Travail avait pour fin de faire tomber des mains des ouvriers la seule arme à laquelle, dans certaines circonstances, ils puissent recourir, on ne pourrait pas dire qu'il travaille pour le progrès social. Mais il est vrai que, à mesure que son effort progresse, l'obligation doit se présenter plus rarement pour l'ouvrier d'user de cette arme, légitime mais redoutable. La grève est un instrument de lutte contre l'injustice, et l'œuvre de conciliation de l'Organisation internationale du Travail tend à supprimer précisément cette injustice à laquelle la grève fait la guerre.

Dans les fondations du Bureau international du Travail, un parchemin a été scellé, où est inscrite la nouvelle règle de paix sociale : *Si vis pacem, cole justitiam*. « Si tu veux la paix, cultive la justice. »

L'Organisation internationale du Travail et les membres de son Bureau permanent s'y emploient. Les succès répétés de l'institution, sa réputation déjà grande et toujours croissante, la confiance des groupements et des hommes qui se tournent vers elle chaque jour plus nombreux sont pour eux un encouragement continu. Et rien ne saurait les décourager : ils se savent attachés à une œuvre de foi, d'examen, de persévérance et d'inlassable patience.

TRAVAUX DE LA COMMISSION D'UTILISATION DU COMBUSTIBLE ⁽¹⁾

Ministère des Travaux publics.

TREIZIÈME RAPPORT ⁽²⁾.

Dans les systèmes de chauffage central à vapeur ou à eau chaude, avec chaudières disposées pour n'être rechargées en combustible qu'à intervalles espacés (de préférence, une ou deux fois seulement par 24 heures), quel combustible convient-il d'employer?

Le douzième rapport de la Commission contient à ce sujet quelques indications générales, mais il est annoncé qu'on reviendrait sur la question.

Le rapport ci-après, établi par M. Brunschwig, secrétaire de la Commission, fait connaître un certain nombre de constatations directes et de résultats d'enquête qui pourront, par la suite, être utilement complétés, mais qui fournissent déjà une base d'appréciation.

La question n'est pas de savoir, en principe et du seul point de vue technique, quel est, pour cet usage, le combustible le plus parfait. En principe, et du seul point de vue technique, c'est l'antracite anglais ou les combustibles maigres et purs qui s'en rapprochent. En France, avant la guerre, l'antracite anglais était généralement employé dans les appareils de ce genre; les architectes et les propriétaires d'immeubles s'étaient habitués à en regarder l'emploi comme nécessaire et c'était en vue de l'usage de ce combustible dense, à pouvoir calorifique élevé et à faible teneur en cendres, qu'étaient calculées les dimensions des chaudières, de leurs foyers et de leurs accessoires, tels que les trémies de chargement.

Dans d'autres pays, en Allemagne rhénane par exemple, le coke était couramment employé : coke de gaz ou petit échantillon de coke métallurgique.

A l'heure actuelle, tout concourt à rendre éminemment désirable, en France, l'emploi du coke au lieu et place de l'antracite étranger. Au point de vue des frais de chauffage, cette substitution diminue la dépense d'achat du combustible. Au point de vue de la balance de notre commerce extérieur, elle évite des importations. Au point de vue de l'utilisation du produit de nos mines, elle favorise la carbonisation, traitement producteur de combus-

(1) *Journal officiel* du 24 février 1927.

(2) Voir les 12 premiers rapports dans le Bulletin de janvier 1921, p. 124; — mars 1921, p. 286; — mai 1921, p. 476; — octobre 1921, p. 1088; — janvier 1922, p. 50; — juin 1922, p. 363; — août-septembre-octobre 1922, p. 847; — mars 1923, p. 195; — mai 1923, p. 356; — octobre 1923, p. 1029; — février 1926, p. 116; — février 1927, p. 96.

tible gazeux et de sous-produits de valeur, dont quelques-uns nécessaires aux fabrications de la défense nationale.

Seulement, lorsque, à un grain d'anthracite dont l'encombrement est d'environ un mètre cube pour 800 kg et dont le pouvoir calorifique, rapporté au kilogramme brut, avoisine 8.000 cal, on substitue un petit coke d'un pouvoir calorifique de 7.000 cal et d'un encombrement d'un mètre cube pour 400 kg, il faut, pour dégager la même quantité de chaleur dans le même temps, faire passer par les trémies de chargement et par les foyers un volume de combustible qui se trouve multiplié par 2,3 ou, plus exactement, pour tenir compte de l'infériorité de rendement tenant à la plus grande teneur en cendres du coke, par 2,5 environ. Au travers des barreaux de la grille doit passer une quantité de cendres notablement plus importante. Tant pour n'être pas gêné par les cendres et les mâchefers que pour avoir une allure de combustion modérée et économique, sans exposer la grille et les parties basses du foyer à des excès de température susceptibles de les détériorer, on estime que l'on ne doit pas brûler plus de 35 kg de coke par mètre carré de grille et par heure.

Pour ces diverses raisons, il faut donc des chaudières plus grandes ou un plus grand nombre de chaudières.

Mais, lorsqu'une installation est suffisamment large sous le rapport de la surface de grille et de la capacité de magasin, on n'aperçoit à première vue aucune raison technique pour que le coke ne donne pas satisfaction. Sans doute, le volume du combustible à manutentionner et à charger entraîne certaines sujétions quant au travail du préposé et quant à la période de réapprovisionnement des soutes; mais, dans beaucoup de cas, ces sujétions n'ont rien d'acceptable, surtout en présence d'une économie à réaliser sur le coût du combustible. C'est ce qu'a exposé notamment M. de Thy dans son étude sur l'emploi du coke métallurgique pour le chauffage domestique. (*Revue de l'Industrie minière*, n° du 13 février 1926.)

Toutefois, dans ces sortes de questions, la réalité étant plus complexe que la théorie, c'est à la pratique qu'appartient le dernier mot. De là le grand intérêt d'une étude comme celle qu'on lira ci-après.

Il y a d'ailleurs tout lieu d'espérer que les idées justes et les solutions rationnelles, en matière de chauffage, sont en bonne voie de diffusion et de progrès. Nous tenons à signaler à ce sujet que, à l'époque même où les éléments du rapport de M. Brunschwig ont été présentés à la Commission, en juin 1926, s'est tenu à Paris le cinquantième congrès des architectes français, organisé par la Société centrale des Architectes. Devant ce congrès, M. Debesson, président de l'Association des Ingénieurs de Chauffage et de Ventilation de France, a donné, le 22 juin, une très intéressante conférence sur

le chauffage moderne, dont le texte a été publié dans le numéro du 10 août 1926 de *l'Architecture*. On y trouve, sur les différents systèmes de chauffage central et sur l'économie d'emploi des divers combustibles susceptibles d'y être employés, des considérations et des chiffres qui méritent de retenir l'attention.

Le vice-président de la Commission,

WALCKENAER.

Emploi du coke comme combustible de chauffage central.

Il est superflu de rappeler les arguments d'ordre général qui militent en faveur de l'emploi du coke comme combustible de chauffage central :

Substitution d'un combustible national aux onéreuses importations d'antracites étrangers;

Encouragement au développement de la carbonisation, source précieuse de carburants et de matières premières chimiques.

Mais, si la possibilité technique de substituer le coke à la houille pour le chauffage des chaudières industrielles est de moins en moins contestée, la question de l'emploi du coke comme combustible de chauffage central est, au contraire, fréquemment controversée.

Que le coke comporte, par rapport aux antracites, véritables combustibles de luxe, certaines sujétions; que son emploi exige certaines conditions qui, suivant les cas, peuvent être ou non remplies, c'est ce qui ne paraît pouvoir être nié.

Mais, sans parler des arguments d'ordre national, le coke présente, sur d'autres combustibles, l'avantage évident de la fumivorité, actuellement imposée dans les grandes villes.

En outre, la différence de prix à la tonne est telle par rapport aux antracites étrangers, qu'elle peut, dans bien des cas, compenser les sujétions inhérentes à l'emploi de ce combustible.

A quel point se trouve la limite où les avantages l'emportent sur les inconvénients, où les gains compensent les pertes? La Commission s'est proposé de recueillir des éléments d'appréciation sur cette question de grande importance pratique.

Le public est souvent mal renseigné sur ce genre de questions; il se laisse parfois guider par des préjugés, plus ou moins habilement entretenus. Il importe donc de ne l'engager à l'emploi d'un combustible comme le coke qu'à bon escient et dans les cas seulement où il doit trouver satisfaction; faute de quoi l'on risque de provoquer des succès de nature à faire échec à la plus justifiée des propagandes.

L'étude de la Commission a comporté trois parties :

I. — Analyse des essais de chauffage au coke effectués au ministère des Travaux publics et à la Bibliothèque nationale.

II. — Enquête d'ensemble sur l'emploi du coke dans les bâtiments administratifs de la ville de Paris, des départements d'Alsace et de Lorraine, et dans la région lyonnaise.

III. — Enquêtes particulières dans de grands établissements parisiens, publics ou privés.

I. — ESSAIS DE CHAUFFAGE AU COKE.

1° *Essais de chauffage au coke au Ministère des Travaux publics.* — Sur l'initiative de l'Office national des Combustibles liquides, des essais comparés de chauffage central au coke et au charbon anthraciteux ont eu lieu au mois d'octobre 1925 au Ministère des Travaux publics, sous la direction des ingénieurs de l'Office central de Chauffage rationnelle et de l'Association parisienne des Propriétaires d'Appareils à Vapeur.

Les essais ont porté sur une chaudière Pommier et Delaporte à basse pression. L'eau vaporisée était mesurée au moyen d'une bêche jaugée.

Les essais ont duré 6 jours, dont 3 au coke et 3 au charbon anthraciteux, combustible habituellement employé dans cette installation; ils ont été conduits en vue de déterminer les éléments habituels du bilan thermique : pertes mesurables et rendement.

Mais indiquons immédiatement que les essais en question ont perdu la plus grande partie de l'intérêt que l'on en attendait, du fait de la friabilité du charbon anthraciteux employé : en raison de cette particularité, les pertes par imbrûlés atteignaient la valeur inadmissible de 27 p. 100.

La comparaison entre les essais au coke et les essais au charbon perd, par conséquent, toute valeur.

Il reste néanmoins de ces expériences que la chauffe au coke s'est effectuée sans difficulté aucune et que le coefficient de vaporisation s'est élevé au chiffre satisfaisant de 70,8 p. 100, ainsi qu'en témoigne le bilan thermique ci-dessous :

<i>Composition du coke.</i>	
Humidité.	7,86
Cendres	6,15
Matières volatiles.	2,50
Carbone fixe	83,49
Total.	100,00
<i>Bilan thermique.</i>	
Perte dans les mâchefers	2,4
Pertes dans les cendres	2,4
Vaporisation de l'eau du cendrier.	4,1
Perdu dans les fumées.	18,1
Rayonnement (par différence)	5,2
Vaporisation	70,8
Total	100,0

2° *Essais de la Bibliothèque nationale.* — Sur l'initiative de l'Administration des Beaux-Arts, il a été donné à la Commission de suivre des essais de réception de chaudière de chauffage central à la Bibliothèque nationale : M. Barbet a bien voulu faire adapter la marche de ces essais à l'enquête poursuivie par la Commission, avec emploi alternatif de l'anhracite et du coke. Sur quatre semaines d'essais, deux ont eu lieu au coke et deux à l'anhracite.

Ces essais ont porté sur deux chaudières Pommier et Delaporte à basse pression (30 à 70 g : cm²). Ils comportent l'obtention d'une température déterminée voisine de 18° dans les locaux à chauffer. Cette température était relevée d'abord par de simples thermomètres, puis par des thermomètres enregistreurs. La température extérieure était également notée. A la chaufferie, on notait chaque jour les heures de chargement des foyers, la consommation quotidienne de combustible et la mesure du tirage.

En dépouillant le volumineux procès-verbal des essais, dans le sens de la comparaison entre coke et anhracite, on fait apparaître les résultats suivants correspondant à des moyennes prises sur 4 périodes de chacune 4 jours :

Ce tableau donne lieu aux remarques suivantes :

a) Si, négligeant les petites variations des températures intérieures, on étudie la variation de consommation en fonction de la température extérieure, en portant celle-ci en abscisses et la consommation en ordonnées, on obtient 4 points, 2 pour le coke et 2 pour l'anhracite.

DATES (périodes de quatre jours)	6-9 JANVIER	13-16 JANVIER	20-22 JANVIER	27-30 JANVIER
<i>Nature et analyse du combustible.</i>	Anthracite.	Coke.	Anthracite.	Coke.
Matières volatiles.	7,88 p. 100	2,65 p. 100	8,35 p. 100	3,19 p. 100
Cendres	6,5 —	10,66 —	6,19 —	7,73 —
Humidité	2,5 —	2,89 —	1 —	2,07 —
Pouvoir calorifique supérieur . .	7.645 cal	6.975 cal	7.825 cal	7.186 cal
Température extérieure.	+ 5° 4	— 3° 4	+ 2° 1	+ 8° 1
Température in- (Salle ovale . .	18°	17° 7	17° 5	18° 2
térieure (Salle moyenne. .	16° 8	14° 5	15° 4	16° 0
Poids du combus- { Brut	1.005 kg	1.906 kg	1.205 kg	874 kg
tible consommé. { Sec, sans cen- dres.	915 —	1.648 —	1.118 —	788 —
Poids des cendres (par jour) . .	164 —	208 —	136 —	44 —
Poids des mâchefers (par jour) . .	67 —	165 —	80 —	79 —
Teneur en carbone des cendres.	45-58 p. 100	27-32 p. 100	35-57 p. 100	28 p. 100
Teneur en carbone des mâchefers.	»	»	40 —	49 —

En joignant les deux points coke et les deux points anhracite, on obtient deux droites qui se coupent sensiblement sur l'axe des x à la température de 18°.

On peut considérer que ces droites représentent grossièrement la consommation de coke ou d'anthracite en fonction de la température extérieure.

Si, pour une température déterminée, on mesure sur ce diagramme l'écart de consommation, on constate que cet écart correspond à une valeur d'environ 20 p. 100 en poids de la consommation d'anthracite.

b) Si l'on procède de façon analogue, mais en portant en abscisses la différence des températures, intérieure et extérieure, on trouve deux droites passant approximativement par l'origine et dont l'écart correspond à une majoration de consommation d'environ 25 p. 100.

On peut donc dire qu'à résultats égaux la consommation de coke s'est révélée de 20 à 25 p. 100 plus forte en poids que celle d'anthracite.

c) On remarquera que la perte dans les cendres et mâchefers n'est que de 6 à 7 p. 100 pour le coke tandis qu'elle atteint 8 à 13 p. 100 pour l'anthracite.

II. — ENQUÊTE D'ENSEMBLE SUR L'EMPLOI DU COKE.

1° *Ville de Paris.* — M. Guibert, contrôleur des Services techniques et industriels de la Préfecture de la Seine, a remis au président de la Commission une note extrêmement intéressante sur le chauffage des bâtiments municipaux de la ville de Paris.

La Préfecture de la Seine envisage d'instituer des essais méthodiques sur cette question, mais, dès maintenant, elle communique les résultats de l'expérience pratique acquise dans ses services.

Les conditions qui sont énumérées comme requises pour un emploi avantageux du coke dans les chaudières de chauffage central sont les suivantes :

a) Foyer-magasin ou magasin de combustible capable d'emmagasiner un poids de coke suffisant pour éviter des chargements trop nombreux. Ceci implique un grand volume de magasin attendu que, pour un même poids, le volume doit être, pour le coke, près de deux fois et demi ce qu'il est pour l'anthracite.

b) Régularité et sensibilité des appareils régulateurs.

c) Surface de grilles suffisante pour éviter leur détérioration : le maximum de combustion par mètre carré de grille et par heure doit rester inférieur à 35 kg.

d) Évacuation facile du mâchefer.

Le rapport conclut que, si ces conditions sont remplies, l'amortissement des frais supplémentaires de premier établissement qui en résultent, le léger complément de frais d'entretien annuel et la dépense d'enlèvement du mâchefer, sont largement compensés, dans une installation bien conduite, par la différence des prix à la tonne de l'anthracite et du coke.

2° *Alsace et Lorraine.* — Sur la demande qui lui a été adressée, conformément au vœu de la Commission, le Service d'Architecture des Bâtiments civils d'Alsace et de Lorraine nous a adressé une note sur le chauffage central dans les édifices publics des trois départements recouvrés.

D'après cette note, le combustible qui est presque toujours employé est le coke, soit coke métallurgique, soit coke de gaz.

La même note contient une étude comparée sur l'emploi du coke métallurgique et du coke de gaz dans les installations de chauffage central par eau chaude et par vapeur à basse pression dans les deux grands bâtiments de Strasbourg appelés ministères.

Avec le coke de gaz, moins dur et plus chargé de cendres que le coke métallurgique, la conduite des foyers et le réglage du tirage sont plus difficiles et nécessitent des chauffeurs expérimentés.

De plus la consommation en coke de gaz est un peu plus forte qu'en coke métallurgique (environ 8 p. 100). Mais la plus-value en quantité est largement compensée par la moins-value du prix.

3° *Office des Cokes de la Loire.* — D'après des expériences instituées par cet office dans la région lyonnaise sur l'emploi comparé du coke métallurgique et de l'anthracite, on a constaté, avec du coke à 6.200 cal et 14-15 p. 100 de cendres, un supplément de consommation de 15 à 20 p. 100 par rapport aux bons anthracites d'un pouvoir calorifique voisin de 7.800 cal.

L'Office des Cokes de la Loire donne également des renseignements statistiques de production et de prix. La production actuelle de coke cassé est, par mois, d'environ 5.500 t de coke à 14-15 p. 100 de cendres, et de nouvelles cokeries vont être construites.

Le prix de vente au mois de mars 1926 était de 177,50 fr la tonne sur wagon Saint-Étienne. Les tonnages de coke cassé exportés en Italie et en Suisse en 1925 ont été approximativement de 75.000 t.

III. — ENQUÊTES PARTICULIÈRES SUR L'EMPLOI DU COKE POUR LE CHAUFFAGE CENTRAL DE GRANDS ÉTABLISSEMENTS, PUBLICS OU PRIVÉS, DE PARIS.

La Commission a procédé à des enquêtes particulières dans un certain nombre de grands établissements, publics ou privés, de Paris.

Elle s'est attachée à préciser, dans chaque cas, le type des chaudières, le mode d'emploi du coke, seul ou en mélange, l'allure de marche des foyers, les usures anormales qui auraient pu être observées, enfin, si possible, la comparaison entre la chauffe au coke et la chauffe à la houille.

S'agissant d'une enquête officieuse, pour laquelle la Commission s'est fait assister des subdivisionnaires de l'arrondissement minéralogique de

Paris, les renseignements obtenus ont été, suivant les cas, plus ou moins complets.

C'est dire que ces renseignements n'ont pas la rigueur d'essais méthodiques et d'observations précises. Mais ils ont, sur ces dernières, qui ne portent que sur quelques exemples et sur de courtes périodes, l'avantage d'être nombreux et surtout de correspondre à des expériences pratiques de longue durée. C'est, en somme, la méthode statistique venant compléter la méthode analytique.

Voici, au surplus, brièvement condensés et, tels qu'ils ont été recueillis, les renseignements en question :

LYCÉE MICHELET. — *Chaudières*. — 6 chaudières verticales, type Grouvelle, à 200 g : cm²; 2 chaudières multitubulaires Niclausse à haute pression; 1 chaudière Field de 40 cm² de surface de grille.

Combustible. — Coke n° 2 substitué au charbon depuis 1925. Employé seul même par grands froids.

Observations. — 1° Pour le chauffage au coke, la distance de la grille aux tubes a été portée de 68 cm à 71 cm dans les chaudières Niclausse;

2° On ne constate pas d'usure anormale, si ce n'est une légère détérioration des revêtements.

Comparaison. — Dans une partie de l'installation où l'on a pu faire la comparaison, on constate une augmentation de consommation de 25 p. 100 depuis la marche au coke.

LYCÉE LAKANAL. — *Chaudières*. — 2 chaudières à segments accolés à 200 g : cm²; 1 chaudière Niclausse à 4 kg : cm² (distance grille-tubes, 70 cm).

Combustible. — Coke seul pour les chaudières basse pression; mélange charbon-coke pour la chaudière Niclausse qui doit être poussée.

Observations. — Pas d'usures anormales.

IMPRIMERIE ET BUREAUX D'UN GRAND JOURNAL. — *Chaudières*. — 1 chaudière Sulzer basse pression. Surface de grille = 60 dm².

Combustible. — Coke depuis 5 ans. Employé seul même par grands froids.

Allure. — Maximum 40 kg par heure et mètre carré de surface de grille.

Observations. — Pas d'usures anormales ni de frais spéciaux de main-d'œuvre. L'enlèvement des mâchefers est onéreux.

Comparaison. — Importante économie en argent par rapport à l'emploi du charbon.

CHAUFFAGE D'UN GRAND MAGASIN DE NOUVEAUTÉS. — *Chaudières*. — Chaudières verticales Leroy.

Combustible. — Coke depuis 40 ans. Anthracite anglais en 1923-24 et 1924-25. On est revenu au coke qui est employé seul même par grands froids.

Allure. — Peu poussée. Dans la marche au coke par le froid, il faut allumer une chaudière de plus qu'avec le charbon.

Observations. — L'usure paraît un peu plus rapide que dans la marche au charbon. L'enlèvement des mâchefers coûte 12 fr par mètre cube.

FACULTÉ DES SCIENCES. — *Chaudières.* — 18 chaudières verticales à tubes Field de 12 à 18 m² de surface de chauffe. Distance grille-tubes, 40 à 45 cm. Marche normale entre 300 et 400 g : cm²; exceptionnellement 800 g : cm².

Combustible. — Coke depuis 1892. Suffit par grands froids.

Allure. — Peu poussée. Consommation : 25 kg par heure et mètre carré de surface de grille.

Observations. — Pas d'usures anormales. Pas de frais spéciaux de main-d'œuvre; on ne décrasse qu'une seule fois par jour.

CHAUFFAGE D'UN GRAND MAGASIN. — *Chaudières.* — 6 chaudières Catena à segments de fonte.

Combustible. — Jusque 1921, gailletin d'anthracite anglais.

Depuis 1921. — Mélange : Coke deux tiers; anthracite un tiers, si température extérieure > 0°; — Coke, moitié; anthracite, moitié, si température extérieure < 0°.

Allure. — 24 kg coke, soit 12 kg anthracite. 36 kg par heure et mètre carré de surface de grille.

Observations. — Pas d'usures anormales. Pas de frais spéciaux de main-d'œuvre (deux hommes pour les 6 chaudières). L'enlèvement du mâchefer coûte 12 fr par mètre cube.

CHAUFFAGE D'UN HÔPITAL. — *Chaudières.* — 1° Haute pression; 2 chaudières aquatubulaires de Nayer à 16 kg : cm²; — 2° Basse pression : 8 chaudières Arquembourg marchant entre 30 et 80 g : cm².

Combustible. — 1° Haute pression. Mélange : 3 de coke pour 2 de charbon maigre; — 2° Basse pression. Coke seul n° 1.

Allure. — Chaudières H. P. : 60 à 97 kg par heure et mètre carré de surface de grille; — Chaudières B. P. non poussées. Par les grands froids, on met en marche des unités supplémentaires.

Consommation maxima : Petit type ($S_g = 0,385 \text{ m}^2$) 39 kg par heure et mètre carré de surface de grille; — Grand type ($S_g = 0,865 \text{ m}^2$) 50 kg par heure et mètre carré de surface de grille.

Observations. — Pas d'usures anormales. Pas de frais spéciaux de main-d'œuvre.

CHAUFFAGE D'UN GRAND HÔTEL. — *Chaudières.* — 12 chaudières Körting à basse pression.

Combustible. — Coke seul exceptionnellement mélangé à l'anthracite.

Allure. — Chaudières non poussées.

Observations. — Pas d'usures anormales. Pas de frais spéciaux de main-d'œuvre (feux couverts la nuit). Mâchefer enlevé gratuitement par une entreprise de maçonnerie.

CHAUFFAGE D'UN GRAND MAGASIN. — *Chaudières.* — 32 chaudières Chappée à segments accolés.

Combustible. — Coke seul depuis 1926. En 1925, anthracite.

Allure. — Non poussée : en moyenne de 16 à 18 chaudières seulement sont allumées. Lorsqu'il fait froid on met en marche des unités supplémentaires.

Observations. — Pas d'usures anormales. Frais de main-d'œuvre augmentés d'environ 10 p. 100. L'enlèvement des mâchefers coûte 25 fr par mètre cube (il faut compter 1 m³ de mâchefer par 4 t de coke).

Comparaison. — Augmentation de consommation de 1925 (anthracite) à 1926 (coke) : 25 p. 100. Pour une température extérieure déterminée, on met en marche un plus grand nombre de chaudières lorsqu'on marche au coke que lorsqu'on marche à l'anthracite : augmentation du nombre de chaudières en marche, environ 20 p. 100.

CONCLUSIONS.

Nous pensons pouvoir dégager de ce qui précède quelques conclusions positives sur les conditions d'emploi du coke dans les installations de chauffage central.

Les enquêtes particulières poursuivies à Paris montrent que les conditions sont très différentes suivant qu'il s'agit de chaudières à haute pression ou à basse pression.

Nous nous limiterons dans ce qui suit au cas des chaudières à basse pression qui constituent le cas le plus général des installations de chauffage central. Ces conclusions paraissent d'ailleurs s'appliquer au cas du chauffage à eau chaude.

Notons tout d'abord que l'emploi du coke métallurgique ne diffère pas essentiellement de celui du coke de gaz. Sans doute reconnaît-on au coke métallurgique certains avantages tels que dureté, consommation en poids légèrement réduite, etc. Mais ces avantages, au demeurant peu accentués, sont balancés par la différence des prix de telle sorte que les deux combustibles peuvent être considérés comme sensiblement équivalents et les conclusions ci-après s'appliquent aussi bien à l'un qu'à l'autre.

1° *Consommation.* — Tant en raison de la moindre valeur calorifique du

coke que des conditions de la combustion, il faut compter un supplément de consommation d'environ 25 p. 100 en poids, lorsque, à effet utile égal, on substitue le coke à l'antracite de bonne qualité dans un chauffage central;

2° *Encombrement*. — Le rapport des densités pratiques du coke et de la houille étant approximativement de 2, le rapport des volumes équivalents au point de vue du chauffage est, d'après ce qui vient d'être dit, de 2,5 environ.

Il en résulte, lorsque l'on remplace l'antracite par le coke :

a) Qu'il faut disposer de soutes plus spacieuses, ou faire procéder à des livraisons plus fréquentes, ce qui, dans les grandes villes, s'obtient facilement des sociétés gazières.

b) Que, si les foyers-magasins des chaudières ne sont pas assez volumineux, le nombre des chargements est augmenté. Cela peut amener, dans certains cas, une augmentation des frais de main-d'œuvre.

3° *Allure des feux*. — Le rapprochement des résultats des enquêtes auxquelles il a été procédé permet de fixer à un maximum de 35 kg par heure et par mètre carré de surface de grille la consommation de combustible compatible avec une bonne conservation du matériel.

Ce maximum devrait évidemment dépendre des types de chaudières, mais il importe avant tout de fixer des règles simples et l'on peut dire qu'en restant dans la généralité des cas au-dessous de ce maximum, on évite d'une façon certaine et les usures trop rapides de la grille et du matériel et la formation excessive des mâchefers, deux des griefs les plus sérieux que l'on ait articulés contre l'emploi du coke.

4° *Application pratique de ces principes*. — Dans l'application pratique, il faut distinguer deux cas, suivant qu'il s'agit d'une installation nouvelle ou d'une installation existante dans laquelle on désire substituer le coke à l'antracite.

a) S'il s'agit d'une installation nouvelle, il suffit d'imposer au constructeur de calculer la chaudière d'une façon suffisamment large pour que les conditions précédentes soient satisfaites : dimensions suffisantes des foyers-magasins pour éviter les rechargements trop fréquents, dimensions de grilles assez grandes pour éviter les allures trop poussées.

Notons que dans les cahiers des charges actuellement imposés aux constructeurs pour le chauffage des bâtiments civils relevant de la Direction des Beaux-Arts, la possibilité d'emploi du coke est expressément exigée et il serait à désirer que cette stipulation se généralisât.

Dans les conditions actuelles du marché, on peut affirmer que les majorations de prix d'établissement correspondant aux sujétions ainsi imposées

aux constructeurs sont largement compensées par les économies sur les dépenses en combustibles.

b) S'ils s'agit d'une installation existante, il est facile, en appliquant les principes qui précèdent de savoir si la substitution du coke à l'anthracite est ou non possible.

Connaissant la consommation habituelle en anthracite, on en déduit la consommation probable de coke en majorant d'environ 25 p. 100 en poids et, en rapportant cette consommation au mètre carré de surface de grille et à l'heure, *compte tenu de toutes les unités disponibles*, on peut voir si la limite de 35 kg sera ou non dépassée.

Si cette limite est dépassée, il faut en conclure que l'installation n'est pas assez largement calculée et qu'il faut augmenter le nombre des unités.

Un calcul facile montrera dans chaque cas si la dépense correspondante de premier établissement peut s'amortir du fait des économies à réaliser sur les dépenses en combustible.

Encore faut-il, bien entendu, que la disposition des locaux se prête à l'adjonction de nouvelles unités.

5° *Emploi des mélanges de coke et d'anthracite.* — Il peut fréquemment arriver qu'en calculant l'allure de combustion comme nous venons de le dire, on s'aperçoive que le maximum de 35 kg ne sera dépassé que pendant les périodes de grands froids (au-dessous de — 5°).

Si l'on remarque que, dans la région parisienne tout au moins, les jours de grands froids ne constituent qu'une faible fraction de la période de chauffage, on en conclut qu'il est abusif de condamner le coke, ainsi qu'on le fait trop souvent, parce qu'il ne peut assurer ces pointes exceptionnelles.

Une excellente pratique consiste dans ce cas à employer par les grands froids un mélange de coke et d'anthracite où la proportion d'anthracite est d'autant plus grande que le chauffage doit être plus actif.

On évite ainsi de dépasser la consommation critique par mètre carré de surface de grille et l'on réalise dans l'ensemble de l'année une économie sensible sur l'emploi uniforme de l'anthracite.

Notons, d'une façon générale, que cette pratique des mélanges assure une souplesse très précieuse pour le chauffage. En particulier, dans le cas du chauffage continu, où l'on désire maintenir les feux en veilleuse pendant la nuit, il est commode de charger le soir un mélange de coke et d'anthracite. On retrouve ainsi du feu le lendemain matin, sans être obligé de recourir à un chauffeur de nuit. C'est là un moyen de parer à une objection que l'on fait fréquemment à l'emploi du coke pour les chauffages continus.

En résumé, nous avons cherché à dégager quelques principes permettant aux consommateurs de se faire une opinion raisonnée sur les possibilités

d'emploi du coke dans leurs installations. Sans doute la diversité des appareils justifierait-elle des conclusions plus nuancées, mais l'essentiel est de formuler des critères simples assurant la sécurité dans tous les cas où ils sont satisfaits. Aussi nous sommes-nous arrêtés à des chiffres moyens, quitte à élargir, dans certains cas, les marges de sécurité.

Nous estimons en définitive que, dans les cas où les conditions énumérées plus haut sont remplies, *la substitution du coke à l'anthracite ne souffre aucune objection technique.*

Nous pensons aussi que, dans un grand nombre de cas, l'obstination dans l'emploi de l'anthracite étranger est uniquement due à la routine et à l'inertie des consommateurs pour le plus grand dommage de leurs intérêts personnels et de l'intérêt général.

Il importe, dans les circonstances actuelles, qu'un effort de discipline librement consentie soit réalisé par tous les techniciens et les usagers du chauffage central.

Certains indices nous permettent de penser qu'une évolution se dessine dans ce sens et que l'on verra dans un avenir prochain disparaître des habitudes qui confinent, dans nombre de cas, à un véritable gaspillage.

Le vice-président de la Commission,
WALCKENAER.

L'Ingénieur des Mines, rapporteur,
R. BRUNSCHWIG.

COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE DU 12 MARS 1927

Présidence de M. ED. SAUVAGE, président.

La séance est ouverte à 17 h.

Sont nommés membres de la Société : M. LÉON LEBARON et la CAISSE NATIONALE DE CRÉDIT AGRICOLE, qui ont été présentés dans la dernière séance.

M. SAUVAGE, *président*. — J'ai le très vif regret de vous annoncer la mort de trois de nos collègues du Conseil d'Administration de notre Société :

M. Émile HEURTEAU, Ingénieur en chef des Mines, qui faisait partie de la Commission des Fonds.

M. Émile BOYOD, qui était membre du Comité des Arts chimiques ⁽¹⁾.

M. DANIEL BERTHELOT, qui faisait partie du Comité des Arts économiques.

M. ÉMILE HEURTEAU était une des plus grandes figures du monde des chemins de fer : il était administrateur de la Compagnie d'Orléans, directeur honoraire de cette compagnie, président de la compagnie des Aciéries de la Marine et de la compagnie des Mines d'Anzin.

Ingénieur en chef des Mines, M. Émile Heurteau, qui était entré en 1875 à la Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans, en devint le directeur en 1886 et durant vingt-quatre ans exerça avec une remarquable compétence ces hautes fonctions.

Sous sa direction ont été construites, en 1900, la gare du quai d'Orsay et, en 1904, la première ligne de traction électrique française entre Paris-Orsay et Juvisy.

En 1910, M. Heurteau fut nommé délégué général du conseil d'administration de la Compagnie, fonctions qu'il a remplies pendant plus de dix ans. Il fut, en 1921, nommé administrateur de la Compagnie. Il était membre du comité de direction des grands réseaux.

M. Heurteau apportait à de nombreuses sociétés le concours de sa grande expérience. Il était des nôtres depuis 1892. Il était commandeur de la Légion d'honneur.

M. DANIEL BERTHELOT était le fils du grand chimiste. Sa disparition est une perte cruelle pour la science française.

Bien qu'il se fût spécialement consacré à la physique et qu'il professât cette science à la Faculté de Pharmacie de l'Université de Paris, Daniel Berthelot était, à juste titre, considéré comme l'un des chimistes les plus distingués de notre époque.

Intelligence remarquablement lucide, Daniel Berthelot possédait cette culture étendue et cette vaste érudition, sans lesquelles il n'est pas de savant véritable. A ces dons de l'esprit il joignait une bienveillance immuable à l'égard de tous les chercheurs ; il était la providence des inventeurs.

(1) Voir à la page 314 du présent numéro la notice nécrologique de M. E. Boyoud.

Membre de l'Académie de Médecine depuis 1914, il avait été élu à l'Académie des Sciences, dans la section de physique générale, en 1919, en remplacement d'Amagat.

Son activité dans cette savante compagnie était grande et les communications qu'il y présentait étaient toujours remarquées par la clarté, la netteté et la précision qu'il donnait à leur exposé.

Lundi dernier encore il assistait à la séance et, bien qu'il eût souffert l'an passé d'une phlébite aiguë, rien ne laissait prévoir cette fin soudaine et prématurée. Daniel Berthelot n'avait que 61 ans.

L'Office national des Combustibles liquides, le Comité français de l'Éclairage et du Chauffage perdent en lui un conseiller éclairé. La science française déplore la disparition d'une de ses belles intelligences, ses amis celle d'un très beau caractère.

Daniel Berthelot était devenu membre de notre Conseil en 1907. Il a étudié pour notre Société de multiples questions et chaque année il nous donnait de nombreux rapports sur celles qui avaient eu une suite favorable. Le dernier est celui qu'il a rédigé en faveur de deux inventeurs que nous récompenserons dans 15 jours, lors de notre séance solennelle.

Daniel Berthelot avait décliné les distinctions honorifiques qui s'offraient à lui. Il voulait être conduit à sa dernière demeure sans aucune cérémonie, dans la plus grande simplicité. Malgré cela une foule innombrable s'est pressée hier au vieux cimetière de Neuilly où il a été inhumé.

Nous adressons l'expression de notre sympathie émue à la famille de nos très regrettés collègues.

M. SAUVAGE, *président*. — J'ai le plaisir de vous annoncer qu'un de nos membres M. ED. PHÉLIZOT, ancien élève de l'École polytechnique, chef des Services financiers de la Direction des Dommages de Guerre et de la Reconstitution, vient d'être nommé chevalier de la Légion d'honneur. Nous lui adressons nos très vives félicitations.

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

M. HENRI HITIER présente les ouvrages suivants :

Les principes de la chimie moderne, par A. HOLLARD, Paris, Librairie Stock, place du Théâtre-français, 1924 (Don de l'auteur);

L'organisation actuelle des établissements nationaux de Crédit agricole et l'organisation du Crédit agricole international, par Louis TARDY. Agen, Imp. moderne, 43, rue Voltaire, 1926 (Don de l'auteur);

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. — CAISSE NATIONALE DE CRÉDIT AGRICOLE : *Rapport sur les opérations faites par l'Office national de Crédit agricole pendant les années 1924 et 1925*, en application de la loi du 2 août 1923, présenté au Président de la République française par le Ministre de l'Agriculture. (Extrait du *Journal Officiel* du 9 décembre 1926). Paris, Imp. des Journaux officiels, 31, quai Voltaire (7^e), 6192;

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. — CAISSE NATIONALE DE CRÉDIT AGRICOLE : *Rapport sur les opérations faites par les Caisses régionales de Crédit agricole mutuel pendant l'année 1925* 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 9 décembre 1926). Paris. Imp. des Journaux officiels, 31, quai Voltaire 1926;

La nouvelle loi douanière va-t-elle consacrer la déchéance de notre agriculture? Paris, CONFÉDÉRATION NATIONALE DES ASSOCIATIONS AGRICOLES, 39, rue d'Amsterdam (8^e), 1927;

La crise et le chômage dans la papeterie française (Le Papier, supplément au numéro de janvier 1927). Paris, 63, avenue des Champs-Élysées.

M. Ch. DE FRÉMINVILLE présente les ouvrages suivants :

La machine locomotive. Manuel pratique donnant la description des organes et du fonctionnement de la locomotive, à l'usage des mécaniciens et des chauffeurs, par M. Edouard SAUVAGE. 8^e édition. Paris, Ch. Béranger, 15, rue des Saints Pères (6^e), 1927 (Don de l'auteur, président de la Société);

Un conseil paritaire de conciliation dans une manufacture. Sept années de fonctionnement, par André GUILLAUME. Paris, Marcel Rivière, 31, rue Jacob (6^e), 1927. (Don de l'auteur);

Leçons de cinématique. Tome II : Cinématique appliquée, par Raoul BRICARD. Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 55, quai des Grands-Augustins (6^e), 1927;

Éléments de géométrie. Cours de l'Atelier de construction de Bourges. Ouvrage pour apprentis, ouvriers, calqueurs et dessinateurs, revu et complété par le Colonel COMPAING DE LA TOUR GIRARD. Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 1927;

Théorie du navire, par M. LE BESNERAIS. Tome II. (Collection Armand Colin, Section des arts militaires, n^o 59). Paris, Librairie Armand Colin, 103, boulevard Saint-Michel (5^e), 1927;

M. Marcel TOURNIER, chef de travaux à l'École de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris, fait une communication sur le *pianocanto* qu'il a inventé et réalisé en collaboration avec M. Gabriel Gaveau.

Le pianocanto est un appareil électrique qu'on peut adapter sur un piano quelconque et qui permet d'entretenir les vibrations des cordes correspondant aux octaves pour lesquels la prolongation du son ainsi obtenue est vraiment avantageuse. On obtient ainsi, à volonté, des effets rappelant celui de l'orgue ou de l'harmonium, effets qui peuvent être désirables dans l'exécution de certaines œuvres, et qui le sont très fréquemment lorsque le piano sert à l'accompagnement ou lorsque la partition pour piano n'est que la transcription de la partition d'orchestre.

L'intérêt de soutenir le son est évident; on remarque en effet que tous les facteurs de pianos, depuis plus d'un siècle, se sont attachés à diminuer le plus possible l'amortissement vibratoire des cordes, ce qui a conduit, en partant du clavecin aux sons maigres d'autrefois, au piano à queue de concert que les artistes prennent toujours aussi grand que possible pour les exécutions en public : le son émis après la percussion est en effet non seulement plus intense, mais il est aussi d'autant plus soutenu et prolongé que la masse vibrante de la corde est plus considérable.

M. Tournier passe en revue les divers procédés possibles d'entretien du son, mécaniques ou électriques, auxquels on pourrait songer ou qu'il a effectivement essayés en collaboration avec M. Gaveau. Les solutions purement mécaniques doivent être rejetées sans rémission, mais si quelques-unes des solutions électriques sont théoriquement acceptables, elles doivent être rejetées aussi comme conduisant à des dispositifs beaucoup trop encombrants et de prix trop élevé.

Les inventeurs s'en sont tenus aux procédés qui réalisent l'entretien sans lien matériel avec la corde. Ils ont eu recours tout d'abord aux phénomènes de résonance en alimentant des électros, placés en face des cordes, par des courants provenant d'oscillateurs électriques constitués par un circuit oscillant relié à une lampe triode; mais le prix est encore trop élevé, l'appareil est encombrant, et l'ensemble se désaccorde très facilement. Ils ont alors diminué le nombre des oscillations en utilisant cette remarque que les notes d'un piano peuvent se grouper de plusieurs manières

et de façon telle que les fréquences des divers éléments de chaque groupe soient des multiples simples des fréquences de quelques-unes : toute note du registre moyen ou aigu est en effet un harmonique d'une note d'un registre inférieur. On peut réaliser facilement un oscillateur électrique riche en harmoniques dont le courant complexe pourra être représenté algébriquement par une série de Fourier et pourra faire entrer en résonance non seulement la corde du son fondamental, mais aussi les cordes des harmoniques supérieurs.

Théoriquement, le résultat est moins bon que si chaque corde était excitée directement par un courant sinusoïdal de même fréquence que la sienne, car si la corde de fréquence ω reçoit une impulsion à chaque oscillation, celle de fréquence 2ω ne la reçoit qu'une fois sur deux oscillations, celle de fréquence $n\omega$, sur n oscillations : pratiquement n ne peut guère dépasser quatre.

Le premier oscillateur complexe employé a été obtenu en utilisant la lampe au néon mais l'appareil se désaccorde trop facilement car la période dépend d'un grand nombre de conditions variables. Cependant, il a donné tous les accords possibles avec sept lampes au néon et sept hétérodynes.

Dans l'appareil présenté, les courants périodiques non sinusoïdaux utilisés dans les électros proviennent d'organes vibrants mécaniques dont la période est définie uniquement par l'inertie d'une masse matérielle et les constantes élastiques d'un ressort. Un pareil système peut être de période rigoureusement fixe : les organes essentiels sont alors : 1° une boîte à douze vibreurs (cette boîte est normalisée et applicable à tous les instruments) bifilaires accordés sur les notes du deuxième octave du piano; 2° une planche qui doit être établie à la mesure du piano; 3° douze fils de distribution; 4° une pédale d'expression. L'énergie est fournie par une batterie d'accumulateurs ou par le courant d'une distribution.

Il va de soi que le dispositif ne peut convenir pour l'exécution des œuvres qui ont été composées expressément pour le piano et dans le style qui lui est propre. L'exécutant apprenti d'orgue peut se discipliner sur le pianocanto dont le toucher est spécial : il consiste à ne jamais frapper une touche et à ne jamais la lâcher avant que le son auquel elle correspond ne soit indiqué comme devant commencer ou cesser sur la partition.

E. L.

M. SAUVAGE, *président*. — Je remercie M. Tournier de l'exposé si clair qu'il vient de nous faire de la genèse et de la réalisation de son pianocanto dont vous venez d'apprécier les qualités. Nous lui adressons nos très vives félicitations ainsi qu'à M. Gaveau pour le résultat remarquable auquel ils sont parvenus.

M. le Col. RENARD. — Je joins mes félicitations personnelles à celles de notre président en faisant remarquer qu'il faut être à la fois excellent musicien et excellent physicien pour concevoir et réaliser le merveilleux appareil que nous venons d'entendre. Quel est le prix de l'adaptation du canto à un piano existant?

M. G. GAVEAU. — 7.000 francs environ.

M. le Col. RENARD. — Le timbre de l'instrument est différent de celui du piano; il est très agréable; mais il est spécial; n'est-ce pas un inconvénient?

M. TOURNIER. — Je ne crois pas. On dit la même chose de tout instrument nouveau; son timbre étonne toujours un peu au début, mais on s'y habitue très vite. D'ailleurs, vous avez dit vous-même, mon colonel, que ce timbre est agréable.

M. le Col. RENARD. — Pourquoi n'avez-vous pas entretenu les vibrations des cordes basses?

M. TOURNIER. — C'eût été compliquer inutilement les choses : les vibrations des cordes basses s'entretiennent d'elles-mêmes déjà un peu en raison de leur masse relativement élevée. De plus, elles comportent des enroulements de fils de cuivre qu'il faudrait remplacer par du fer en raison de

l'action des électros. Le canto ne pourrait plus s'adapter tel quel à n'importe quel piano. En fait, l'expérience prouve qu'il n'y a pas de « trou » perceptible à l'oreille entre le premier octave et le second. On n'a pas entretenu les deux derniers octaves, parce que c'est aussi sans intérêt pratique.

M. le Col. RENARD. — Combien de temps a duré votre étude?

M. TOURNIER. — Mes premières études remontent à 1917.

M. LECORNU. — Je me rappelle avoir autrefois entendu l'organiste Widor, sur un piano à vibrations entretenues du nom de « pianor ». Je ne puis assurer que le principe était le même : il y avait cependant un oscillateur par corde. En tout cas, le résultat obtenu, autant que je peux me le rappeler, était moins bon. L'appareil comportait des étouffoirs spéciaux.

M. le Col. RENARD. — On a présenté aussi à Paris entre 1875 et 1880 un piano dit « quatuor », à cylindre enduit de colophane, tournant devant des crins perpendiculaires aux génératrices. Il émettait des sons analogues à ceux du violon. Je ne crois pas qu'on en ait construit plus de un ou deux exemplaires.

M. GAVEAU. — L'étude en a été poursuivie en Allemagne où on a employé un archet circulaire. Il semble qu'on soit sur le point d'arriver à un bon résultat. L'idée d'employer l'archet, qui entretient les vibrations, n'est pas nouvelle. Elle date de 1810; elle est due à un ingénieur tchèque qui a réalisé à Vienne, en Autriche, le premier instrument à vibrations entretenues.

M. LORENC. — Est-ce que les vibrations des harmoniques s'accrochent avec « complaisance » c'est-à-dire, tout de suite en concordance de phase avec les vibrations de son fondamental? Si, non, on doit percevoir à l'oreille une période de flottement plus ou moins courte pendant laquelle se fait cet accrochage?

M. TOURNIER. — Il est pratiquement instantané en ce sens que l'oreille ne perçoit aucune hésitation.

M. MAITRE. — Le « pianor » mis en cause par un membre de la Société et l'imprécision du débat devenant préjudiciable à cet instrument, étant un des inventeurs du « pianor », je m'excuse d'intervenir pour fournir quelques renseignements utiles.

Je prie M. Tournier —, qui s'y prête de bonne grâce —, de vouloir bien réaliser deux expériences destinées à faire ressortir entre les deux instruments, l'une un point commun, l'autre une différence essentielle.

1^{re} expérience : Faire entendre un accord dans la région basse du médium puis, sans actionner la pédale forte, relever les mains. Les bruits qui, parfois, à ce moment, peuvent se produire sont dus à l'arrivée des étouffoirs sur les cordes; à ce point de vue le « pianocanto » et le « pianor » sont placés dans les mêmes conditions. Il en serait de même du piano, à un moindre degré cependant, si dans les *forte* brefs le choc brutal des marteaux ne précédait de très près l'arrivée des étouffoirs sur les cordes.

2^e expérience : Faire entendre dans le registre le plus élevé du « pianocanto » une gamme chromatique descendante de deux octaves. On peut remarquer comme l'a indiqué M. Tournier, combien il est difficile, dans les notes aiguës, d'exciter les cordes une fois sur huit seulement, en respectant la phase. Dans le « pianor » au contraire — et la différence essentielle entre les deux instruments est là — chaque corde est autorégulatrice de son mouvement et contrôle sa propre vibration, par suite l'instrument fonctionne dans toute l'étendue du clavier avec égalité et sans aucun réglage.

Je crois devoir ajouter que les études et la construction du pianor, qui ont

été un moment suspendues, viennent d'être reprises et se poursuivent dans des conditions bien meilleures qu'auparavant.

Je félicite M. Tournier de son intéressant exposé et je souhaite aux deux instruments un égal et brillant avenir.

M. SAUVAGE, *président*. — Je remercie M. Tournier et M. Gaveau des explications complémentaires qu'ils viennent de donner en réponse aux intéressantes questions qui leur ont été posées; elles nous prouvent le grand intérêt que portent les inventeurs à cette question des vibrations entretenues. Je pense que M. Tournier voudra bien nous remettre prochainement pour notre *Bulletin* le texte de sa très intéressante communication.

La séance est levée à 18 h. 45 m.

COMITÉ DE COMMERCE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 3 MARS 1927.)

La construction de maisons à bon marché par entr'aide d'ouvriers de métiers quelconques.

par M. MAURICE LACON, *membre du Conseil*.

A l'occasion d'un dossier relatif au procédé de construction Georgia Knap, la Société d'Encouragement a jugé utile de recueillir quelques renseignements sur la construction de maisons ouvrières par des groupes d'ouvriers construisant eux-mêmes leurs maisons en s'entr'aidant. Les quelques exemples relevés dans la présente note montrent que la construction de maisons par entr'aide est possible, et permet l'emploi de procédés d'exécution très divers.

Le cottage social. — Cette organisation comprend sept groupements; ceux de Groncels-Cottage, près de Troyes, de Sainte-Savine (Aube), de Lorient, de Gagny (Seine-et-Oise), d'Argenteuil, d'Auxerre. D'autres sont en voie de formation. Les sept groupements précités ont employé le procédé Georgia Knap, consistant à mouler du béton dans un coffrage amovible, qui est monté progressivement, de façon à construire la maison par tranches horizontales successives. Ces groupements étaient composés principalement d'ouvriers bonnetiers.

Le groupement, de Pont-Saint-Vincent près de Nancy, a utilisé, pour mouler ses 14 maisons le procédé du Cottage social, c'est-à-dire des moules en bois qui ont été construits par l'Usine de la Société Châtillon-Commentry, à laquelle appartenaient les 14 ouvriers constructeurs. Ceux-ci sont des ajusteurs ou des monteuses en mécanique. Le temps total mis pour construire ces 14 maisons a été de deux ans. Ces ouvriers étaient tout à fait étrangers aux professions du bâtiment.

Maisons ouvrières construites à Brive par les ouvriers de la Compagnie d'Orléans. — Ces ouvriers, qui se sont entendus spontanément pour se prêter une aide mutuelle, ont employé pour la construction, des agglomérés de mâchefer, ciment et chaux. 10 maisons ont été construites par 10 ouvriers non spécialistes de la construction; femmes, enfants et parents travaillaient à la préparation des parpaings.

Groupe d'anciens apprentis de la Compagnie d'Orléans à Périgueux. — Un groupe de 14 anciens apprentis de Compagnie d'Orléans s'est formé, il y a quelques semaines, à Périgueux, pour construire des maisons par aide mutuelle. Ils ont déjà acquis le terrain nécessaire et la construction est commencée.

Les procédés employés seront le béton moulé pour les fondations, et les aggro-

mérés pour le reste de la construction. Les ouvriers seront guidés bénévolement dans leurs travaux par des agents qualifiés du service local de la voie de la Compagnie d'Orléans.

Un groupe analogue est en formation à Aurillac. Il comprendra des agents de tous services de la Compagnie d'Orléans.

M. Georges Risler, président de l'Union de Sociétés de Crédit immobilier de France et d'Algérie, signale également le fait ci-après qui est très typique :

« Un chauffeur d'une compagnie de chemins de fer, âgé de 41 ans, gagnant 4.380 fr plus les indemnités familiales, père de quatre enfants de 13, 13, 12 et 5 ans, ayant à sa charge son père qui a 74 ans, a construit presque entièrement lui-même sa maison.

« Il a fait d'abord les parpaings de mâchefer en cinq mois et demi; il en a moulé 3.800 de dimensions différentes. Ayant ensuite commencé sa maison le 10 mars, il l'habitait le 28 décembre, et fit alors la peinture et la pose des papiers.

« Il construisit ensuite une petite buanderie et un cellier.

« La maison est composée de quatre belles pièces et d'une cuisine; et grâce à la main-d'œuvre fournie par lui, son frère et un bon camarade menuisier, cet emprunteur de la Ruche ouvrière d'Orléans n'a eu à lui demander que 5.000 fr. Les entourages des portes et fenêtres sont en briques apparentes et les cheminées sont en marbre.

« Cet exemple a été imité. Son frère et un camarade qui l'avaient aidé ont construit à leur tour leur maison.

« D'autres emprunteurs de l'excellente société qu'est la Ruche en ont actuellement fait autant et réalisent ainsi 50 p. 100 d'économie sur les devis prévus. Nous devons dire que ceux-ci ne font pas eux-mêmes leurs agglomérés et les achètent tout faits. »

De même M. Viollet, architecte, membre du Conseil d'administration de l'Office départemental des H. B. M. de l'Oise et de la Société immobilière du Moulin Vert, nous signale que, sous sa direction, il a pu faire bâtir, par les futurs locataires, des habitations confortables avec une grande économie; nous extrayons de sa communication les renseignements ci-après :

« Les matériaux employés ont été les agglomérés Dux à double paroi, sable et ciment comprimés. Ils ont été fabriqués sur le chantier même, à l'aide d'une machine fort simple, à bras, prise en location. Ces agglomérés sont montés comme des blocs de pierre, dont ils ont l'apparence, au mortier de chaux. Aucun enduit extérieur n'est utile, d'où grande économie. « Charpente en sapin, couverture en tuiles mécaniques, carrelage en ciment. Seuls les mepuiseries et les parquets ont été commandés chez un spécialiste. »

« Même en utilisant des ouvriers et des techniciens à notre solde, nous avons pu ainsi réaliser une économie de 25 à 30 p. 100 sur le prix d'une maison similaire construite par les procédés ordinaires. » « Il n'est pas douteux que la différence avec les prix généralement pratiqués pourrait être encore bien plus sensible dans le cas de plusieurs constructions standards voisines. »

En somme, le mode de construction de maisons à bon marché par aide mutuelle, ne présente pas de difficultés insurmontables, et il paraît tout particulièrement intéressant, car il réduit considérablement le prix de revient des maisons (de 30 à 40 p. 100). Par ailleurs, ce genre de construction a l'avantage d'occuper sagement les loisirs des ouvriers et de leur famille, qui est en mesure de les aider efficacement.

Le côté financier et administratif qui, dans cette affaire, est de premier plan, nécessite une étude d'organismes qualifiés. Elle entrerait, tout à fait, semble-t-il dans le cadre des sociétés de crédit immobilier.

Les groupes d'ouvriers entreprenant de construire des maisons par aide mutuelle semblent d'ailleurs mériter d'être spécialement encouragés, en leur donnant, comme aux pères de familles nombreuses, une préférence pour les prêts accordés par les sociétés de crédit immobilier.

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN MARS 1927.

SAUVAGE (ÉDOUARD). — **La machine locomotive**. Manuel pratique donnant la description des organes et du fonctionnement de la locomotive à l'usage des mécaniciens et des chauffeurs. 8^e édition. In-12 (19 × 12) de xvi + 398 p., 332 fig. Paris, Ch. Béranger, 1927 (*Don de l'auteur, Président de la Société*). **17250**

GUILLAUME (ANDRÉ). — **Un conseil paritaire de conciliation dans une manufacture**. 7 années de fonctionnement. In-8 (25 × 16) de xxi + 168 p., 1 pl. **Bibliographie**, p. xix-xxi. Paris, Marcel Rivière, 1927 (*Don de l'auteur*). **17251**

HOLLARD (A.). — **Les principes de la chimie moderne**. In-18 (14 × 10) de 136 p. Paris, Librairie Stock, 1924 (*Don de l'auteur*). **17252**

LE BESNERAIS (M.). — **Théorie du navire**. Tome II. (*Collection Armand Colin, Section des arts militaires*, n° 59). In-16 (17 × 11) de 167 p., fig. **Bibliographie**, p. 149-155. Paris, Librairie Armand Colin, 1927. **17253**

COMPAING DE LA TOUR GIRARD (Colonel). — **Éléments de géométrie**. Cours de l'Atelier de construction de Bourges. Ouvrage pour apprentis, ouvriers, calqueurs et dessinateurs. In-8 (24 × 15) de 184 p., 219 fig. Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 1927. **17254**

BRICARD (RAOUL). — **Leçons de cinématique**. Tome II : *Cinématique appliquée*. In-8 (25 × 16) de vi + 352 p., fig. 118-300. Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 1927. **17255**

ROUX-BRAHIC (J.). — **Traitement métallurgique des minerais complexes**. Procédés de voie sèche, de voie humide, électrothermiques et électrolytiques des usines modernes. Magnésium, aluminium, zinc, cadmium, antimoine, mercure, cuivre, nickel, plomb, argent, or, etc. Ferro-alliages industriels. In-8 (25 × 16) de xxviii + 784 p., 178 fig. Paris, Dunod, 1927. **17256**

WALKER (GUILLAUME). — **Guide pratique de l'ouvrier mécanicien à l'usage des contre-maitres, chefs d'équipe, ouvriers et apprentis et des écoles professionnelles**. Traduit sur la 8^e édition allemande par GEORGES HAPPECH. In-8 (21 × 13) de xvi + 428 p., 303 fig. Paris, Dunod, 1927. **17257**

COMPAING DE LA TOUR GIRARD (Colonel). — **Lecture du dessin. Instruments de mesure. Croquis cotés et dessins. Traçage et filetages**. Cours pour apprentis et ouvriers. In-8 (24 × 15) de vi + 70 p., 47 fig. Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 1925. **17258**

COMPAING DE LA TOUR GIRARD (Colonel). — **Éléments de physique et de mécanique**. Cours pour apprentis et ouvriers. In-8 (24 × 15) de 121 p., 78 fig. Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 1926. **17259**

COMPAING DE LA TOUR GIRARD (Colonel). — **Propriétés et travail des métaux et du bois**. Ouvrage pour ingénieurs et ouvriers. In-8 (24 × 15) de vi + 228 p., 120 fig. Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 1926. **17260**

LAZARD (JEAN-PIERRE). — **Politique et théories monétaires anglaises d'après-guerre**. In-8 (20 × 13) de viii + 125 p. Paris, Société anonyme du Recueil Sirey, 22, rue Soufflot (5^e), 1925. **17261**

BAUD (PAUL). — **Chimie industrielle**. La grande industrie chimique. Les métalloïdes et leurs composés. Les métaux et leurs sels. Industries organiques. 2^e édition entièrement refondue. In-8 (24 × 16) de xii + 1022 p., fig. Paris, Masson et C^{ie}, 1927. **17262**

RICHARD (A.). — **Les automobiles sans pétrole**. I : *L'alcool d'industrie*. (*Encyclopédie. Léauté, 2^e série*). In-12 (19 × 13) de vi + 222 p., 30 fig. Paris, Masson et C^{ie}; Gauthier-Villars et C^{ie}, 1927. **17263**

JACQUINOT (O.) et GALLIOT. — **Navigation intérieure**. II : *Le réseau navigable français*.

Consistance, navigabilité, principales relations commerciales. (*Encyclopédie du génie civil et des travaux publics*). In-8 (23 × 15) de 464 p. 38 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1927.

17264

BRICARD (GEORGES). — *L'organisation scientifique du travail*. (Collection Armand Colin, Section du génie civil, n° 84). In-16 (17 × 11) de 210 p., 34 fig. Bibliographie sommaire, p. 203-206. Paris, Librairie Armand Colin, 1927.

17265

AMAR (JULES). — *Organisation et hygiène sociales*. Essai d'hominiculture. In-8 (25 × 16) de x + 692 p., 110 fig., 1 pl. Paris, Dunod, 1927.

17266

ARAGON (ERNEST). — *Résistance des matériaux appliquée aux constructions*. Méthodes pratiques par le calcul et la statique graphique. Tome III, 2^e édition revue par PAUL CHAMBRAN. (*Bibliothèque de l'Ingénieur de Travaux publics*). In-12 (18 × 12) de VIII + 582 p., 253 fig. Paris, Dunod, 1927.

17267

.*

DITISHEIM (PAUL). — *Le 250^e anniversaire de l'Observatoire de Greenwich. John Harrison et la chronométrie*. In-4 (27 × 21) de 33 p., 35 fig. Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}; Neuchâtel, Journal suisse d'horlogerie, 1926. (*Don de l'auteur*).

Pièce 13185

GRATZMULLER (M.). — *Compte rendu du voyage de l'Associazione elettrotecnica italiana en France du 7 au 20 juin 1926*. Compte rendu présenté à la séance du 6 novembre 1926 de la Société française des Électriciens. (Supplément au *Bulletin de la Société française des Électriciens*, n° 64, décembre 1926). In-4 (27 × 17) de 15 p. Paris, E. Chiron.

Pièce 13186

TARDY (LOUIS). — *L'organisation actuelle des établissements nationaux de crédit agricole et l'organisation du crédit agricole international*. In-8 (24 × 15) de 60 p. Agen, Imp. moderne, 1926. (*Don de l'auteur*).

Pièce 13187

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. — CAISSE NATIONALE DE CRÉDIT AGRICOLE. — *Rapport sur les opérations faites par l'Office national de Crédit agricole pendant les années 1924 et 1925 en application de la loi du 2 août 1923*, présenté au Président de la République française par le Ministre de l'Agriculture. (Extrait du *Journal officiel* du 9 décembre 1926). In-4 (31 × 23) de 7 p. Paris, Imp. des Journaux officiels, 1926.

Pièce 13188

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. — CAISSE NATIONALE DE CRÉDIT AGRICOLE. — *Rapport sur les opérations faites par les Caisses régionales de Crédit agricole mutuel pendant l'année 1925 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 9 décembre 1926). In-4 (31 × 23) de 39 p. Paris, Imp. des Journaux officiels, 1926.

Pièce 13189

CONFÉDÉRATION NATIONALE DES ASSOCIATIONS AGRICOLES. — *La nouvelle loi douanière va-t-elle consacrer la déchéance de notre agriculture?* In-8 (24 × 15) de 16 p. Paris, 39, rue d'Amsterdam (8^e), 1927.

Pièce 13190

La crise et le chômage dans la papeterie française. (*Le Papier*, supplément au numéro de janvier 1927). In-4 (27 × 21) de 16 p. Paris, Le Papier, 63, avenue des Champs-Élysées, 1927.

Pièce 13191

SAUNDERS (VIVIAN T.). — *The polarimeter*. A lecture on the theory and practice of polarimetry. In-8 (24 × 15) de 31 p., 15 fig. London, A. Hilger, 24, Rochester Place, N. W. 1.

Pièce 13192

TWYMAN (F.). — *Two lectures on the development and present position of chemical analysis by emission spectra*. In-8 (24 × 15) de 43 p., 17 fig. London, A. Hilger.

Pièce 13193

DESGRANGES (A.), LE GRIX (G.), PIETTE (M.), BOUTTÉ (A.). — *Documents sur la soudure autogène du cuivre*. In-8 (21 × 14) de 40 p., 11 fig. Paris, Office central de l'acétylène et de la soudure autogène, 104, boulevard de Clichy (18^e), 1927.

Pièce 13194

GRANJON et PIETTE (MARCEL). — **La soudure autogène appliquée aux réparations de chaudières à vapeur.** Conférences faites au personnel de l'Association parisienne des Propriétaires d'appareils à vapeur, à l'Office central de l'acétylène et de la soudure autogène, le 4 novembre 1922. In-8 (21 × 14) de 47 p., 73 fig. Paris, Édition de « La soudure autogène française », 48, rue Saint-Lazare. **Pièce 13195**

PILON (H.). — **La radiométallographie et ses applications à la soudure autogène.** Conférence faite à l'Office central de l'acétylène et de la soudure autogène le 1^{er} juillet 1921. Paris, Office central de l'acétylène et de la soudure autogène. **Pièce 13196**

NOVERRE (MAURICE). — **La vérité sur l'invention de la projection animée.** Émile Reynaud, sa vie et ses travaux. In-8 (23 × 16) de 97 p., fig. Imprimé pour l'auteur, 1926. **Pièce 13197**

Les constantes physiques et thermodynamiques de l'eau et de la vapeur d'eau. (*Bulletin technique de la Société française des constructions Babcock et Wilcox*, n° 2, mars 1927). In-4 (27 × 21) de 41 p., XXIV tableaux. Paris, 48 rue La Boétie (8^e). **Pièce 13198**

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. — DIRECTION DES MINES, 2^e Bureau. — **Statistique de l'industrie minérale et des appareils à vapeur en France et en Algérie pour l'année 1924.** Paris, Imprimerie nationale, 1926. **Pér. 138**

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 1925**, par J. LÖEBNITZ. **Pér. 308**

SERVICE TECHNIQUE DE L'AÉRONAUTIQUE. — **Bulletin technique**, n° 37 (novembre 1926) : *Contribution à l'étude de la dissolution de l'aluminium et de ses alliages dans les acides*, 51 p., 10 fig. — n° 38 (décembre 1926) : *Nouvelles expériences sur les conditions mécaniques du vol des avions*, par E. HUGUENARD, A. MAGNAN, A. PLANIOL, 73 p., 50 fig., VII planches. Issy-les-Moulineaux (Seine), 2, rue Jeanne-d'Arc. **Pér. 117**

BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES. — **Travaux et Mémoires** publiés sous les auspices du COMITÉ INTERNATIONAL par le Directeur du Bureau. Tome XVII. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1927. **Pér. 208**

ROYAUME DE BELGIQUE. — MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE, DU TRAVAIL ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALE. — Inspection du Travail et des Établissements dangereux, insalubres ou incommodes. — **Rapports annuels de l'Inspection du Travail**. 26^e année, 1925. Bruxelles, J. Lebègue et Cie; Albert Dewit, 1926. **Pér. 277**

ROYAUME DE BELGIQUE. — MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL. — OFFICE DU TRAVAIL. — **Annuaire de la Législation du Travail**. Années 1914 à 1919. Tome IV. Bruxelles, 1926. **Pér. 278**

IRON AND STEEL INSTITUTE. — **Journal**. 1926, n° 2, vol. CXIV. London, 28, Victoria Street, S. W. 1. **Pér. 157**

IRON AND STEEL INSTITUTE. — **Carnegie Scholarship Memoirs**. Vol. XV, 1926. London, 28, Victoria Street, S. W. 1. **Pér. 157**

WESTERN AUSTRALIA GEOLOGICAL SURVEY. — **Bulletins** n° 88 : *Palaontological contributions to the Geology of Western Australia*, Séries VII, n° XIII, XIV and XV, by R. W. BRETNALL, F. CHAPMAN and L. GLAUERT, 70 p., IV pl., 1 carte (1926). — 91 : *The auriferous lodes of the Gibraltar District, Coolgardie Goldfield*, by F. R. FELDTMANN, 29 p., 3 fig., VII pl. (1925). Perth. **Pér. 184**

AMERICAN INSTITUTE OF MINING AND METALLURGICAL ENGINEERS. — **Transactions**. Vol. LXXIV. New York, 29 West 39 th Street, 1927. **Pér. 201**

SMITHSONIAN INSTITUTION. — **Annual Report of the Board of Regents, 1925**, Washington. **Pér. 27**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Scientific Papers**, Vol. XXI (1926), n^{os} 532 : *Analysis of dental gold alloys*, by W. H. SWANGER, p. 209-239. — 534 : *Effect of concentrated loads on the length of measuring tapes*, by L. V. JUDSON, p. 385-393, 1 fig. Pér. 61

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Technologic Papers**, Vol. XX (1926), n^{os} 319 : *Holding power of wood screws*, by I. J. FAIRCHILD, p. 553-580, 18 fig. — 321 : *A study of sieve specifications*, by L. V. JUDSON, p. 597-604, 2 fig. — 323 : *Use of glue in coated paper*, by G. K. HAMILL, V. H. GOTTSCHALK, G. W. BINCKING, p. 635-665, 3 fig. — 324 : *Standard hosiery lengths*, by E. M. SCHENKE, C. W. SCHOFFSTALL, p. 667-680, 12 fig. — 326 : *Measurement of the degree of sizing of paper*, by F. T. CARSON, p. 703-732, 9 fig. **Bibliography**, p. 730-732. Pér. 61

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Circulars**, n^{os} 86 (3d ed.) : *United States Government master specification for turpentine (gum spirits of turpentine and steam-distilled wood turpentine)*, 10 p., 2 fig. (1926). — 103 (4th ed.) : ... *for varnish, spar, water-resisting*, 6 p. (1926). — 209 (2d ed.) : ... *for hose, oil suction and discharge*, 4 p. (1926). — 258 (2d ed.) : ... *for cheesecloth unbleached*, 3 p. (1926). — 297 (2d ed.) : ... *for refractories, fire clay, plastic*, 5 p., 1 fig. (1926). — 298 (2d ed.) : ... *for clay, fire*, 6 p., 1 fig. (1926). — 310 : ... *for plumbing fixtures (for land use)*, 66 p., 27 fig. (1926). Pér. 61

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Miscellaneous Publications**, n^o 39 (3d ed. 1926) : *Household weights and measures*, 1 feuille (26 × 20). Pér. 61

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE. — BUREAU OF STANDARDS. — **Simplified practice recommendation**, n^{os} 16 (2d revision, 1926) : *Lumber*, 91 p., 28 fig. — 58 : *Classification of iron and steel scrap*, 21 p. (1926). Washington. Pér. 61

SERVICE TECHNIQUE DE L'AÉRONAUTIQUE. — **Bulletin technique**, n^{os} 39 (décembre 1926) : *Étude théorique du vol par battements*, par A. ALAYRAC, 32 p., 8 fig. — 40 (décembre 1926) : *Tables des matières des Bulletins publiés par les Services techniques de l'Aéronautique, 1918-1926*, 34 p. Paris, 2, rue de la Porte d'Issy (15^e). Pér. 117

COMITÉ DES TRAVAUX HISTORIQUES ET SCIENTIFIQUES (Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts). — **Bulletin de la Section des Sciences économiques et sociales**. Année 1926. Paris. Imp. nationale; E. Leroux 1927. Pér. 26

DIRECTION GÉNÉRALE DES DOUANES. — **Tableau général du commerce et de la navigation**. Année 1925. 1^{er} vol. : *Commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères*; 2^e vol. : *Navigation (Navigation internationale, cabotage français et effectif de la marine marchande)*. Paris, Imprimerie nationale. Pér. 34

NATIONAL PHYSICAL LABORATORY. — **Collected Researches**. Vol. XIX, 1926. London. Pér. 62

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Scientific Papers**, Vol. XXI (1926), n^{os} 536 : *A portable radio direction finder for 90 to 7,700 kilocycles*, by F. W. DUNMORE, p. 409-430, 13 fig. — 539 : *Radio metric measurements on the carbon arc and other light sources used in phototherapy* by W. W. COBLENTZ, M. J. DORCAS, C. W. HUGUES, p. 535-562, 21 fig. Pér. 61

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Technologic Papers**, Vol. XX (1926), n^{os} 325 : *Recent developments in lamp life-testing equipment and methods*, by J. F. SKOGLAND, R. P. TEELE, p. 681-702, 9 fig. — 327 : *Compressive strength of column web plates and wide web columns*, by R. S. JOHNSTON, p. 733-782, 28 fig. — Vol. XXI (1926), n^{os} 328 : *Test of large columns with H-shaped sections*, by L. B. TUCKERMAN, A. H. STANG, p. 1-88, 32 fig. — 329 : *Research on the production of currency paper in the Bureau of Standards experimental paper mill*, by M. E. SHAW, G. W. BICKING, p. 89-108. — 330 : *Resistance of conductors of various types and sizes as windings of single-layer coils at 150 to 6,000 kilocycles*, by E. L. HALL, p. 109-119, 7 fig. Pér. 61

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Circulars**, n^{os} 8 (4 th. ed.) : *Testing of thermometers*, 18 p. (1926). — 24 : *Supplementary list of publications of the Bureau of Standards (July 1, 1925 to June 30, 1926)*, 71 p. — 130 (2d ed.) : *United States Government master*

specification for soap, cake, grit, 6 p. — **265** (2d ed.) : ... *for indigo blue (shrunk)*, 4 p. — **299** (2d ed.) : ... *for brick, fire clay*, 7 p. — **312** : ... *for matting, rubber, for use around electrical apparatus or circuits not exceeding 3.000 volts to ground*, 4 p. — **313** : ... *for towels huck (with wovon name)*, 3 p. — **314** : ... *for ash, soda*, 3 p. — **315** : ... *for soda, caustic (lye) (for cleaning purposes)*, 3 p. — **316** : ... *for soda, laundry (washing soda)*, 4 p. (1926). Pér. 61

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. — *Agriculture yearbook 1925*. Washington. Pér. 410

LIBRARY OF CONGRESS. — *Report of the Librarian of Congress, 1926*, Washington. Pér. 350

L'agent général, gérant,
E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

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

DE LA TRACTION MOYENNE DES CHARRUES

par M. MAX RINGELMANN, *membre du Conseil.*

Dans tous les résultats d'essais, sur les charrues comme sur les autres machines agricoles, on cite les *tractions moyennes* ou les *puissances moyennes* nécessitées par une machine pour l'exécution d'un certain ouvrage.

Ces tractions ou puissances moyennes résultent de la planimétrie des diagrammes relevés sur un certain parcours ou pendant un certain temps.

Mais toutes les machines présentent des variations instantanées, en plus et en moins de la moyenne, soit dans les efforts de traction, soit dans la puissance qu'elles demandent au moteur.

Il est indispensable de connaître l'intensité de ces variations, surtout celles qui se manifestent en plus de la moyenne et que le moteur doit surmonter afin qu'il ne se produise pas un ralentissement ou un arrêt dans le fonctionnement.

Avec les machines mises en mouvement par courroies, on constate souvent une forte réduction momentanée de puissance, qui tombe parfois à zéro lorsqu'on cesse l'alimentation et que la machine à grande vitesse, comme une batteuse ou un moulin, joue alors le rôle d'un volant. Cela se constate avec moins d'amplitude pour les machines dont certaines pièces sont animées d'une assez grande vitesse (faucheuses, moissonneuses-lieuses) et encore bien moins pour les machines de culture (charrues, herses) qui ne peuvent jouer le rôle de volant à cause de la vitesse relativement faible de leur déplacement et que leurs pièces travaillantes sont toujours en prise avec la terre constituant la résistance.

Pour les machines à mouvements périodiques ou alternatifs (cas des pompes à simple effet, des compresseurs d'air, des moissonneuses-lieuses), on observe un rythme régulier de la variation de la puissance absorbée. Dans les moissonneuses-lieuses, la traction passe régulièrement et brusquement à un maximum dans la période très courte du serrage du nœud sur la gerbe. J'eus l'occasion de procéder, en 1898, à des essais sur une moissonneuse-lieuse dans laquelle, pour atténuer les à-coups à l'attelage, un arbre entraîné à grande vitesse portait un petit volant monté à friction; le volant de 0,48 m de diamètre, pesant 25 kg, faisait 10,1 tour par mètre d'avancement de la moissonneuse-lieuse. L'emploi du volant augmentait la traction moyenne de 12,5 p. 100, mais les tractions maxima imposées à l'attelage étaient diminuées de 9,61 p. 100 relativement à la traction moyenne sans volant. J'ai montré que le volant était mal calculé et je devais procéder à d'autres essais auxquels le constructeur ne donna pas suite.

Pour donner une idée des variations de l'effort ou de la puissance, voici quelques chiffres que j'ai relevés dans des essais récents :

Machine.	Puissance moyenne.	Variation, la puissance, ou l'effort moyen étant représenté par 100.
Moulin à farine.	540 kgm : s	85,18 à 114,81
Trieur de caroubes	2,2 —	81,81 à 136,36
	Effort moyen.	
Petite charrue	98,0 kg	51,02 à 153,8
Voiture à 4 roues sur pavé (au pas)	98,3 —	45,77 à 137,33

Comme autre exemple, je citerai un bâti d'expériences ne comprenant que trois dents de herse et pesant 6 kg (2 kg par dent), déplacé dans un sol artificiel, idéal comme homogénéité, constitué par du sable très fin de la falunière de Grignon; la

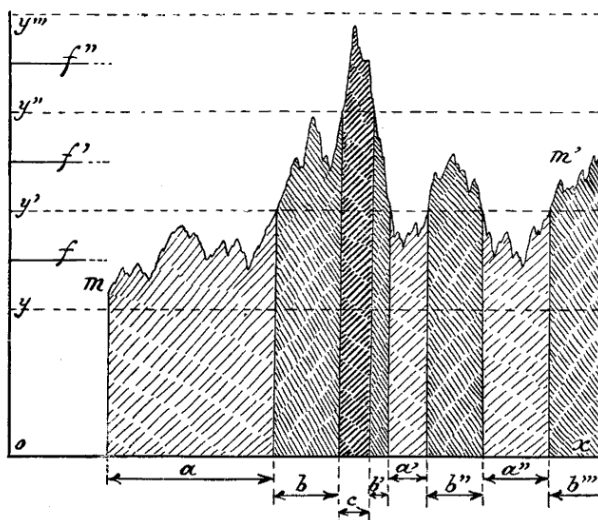


Fig. 1. — Tracé dynamométrique.

traction moyenne était de 10,8 kg (3,6 kg par dent travaillant à 0,03 m de profondeur), les variations de l'effort de traction étaient de 9,3 p. 100 en moins et de 9,6 p. 100 en plus de l'effort moyen.

* * *

Examinons le tracé dynamométrique représenté par la figure 1, dans lequel la courbe mm' indique les efforts nécessités par la machine (charrue) qui parcourt un chemin x . Le travail mécanique fourni à la machine considérée est la surface comprise entre l'abscisse x et la courbe mm' des efforts.

En considérant des efforts $y, y', y'', \dots$, variant d'une quantité quelconque (tous les 10, les 25, les 50, les 100 kg par exemple) correspondant à ce que nous pouvons appeler des efforts élémentaires moyens $f, f', \dots$, on peut tracer des zones relatives à chacun de ces efforts $f, f', \dots$ et déterminer les chemins sur lesquels ils sont effectués.

Ainsi, pour un effort f (fig. 1), le chemin correspondant est la somme des longueurs élémentaires $a, a', a'', \dots$. Pour un effort f' (fig. 1), le chemin est $\Sigma b, b', b'', \dots$; ce chemin est c pour un effort f'' .

Il est donc facile de décomposer sur le diagramme de l'enregistreur la traction d'une machine en un certain nombre d'efforts moyens élémentaires et d'avoir une idée du parcours sur lequel chacun de ces efforts est exercé. L'on peut, par le calcul, ramener ces longueurs relativement à un parcours égal à 100 m et indiquer les efforts correspondants en centièmes de l'effort moyen.

Dans ces calculs je ne considère que des efforts s'exerçant sur un parcours appréciable, capable d'être mesuré et donnant lieu à un travail mécanique. J'ai intentionnellement laissé de côté les efforts instantanés, analogues à un démarrage brutal et dont l'intensité est fonction de la différence de vitesse entre le moteur et la machine qu'il déplace, c'est-à-dire que ces efforts instantanés sont indépendants de la machine de culture considérée et de la résistance opposée par le sol.

Dans mes recherches sur ces efforts instantanés, qui m'ont conduit aux études des amortisseurs⁽¹⁾ et du choc⁽²⁾, je suis arrivé à des efforts tels qu'ils produi-

(1) Journal d'Agriculture pratique, 1893, t. I, p. 124.

(2) Académie des Sciences, C. R., 27 octobre 1903, p. 644.

saient la rupture du lien (longe, chaîne) avant le déplacement de la machine à entraîner.

J'ai également négligé dans les calculs les espaces infiniment petits pendant lesquels la traction tombe à zéro sur un parcours inappréciable.

Le tableau suivant résume les résultats constatés sur une charrue dont la traction moyenne était de 121 kg.

Tractions relatives (la traction moyenne étant représentée par 100).	Parcours totalisés (mètres).
66.	2,00
72.	4,00
78.	2,00
84.	9,75
90.	19,00
96.	9,75
100.	—
102.	9,75
108.	19,00
114.	13,00
120.	9,75
126.	2,00
Total.	100,00

La représentation graphique de ce tableau est donnée par la figure 2, dans laquelle les tractions relatives $t, t', t'', \dots, T$ sont portées en ordonnées y et leurs parcours totalisés $a, b, c, \dots, x$ sur l'abscisse x ; la traction moyenne, égale à 100, est indiquée par la ligne m .

De mes essais sur quatre charrues, travaillant dans un sol en bon état de culture, je résume les variations extrêmes des tractions relatives dans le tableau ci-après :

Poids des charrues.	Traction moyenne.	Variations de la traction (la traction moyenne étant représentée par 100).
kg	kg	
210	496,1	80,4 à 110,5
260	328,7	83,5 à 118,0
573	534,2	74,8 à 121,6
1.400	1.919,0	78,1 à 119,8

La figure 3 représente ce tableau : les poids p, p', p'', p''' des charrues sont portés en abscisses x et les tractions minima t et maxima T en ordonnées y , la traction moyenne m étant représentée par 100. Il ne semble pas qu'il y ait une influence marquée du poids ou de la traction moyenne de la charrue sur les variations en centièmes des efforts de traction qu'elle nécessite.

La traction maximum est la plus importante à considérer, que la charrue soit tirée par un attelage ou par un appareil de culture mécanique.

Il résulte d'expériences comprenant 14 essais de charrues et 2 essais de herse, que la traction maxima, relativement à la traction moyenne était influencée par la nature et l'état du sol travaillé; le maximum était de 1,42 fois la traction moyenne dans les sols durs et secs et jusqu'à 1,54 fois cette traction moyenne dans une fourrière présentant un sol très dur fortement tassé par des charrois antérieurs⁽³⁾, alors

(3) C'est pour ce motif que j'ai indiqué qu'il y avait lieu d'admettre comme *sécurité* les rapports de 100 à 175 entre la traction moyenne et la traction maximum qu'on peut demander à un tracteur

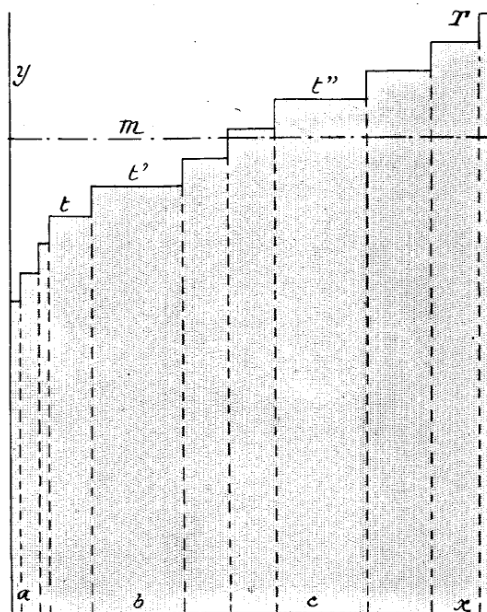


Fig. 2. — Traction d'une charrue.

que ce coefficient variait de 1,10 à 1,26 dans les terres en bon état, pour lesquelles il est prudent de tabler, comme *sécurité*, sur 1,33. Le coefficient s'élevait exceptionnellement à 2,6 dans le cas d'un démarrage très brutal.

Même dans une terre en excellent état de culture, ou déjà ameublie partiellement, comme dans le cas d'un second labour, il suffit pour augmenter la traction moyenne sur un très petit parcours qu'un obstacle se présente devant le coutre ou le soc A

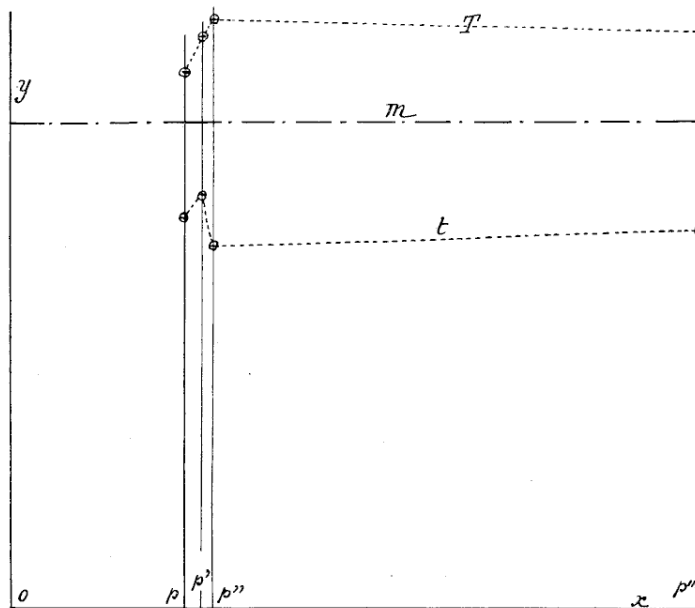


Fig. 3. — Variations de la traction en centièmes de l'effort moyen.

(fig. 4), comme une racine que la machine couche, rabote et tire sur une certaine longueur, ou un caillou *a* d'un centimètre de diamètre qui est poussé en *a'* tourné dans son alvéole, enfoncé en comprimant sur une certaine zone la terre *t* qui l'enrobe.

*
**

Mais la cause la plus importante de la variation de l'effort de traction d'une charrue (comme d'un cultivateur ou d'une herse) réside surtout dans la modification de la profondeur du labour compris entre le plan passant par le soc et le talon, et le profil en long que présente la surface du sol.

pour être certain que ce dernier soit toujours au-dessus de la limite correspondant à son arrêt, c'est-à-dire que si l'on représente par :

t, la traction moyenne exigée par la machine de culture;

T, la traction maximum qu'on doit demander au crochet d'attelage d'un tracteur, on a les relations suivantes :

$$T = 1,75 t \quad \text{ou} \quad t = 0,57 T.$$

Ces coefficients furent vérifiés dans de nombreux essais et constatations pratiques.

Comme conséquence, il est recommandable qu'un tracteur soit calculé, comme puissance du moteur et comme adhérence des roues motrices sur le sol de façon à pouvoir développer une fois et trois quarts l'effort moyen qu'on se propose de lui demander pour l'exécution d'un ouvrage déterminé.

Par suite, on peut admettre que la traction moyenne pratiquement utilisable d'un tracteur, en toute sécurité, serait les 57 centièmes de la traction maximum qu'il peut développer et qu'il est facile de constater dans un essai de très courte durée sur divers sols en différents états.

Ce qui précède se constate avec un de mes enregistreurs auxquels notre Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, sur le rapport de Ronna au nom de son Comité d'Agriculture de l'époque me décerna, en 1892, un prix de 3.000 fr « pour le meilleur instrument permettant de mesurer facilement le travail des machines agricoles » (*Bulletin* de juillet 1892, p. 423).

Dans mes premiers appareils, le manipulateur monté sur la machine essayée, transmettait électriquement ses indications au récepteur inscrivant sur le papier du dynamomètre enregistreur supporté par mon chariot dynamométrique; mais, pour ne pas employer des papiers très larges et très coûteux, j'avais décalé l'ordonnée de profondeur d'une quantité constante de l'ordonnée des efforts. J'ai simplifié ensuite l'appareil en le rendant indépendant du dynamomètre, avec leurs deux papiers se déplaçant d'une même quantité (5 ou 10 mm) par mètre d'avancement de la machine essayée; des points de repère marqués de temps à autre, au même moment, sur les deux tracés permettaient de les superposer.

La figure 5 donne le principe de cet enregistreur appliqué à la mesure de la profondeur h du labour effectué par une charrue (il en serait de même pour un cultivateur, une herse, un rouleau, une houe, un arracheur, etc.; il y eut d'autres enregistreurs analogues pour la largeur du labour ou la largeur de l'ouvrage effectué par d'autres machines). La roue exploratrice A est chargée, par une transmission spéciale, de déplacer le papier suivant le sens de la flèche t , proportionnellement au chemin parcouru par la charrue sur laquelle l'appareil est monté à l'aide d'étriers spéciaux. La roue A , qui roule sur le guéret mm' , en suit toutes les sinuosités en se déplaçant dans le plan vertical autour du point o et son axe décrit un arc aa' . En un point n , dans un rapport connu $\frac{oa}{on}$, la manivelle oa est articulée à une tige à glissières nn' portant le crayon c qui se déplace suivant le sens 2 proportionnellement aux différences de niveau h, h' entre la surface mm' du sol et le plan x du fond de la raie.

Le diagramme obtenu (fig. 6) donne ainsi, à l'échelle voulue, le profil en long de la raie de charrue, les ordonnées h, h', h'' ... représentant la profondeur de la culture et les abscisses ox les chemins parcourus. Comme les papiers de l'enregistreur et du dynamomètre de traction se déplacent de la même quantité par mètre d'avancement, la comparaison des deux diagrammes est des plus faciles; d'ailleurs, un contact électrique assure de temps à autre, mais au même instant, l'inscription d'un repère sur les deux diagrammes afin de vérifier leur concordance. Les recherches effectuées suivant ce programme montrent la similitude des efforts de traction et de la profondeur du labour exécuté pour une raie de largeur constante; en d'autres termes, il y a similitude des efforts et des dimensions de l'ouvrage effectué par la machine de culture.

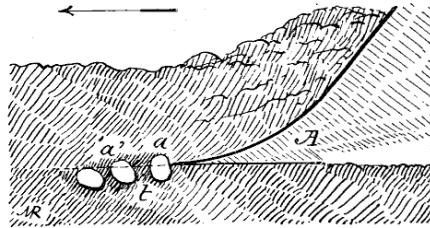


Fig. 4. — Action d'un soc sur un caillou.

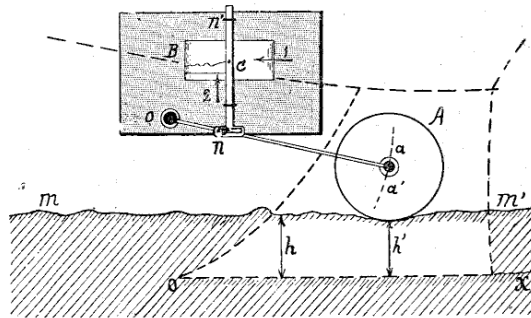


Fig. 5. — Enregistreur Ringelmann pour la profondeur du labour.



Fig. 6. — Diagramme relevé avec l'enregistreur de profondeur.

*
*
*

En résumé, les charrues (pour ne considérer ici que ces machines) présentent à l'attelage ou au tracteur qui les déplace des variations incessantes en plus ou en moins de leur traction moyenne, et, d'après les quelques résultats d'expériences cités plus haut, la traction moyenne étant de 100, la traction minimum peut, suivant la nature et l'état du sol, s'abaisser de 51 à 80 tandis que la traction maximum peut s'élever de 110 à 154.

Il semble que ce qui précède était ignoré par un expérimentateur de la station de Rothamsted qui paraît croire que la résistance opposée par la terre à une charrue est une quantité constante pour le même sol et le même réglage de la machine⁽⁴⁾.

On lit, en effet, dans le *Rothamsted Report* de 1923-1924, p. 28 à 30, à propos de recherches sur les propriétés des sols, la matière colloïdale, le coefficient hygroscopique des terres, etc. :

« que cette besogne fondamentale (les recherches en question) est longue, mais, entre temps il y a des problèmes pratiques pour lesquels une solution peut être trouvée par des moyens empiriques. Sur le travail de labour, M. Haines a obtenu de nouveaux graphiques de traction en labourant le sol comme on le fait dans les conditions de la culture courante.

Cette année (1923-1924) des études détaillées ont été faites sur les causes des irrégularités de la traction à la barre d'attelage (probablement d'un tracteur déplaçant une charrue à plusieurs raies) dans un champ apparemment homogène. Des mesures soignées montrent qu'un champ nivelé, uniforme à la vue, qui aurait été choisi par n'importe quelle commission pour des épreuves de charrues ou de tracteurs, présentait des irrégularités du sol qui causaient des différences considérables dans la traction à la barre.

Les résultats pour le champ dénommé Saivyer, ont été représentés par des tracés de courbes (fig. 7) et par une maquette en plâtre dont les sommets et les plis saillants représentent les fortes tractions et dont les vallées représentent les efforts moindres. Si ce champ avait été utilisé pour une épreuve, les surfaces attribuées à certains essais auraient été très favorables et d'autres très défavorables en dépit d'une apparente uniformité.

On étudie (à Rothamsted) des méthodes suivant lesquelles un examen préalable pourrait être fait pour indiquer la distribution des irrégularités du sol.

Le travail a montré combien l'on peut réduire la traction de la charrue par la chaux, le calcaire, ou par des matières organiques appliquées au sol, et comment l'on peut obtenir les meilleurs résultats par ces méthodes.... »

Dans la figure 7, calquée sur celle qui est insérée dans le *Rothamsted Report*, j'ai converti les mesures anglaises en mesures françaises. J'ai le regret d'être d'un avis opposé à celui de l'expérimentateur de Rothamsted.

Il semble que les mesures des efforts de traction ont été faites sur des rayages parallèles écartés d'environ 20 m. Or, si l'on considère le rayage E (fig. 7) présentant les plus grandes variations de traction sur le chemin E E' on voit que la traction moyenne étant représentée par 100, l'effort minimum est de 89,62 et le maximum 113,82, rapports bien plus faibles que ceux constatés dans mes essais, et montrant un champ d'une résistance assez uniforme; il est vrai que cette faible variation peut être due à ce que la charrue ouvrait plusieurs raies en même temps. Comme pour toutes les machines de culture (charrues, herses, cultivateurs) qui ont plusieurs pièces identiques en action simultanée, il se produit une sorte d'équilibre et il est excessivement rare qu'au même instant toutes les pièces présentent une résistance maximum ou minimum; on peut même dire, je crois, que cela ne se produit jamais en pratique. J'ai constaté cette sorte d'équilibre dans mes essais comparatifs de charrues à une raie et de charrues ouvrant deux raies en même temps et dont la traction présente bien moins de variations (en centièmes) que les premières.

D'ailleurs, en considérant des rayages A, B... J (fig. 7) dont j'ai limité les calculs à la portion indiquée en pointillé, voici les tractions exprimées en k ainsi que

(4) Beaucoup de personnes pensent que la traction d'une charrue fonctionnant dans des conditions déterminées est constante, et un de mes collègues et amis fit faire, sans résultat, une installation à grands frais d'un treuil à vapeur avec dynamomètre destiné à une vérification.

les moyennes et les variations pour 100. Sur chaque rayage, les tractions ont été estimées par interpolation à leur intersection avec les coordonnées équidistantes $a, b, \dots h$ (pour ne pas compliquer inutilement le tableau, je ne donne que les premières décimales).

Coordonnées.	TRACTIONS (en kilogr.) SUR LES RAYAGES									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
$h.$	630	630	630	675	720	698	630	608	608	608
$g.$	608	619	630	698	743	675	698	630	608	585
				765						
$f.$	597	608	608	675	720	675	675	630	608	574
$e.$	585	585	585	630	653	653	608	608	608	563
$d.$	563	563	585	608	585	630	585	585	585	563
$c.$	563	585	563	608	608	608	585	563	563	563
$b.$	563	563	585	608	608	608	563	563	552	540
$a.$	563	563	563	608	585	585	563	552	552	540
Moyenne de chaque rayage.	584	589,5	593,6	638,7	652,7	641,5	613,3	592,3	565,5	567,0
Variation, la traction { Min.	96,4	95,5	94,8	95,1	89,6	91,1	95,3	93,1	97,6	95,2
moyenne étant de 100. } Max.	107,8	106,8	106,1	109,2	113,8	108,8	113,7	106,3	107,5	107,2

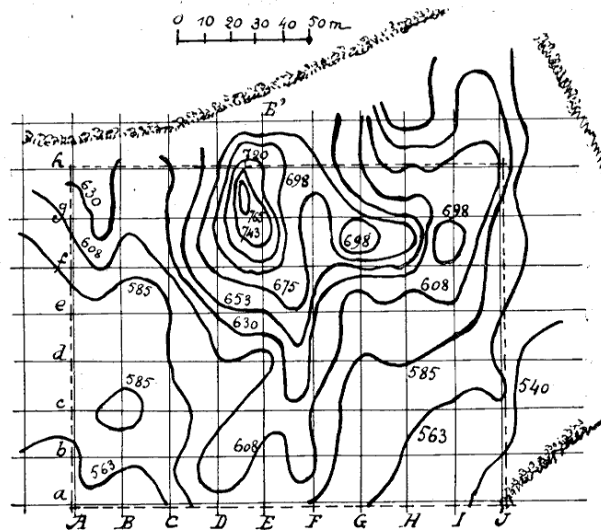


Fig. 7. — Graphique anglais montrant la variation de la traction d'une charrue dans un champ qui semblait homogène.

Il est facile d'établir les graphiques des tractions pour chaque rayage A, B... J; je ne donne pas la reproduction des dessins que j'en ai fait et qui allongeraient inutilement cette note.

La moyenne arithmétique des tractions moyennes des 10 rayages est de 605,8 kg; les moyennes des variations en centièmes de la traction des dix rayages sont de 94,4 kg pour les minima et 108,7 pour les maxima. Ceci montre que le champ considéré présentait une grande uniformité au point de vue de la résistance qu'il oppose au travail d'une charrue.

Pour l'ensemble de toutes les tractions indiquées dans le tableau précédent, la traction minimum (en centièmes) est de 89,1 (540 kg) et la traction maximum de 122,6 (743 kg); cette traction s'élève à 126,2 si l'on considère l'îlot présentant une traction de 765 kg manifestée entre les rayages DE et les coordonnées gh .

[Je rappelle que, dans mes essais cités plus haut, pour une terre en bon état de culture, j'ai constaté que la traction maximum variait de 110 à 126 pour une traction moyenne de 100.]

D'autre part, si nous considérons deux rayages y et y' (fig. 8) espacés d'une certaine quantité x , 10 ou 20 m, on peut admettre, jusqu'à une certaine limite, une continuité dans l'intensité des tractions entre les points t , t' , t'' assez rapprochés sur le même rayage; qu'entre t et t' , par exemple, la traction croît à peu près régulièrement de 550 à 600 kg, qu'entre t' et t'' , elle décroît à peu près régulièrement de 600 à 550 kg, comme cela se voit dans les courbes de phénomènes continus, tels que ceux des baromètres ou des thermomètres enregistreurs; mais on n'a pas le droit de dire qu'il y ait la même continuité sur la transversale $t'x'$; par suite on ne peut pas raccorder les tractions t , t' , t'' avec celles de mêmes intensités u , u' , u'' relevées sur un autre rayage y' très écarté du premier y , car rien ne permet d'admettre les lignes a , b , c de raccordement et par conséquent de tracer des courbes d'égales résistances opposées par le sol à la charrue; au point b , par exemple, situé sur la ligne, droite ou courbe, qu'on trace pour réunir les points t' et u' où la traction constatée de la charrue est de 600 kg, la traction peut être bien plus faible ou bien plus élevée que 600 kg, tandis que sur le rayage, on peut constater, soit sur le diagramme de l'enregistreur, soit à l'aiguille du dynamomètre, s'il y a des chutes ou des augmentations de traction dans les intervalles $t' t'$ et $t' t''$..., alors que ce n'est pas vérifiable sur une transversale $t'x'$. En un mot, les courbes de la figure 7, et la maquette en plâtre de Rothamsted qui les représente à la façon d'un relief de terrain selon ses courbes de niveau, donnent une idée inexacte de la résistance opposée dans toute l'étendue d'un

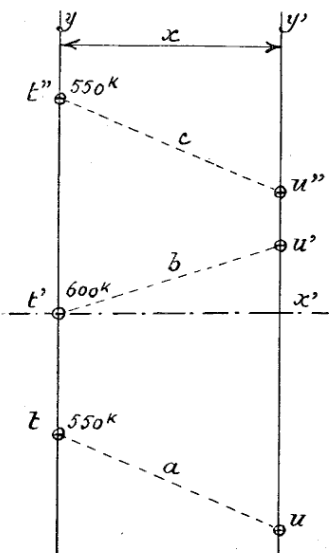


Fig. 8. — Tractions sur des rayages parallèles.

champ à l'avancement de la charrue.

J'aurais préféré n'avoir pas eu à faire cette critique du travail de Rothamsted, qui m'a d'autant plus vivement intéressé que je n'ai jamais fait d'essais sur ce programme : mesurer la traction d'une même charrue sur des rayages parallèles régulièrement espacés dans un champ aussi homogène que possible; sous ce rapport, les chiffres du tableau précédent sont très intéressants.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU DURCISSEMENT DES EMPIERREMENTS DE CHAUSSÉES SILICATÉS⁽¹⁾

par M. R. FERET,

membre du Conseil, chef du Laboratoire des Ponts et Chaussées de Boulogne-sur-Mer.

Pendant ces dernières années, on a obtenu pratiquement des résultats encourageants en imprégnant de solutions de silicate de soude les matériaux calcaires employés à la confection des revêtements de chaussées. On réalise ainsi une consolidation généralement très appréciable de la surface d'usure, ce qui permet de constituer avec certains matériaux locaux, autrement inutilisables, des chaussées économiques, de bonne résistance moyenne, présentant divers avantages sur celles en macadam ordinaire⁽²⁾.

Dès 1844, Frédéric Kuhlmann avait signalé pour la première fois la grande augmentation de dureté communiquée par les silicates alcalins aux pierres calcaires poreuses, et l'avait expliquée par une double réaction incomplète, donnant naissance à un silico-carbonate de chaux plus résistant que le carbonate lui-même⁽³⁾.

Depuis lors, d'autres hypothèses ont été basées sur la séparation de la silice par l'acide carbonique de l'air, sur un durcissement par dessiccation progressive ou sur des phénomènes de dialyse par suite desquels le silicate s'enrichirait en silice dans les parties superficielles, tandis qu'un liquide plus alcalin se diffuserait à l'intérieur.

Les essais qui vont être décrits ont eu pour but d'élucider la question. La plupart ont été exécutés avec une solution de silicate de soude du commerce à 36°B. contenant, en poids, 24,9 p. 100 de SiO_2 et 7,3 p. 100 de Na_2O (rapport : 3,41).

A. Une solution de silicate de soude, versée dans de l'eau de chaux, y provoque un précipité de silicate de chaux, soluble dans un excès de silicate alcalin.

La même combinaison se produit quand on cherche à former une pâte avec la solution de silicate à 36°B. et de la chaux grasse éteinte en poudre : la masse fait prise partiellement pendant le gâchage.

Ce phénomène explique que la surface des mortiers et bétons de ciment en cours de durcissement soit consolidée par un badigeon de silicate alcalin, formant du silicate de chaux avec l'hydrate de chaux mis en liberté pendant la prise du ciment⁽⁴⁾.

B. Quand on gâche avec la solution de silicate à 36°B. des poudres fines de craie, de marbre, de quartzite, d'argile sèche ou de charbon de bois, on ne constate aucun raffermissement analogue, et l'on obtient des pâtes bien plastiques. Enfermées sans air dans des tubes de caoutchouc paraffinés et bien bouchés, celles-ci n'y subissent aucune modification et ont encore la même consistance pâteuse lorsqu'on ouvre les tubes après plusieurs mois. Il ne se produit donc, dans ces conditions, aucune double décomposition entre le silicate alcalin et les calcaires.

C. Des pâtes pareilles, étalées à l'air, même sur un support non absorbant tel qu'une lame métallique, se solidifient rapidement à la surface. Au bout d'environ

(1) Un résumé de ces recherches a été présenté à l'Académie des Sciences dans sa séance du 11 avril 1927 (C. R. : CLXXXIV, 933).

(2) Une bibliographie des articles traitant déjà de cette question vient d'être publiée dans le n° 1 (13 février 1927) du *Bulletin technique de la Route silicatée*, édité par le Bureau technique pour le développement de la Route silicatée, 201, rue du Temple, à Paris.

(3) C. R. : XII, 850; XL, 1335; XLI, 162, 239, 980, 1 029; XLV, 738, 787; XLVI, 920 (1841 à 1858).

(4) Au sujet de ces applications des silicates solubles, voir notamment : *Proceed. Amer. So. for Testing Materials*, X, 351 (1910), et *The Structural Engineer* (London), 1924, 171, 174, 251, 367.

10 heures pour l'argile⁽⁵⁾, 18 heures pour les calcaires, 22 heures pour le quartzite et 40 heures pour le charbon, l'aiguille Vicat ne marque plus aucune trace. Le durcissement n'est donc pas dû à une combinaison chimique des éléments du silicate avec ceux du calcaire, puisqu'il se produit aussi bien avec d'autres matières⁽⁶⁾.

L'intérieur reste longtemps mou et le raffermissement ne s'y propage que très lentement de proche en proche. Mais si l'on arrache la croûte superficielle, elle se reforme rapidement.

Quelle que soit la nature de la poudre employée, des morceaux de cette croûte, mis dans l'eau, s'y conservent intacts, pourvu que le durcissement préalable ait été suffisant.

D. Kuhlmann avait justifié son interprétation chimique du raffermissement de la craie par le fait que, bouillie avec les silicates alcalins solubles, cette dernière peut leur enlever la totalité de leur silice tout en retenant son propre acide carbonique.

On a opéré de même avec du quartzite en poudre. Dix grammes de cette matière ont été maintenus à l'ébullition pendant deux heures et demie avec une solution étendue (environ 300 cm³) de silicate, contenant 0,613 g de SiO² et 0,168 g de Na²O (rapport : 3,65).

Après repos de deux jours, le liquide était resté très trouble et, même passé plusieurs fois au creuset de Gooch, n'a pas filtré parfaitement clair. Il contenait encore 0,168 de Na²O, mais seulement 0,510 de SiO² (rapport : 3,04), en sorte que 0,403 de SiO² avait dû être adsorbé par le quartzite.

Le phénomène initial déterminant le durcissement semble donc être une adsorption superficielle de la silice par les matières divisées (pulvérulentes ou poreuses), quelle que soit la nature de celles-ci⁽¹⁷⁾.

E. Dans la solution de silicate à 36° B., étendue d'eau jusqu'à un volume décuple, on a fait passer un courant d'acide carbonique. Au bout de quelque temps, le liquide s'est pris tout entier en gelée, par la précipitation de la silice. On l'a fortement étendu d'eau, on a désagréé la gelée et l'on a continué à faire passer l'acide carbonique pendant environ dix heures en agitant de temps en temps. Finalement, le liquide filtré contenait encore un peu de silice, et le rapport de celle-ci à la soude était de 0,36.

Une partie de la silice gélatineuse, recueillie et lavée sur creuset de Gooch, a été étalée en tartine mince et abandonnée à l'air ambiant. Elle s'est desséchée sans acquérir aucune consistance.

D'autres parties de la silice en gelée, non séparée de la solution saline très étendue dont elle était imprégnée, ont de même été étalées, soit telles quelles, soit après avoir été gâchées en pâtes avec des poudres calcaires ou siliceuses, avec ou sans addition de carbonate de soude en poudre. Aucune de ces pâtes n'a durci : en séchant, elles sont passées à l'état pulvérulent.

Il semble ressortir de cet essai que la silice qui se sépare du silicate en solution n'est susceptible d'agglomérer les poudres incorporées que quand elle agit à l'état naissant. Autrement dit, elle n'est adsorbable qu'à l'état dissous.

F. Une pâte plastique obtenue en gâchant de la poudre de quartzite avec la moitié de son poids de la solution de silicate à 36° B., a été étalée en tartines d'environ 1,5 mm d'épaisseur, d'une part sur des feuilles de fer-blanc, d'autre part sur des plaques, épaisses d'environ 25 mm, d'une même pierre calcaire, très tendre et

(5) Malgré ce rapide durcissement de l'argile sèche et divisée, il serait imprudent d'employer sur les chaussées des matériaux boueux, où l'argile humide forme souvent des grumeaux compacts, sans doute difficilement pénétrables.

(6) Quelles que soient celles-ci, il doit dépendre en grande partie de la proportion d'éléments impalpables qu'elles contiennent. Ainsi, les teneurs des quatre premières poudres dont il vient d'être question en particules restant en suspension au bout d'une heure dans une épaisseur d'eau de 10 cm étaient de 64 p. 100 pour l'argile, 80 pour la craie, 48 pour le marbre et 23 pour le quartzite; sauf pour la craie, l'ordre est le même que celui des durées de prise.

très poreuse⁽⁷⁾, saturée d'eau; dans tous les cas on a interposé entre la pâte et son support une feuille de papier à filtrer, destinée à éviter un contact immédiat et à faciliter la séparation de la matière une fois durcie.

Une tartine de chaque sorte a été conservée à l'air ambiant du laboratoire; un deuxième couple a été mis sous une cloche contenant au fond de la potasse caustique et traversée par un courant d'air humide privé de son acide carbonique; un troisième a été mis sous une cloche traversée par un courant d'acide carbonique humide; un quatrième a été soumis à un vide partiel, la pression réduite oscillant entre 10 et 1 cm de mercure; enfin, un cinquième couple de tartines a été mis dans une étuve à 110°.

Au bout de deux jours, les quatre tartines conservées à l'air ambiant et dans l'acide carbonique étaient très dures; celle sur fer-blanc conservée dans l'air raréfié avait un peu durci⁽⁸⁾; celle sur pierre dans l'air raréfié⁽⁹⁾ et les deux dans l'air privé de CO² étaient restées aussi molles qu'au début. Quant aux tartines chauffées à 110°, celle sur fer-blanc était déjà très dure au bout d'une heure et celle sur pierre mouillée, au bout de deux heures, bien que la pierre retint encore une grande partie de son eau.

Les résultats des quatre premiers groupes tendraient à établir que le durcissement est dû surtout au déplacement de la silice par l'acide carbonique de l'air. Mais ceux des tartines chauffées montrent que l'évaporation doit agir aussi, bien que les pâtes conservées en atmosphère raréfiée n'aient durci que peu ou pas du tout.

D'ailleurs l'analyse des diverses pâtes à la fin de chaque essai n'a révélé franchement un gain de CO² que pour celles conservées dans l'acide carbonique (4,6 p. 100 du poids de la solution de silicate initiale, soit 89 p. 100 du poids de CO² qui neutraliserait tout Na²O contenu); aucun gain bien net n'a été constaté pour les autres.

G. Aussitôt après l'examen, les matières durcies ont été pulvérisées et les pâteuses remélangées au pilon; 2,5 g de chaque poudre ou pâte ont été mis dans des flacons bouchés contenant 125 cm³ d'eau distillée, et conservés à la température ambiante avec agitations fréquentes. Au bout de 24 heures, on a filtré 100 cm³ du liquide et on l'a analysé.

Presque toujours les liquides, même repassés à plusieurs reprises, ont filtré trouble, et cela d'autant plus qu'ils provenaient de mélanges moins durcis. Il a dû en résulter de légères erreurs dans quelques analyses.

D'autre part, on a lavé longuement par filtration les pierres ayant servi de supports aux pâtes; on a filtré les eaux de lavage et on les a analysées également.

Le tableau ci-après rappelle l'état de dureté final des divers mélanges et indique les rapports des poids de SiO² et de Na²O trouvés en solution dans les liquides.

Les rapports des nombres de molécules dépassent de 1/30 les rapports des poids; ils ne présentent que peu d'intérêt en ce que, dans les silicates dont il s'agit, les deux

(7) La porosité de cette pierre était de 29,8 p. 100 en poids, ou 44,4 p. 100 en volume.

Pour mesurer la porosité en poids, sécher complètement un morceau de pierre, le peser, l'immerger en partie, de telle sorte que l'eau, montant par capillarité, puisse chasser l'air par le haut; après imbibition, achever d'immerger, soumettre à l'action du vide pendant une durée suffisante, sortir le morceau de l'eau, essuyer rapidement sa surface et le peser aussitôt. L'augmentation de poids, rapportée au poids initial ramené à 100, donne le poids d'eau absorbable par un poids 100 de pierre sèche. L'ébullition dans l'eau peut, dans une certaine mesure, suppléer à l'action du vide.

Essayés ainsi, des échantillons de la pierre de Rumont, qui a été employée en chaussées silicatées près de Bar-le-Duc, et de la pierre, dite tendre, de Beaulieu, réputée comme ayant donné les meilleurs résultats dans les silicatages de l'arrondissement de Montbéliard, ont accusé respectivement des porosités de 1,1 et de 11,7 p. 100.

Si p est le poids d'eau absorbable par un poids 100 de la pierre sèche et si d est le poids spécifique de celle-ci, le volume absolu de 100 g de pierre sèche est $\frac{100}{d}$, et la même pierre, saturée d'eau, en contient $\frac{100+p}{d}$ p. 100 de son volume apparent.

(8) L'aiguille Vicat marquait encore une trace en certains points et aucune en d'autres.

(9) La pierre dans l'air raréfié n'avait pas perdu toute son eau et l'atmosphère sous la cloche était encore humide.

éléments, acide et basique, ne sont réunis que par une affinité des plus faibles et ne semblent pas former de combinaisons définies.

CONDITIONS D'EXPOSITION	TARTINES SUR PLAQUES MÉTALLIQUES		TARTINES SUR PIERRES POREUSES		EAU DE LAVAGE DES PIERRES
	Etat final.	SiO ² : Na ² O.	État final.	SiO ² : Na ² O.	SiO ² : Na ² O.
2 jours { dans l'air privé de CO ² en atmosphère raré- fiée à l'air ambiant. dans CO ² humide. . .	pâteux	3,16	pâteux	3,28	2,84
	peu dur	3,43	pâteux	2,51	4,27
	dur	4,85	dur	1,83	0,80
	dur	0,29	dur	0,90	0,04
1 heure et 2 heures à 110° . .	dur	1,72	dur	1,59	0,85

Ces chiffres, ainsi que les résultats de nombreuses autres expériences non relatées ici, montrent que, dans le silicate resté soluble au sein du mélange, la proportion de silice par rapport à la soude est généralement d'autant plus faible que le durcissement est plus avancé. Celui-ci semble donc devoir être attribué à l'insolubilisation d'une fraction croissante de la silice⁽¹⁰⁾.

Pas de différences bien nettes entre les valeurs de SiO² : Na²O selon que la pâte reposait sur un support poreux ou non absorbant.

Dans la partie soluble du silicate passé dans la pierre, la teneur relative en silice est aussi d'autant plus faible que le mélange est devenu plus dur, et toujours plus faible que dans le silicate retenu par celui-ci.

Ce dernier résultat est conforme à une théorie émise récemment par M. Geschwind⁽¹¹⁾, d'après laquelle le silicate se dialyserait à travers la pierre en laissant pénétrer surtout la soude, avec enrichissement en silice de la croûte superficielle. Pourtant une pareille dialyse ne saurait être invoquée pour expliquer le durcissement des pâtes conservées en couche mince sur supports non absorbants.

H. En délayant de la poudre fine de grès siliceux avec 65 p. 100 de son poids de silicate de soude à 36° B. (SiO² : Na²O = 3,43), on a fait une pâte fluide, que l'on a étalée en tartines d'environ 1,5 mm d'épaisseur sur des plaques égales (10 × 10 × 1,5 cm) de pierres de diverses natures et de diverses porosités, les unes sèches, les autres saturées d'eau. Sur chaque plaque on a mis 25 g de pâte, contenant 3,20 g d'éléments solubles, calculés anhydres, et l'on a laissé le tout à l'air ambiant.

(10) De là la méthode suivante pour comparer les degrés de dissociation du silicate en divers points de chaussées en service :

Recueillir la matière d'aggrégation reliant les pierres et l'émettre immédiatement dans un flacon d'eau distillée.

Après agitations répétées, filtrer le lendemain sur creuset de Gooch.

Doser dans le liquide l'alcalinité par un acide titré, de préférence dilué de telle sorte qu'une division de la burette neutralise exactement 1 mg de Na²O, et en ayant soin d'employer comme révélateur l'hélianthine, afin que l'alcalinité trouvée corresponde à la totalité de la soude.

Évaporer le liquide à sec en présence de HCl; maintenir 24 heures à 103°; reprendre par l'eau acidulée, délayer, chauffer, filtrer et laver; évaporer le filtrat et maintenir 4 heures à 103° pour insolubiliser la silice restante; reprendre de même par l'eau acidulée, délayer, chauffer, filtrer et laver; incinérer les deux résidus ensemble et peser la silice ainsi séparée. (Quand on ne tient pas à une très grande précision, on peut se contenter de maintenir quelques heures à 103° le premier résidu d'évaporation, le délayer dans de l'eau acidulée, évaporer de nouveau, laisser encore quelques heures à 103°, reprendre par l'eau acidulée, délayer, chauffer, filtrer, laver et peser.)

Dans le liquide séparé de la silice, précipiter la chaux à l'état d'oxalate; calciner et peser le précipité; calculer le poids de Na²O correspondant au poids de CaO obtenu, et le déduire du poids indiqué par l'essai alcalimétrique.

Diviser le poids de SiO² trouvé par celui de Na²O ainsi corrigé.

Il est indispensable d'apporter sur la route des flacons d'eau distillée pour y mettre immédiatement les échantillons; autrement, une partie de la silice contenue s'insolubiliserait pendant le transport.

(11) L. GESCHWIND, directeur du Service des Études aux Établissements Kuhlmann : *Étude sur l'emploi du silicate de soude pour le revêtement des chaussées*; éditions du Bureau technique pour le Développement de la Route silicatée, 1926.

NATURE DE LA PIERRE	VERGELÉ (calcaire tendre)		GRÈS A MEULES (siliceux)		MARBRE
	Sèche.	Saturée.	Sèche.	Saturée.	Sèche.
Porosité p. 100 { en poids					0,04
{ en volume					0,1
État de la pierre lors de l'application de la pâte					
Fin de prise à l'aiguille Vicat. .	4 h. 1/2	8 heures	8 h. 1/2	8 h. 1/2	8 h. 1/2
Rapport t { dans la pâte durcie.	1,81	1,91	2,31	2,28	2,92
SiO ₂ soluble { dans l'eau de la-					
Na ₂ O } vage de la pierre.	1,66	1,69	1,47	1,83	—
Poids total de SiO ₂ soluble et de Na ₂ O trouvés dans les pierres.	0,69	1,09	0,17	0,88	0
Proportion p. 100 de silice insolubilisée	49	48	30	30	15

La fin de prise superficielle, définie par la cessation de toute trace par l'aiguille Vicat, s'est produite après une durée sensiblement égale sur les diverses plaques, sauf sur la pierre la plus poreuse, employée sèche, où elle a été plus rapide.

Au bout de 33 heures, les matières, parfaitement durcies, ont été détachées des plaques, pulvérisées et essayées comme dans l'expérience précédente. Dans la partie soluble, le rapport de la silice à la soude a été d'autant plus faible, autrement dit le silicate a été d'autant plus dissocié, que la pierre était plus poreuse, qu'elle fût d'ailleurs calcaire ou siliceuse; par contre, la dissociation n'a pas présenté de différences bien nettes selon qu'une même pierre avait été employée sèche ou mouillée.

Dans l'eau de lavage des pierres, le rapport SiO₂ : Na₂O a été plus faible que dans les pâtes durcies, à peu près indépendant de la porosité, mais peut-être un peu plus faible pour les pierres sèches que pour les pierres mouillées.

Le poids total des éléments solubles trouvés dans les pierres a été d'autant plus fort que celles-ci étaient plus poreuses, et plus fort avec les pierres mouillées qu'avec les pierres sèches.

Enfin les proportions totales de silice insolubilisée tant dans les pierres que dans la pâte, rapportées à un poids 100 de la silice initiale du silicate, ont été à peu près indépendantes du degré d'humidité des pierres et, d'une manière très marquée, d'autant plus fortes que celles-ci étaient plus poreuses. Cette dernière constatation est le principal point à retenir.

I. Sur les mêmes pierres, employées toutes à l'état sec, on a étalé de même des pâtes obtenues en délayant du porphyre en poudre avec 60 p. 100 de son poids de deux solutions de silicate, l'une à 36° B., l'autre à 12° B., obtenue en diluant la première. La seconde pâte a été notablement plus fluide et a manifesté beaucoup plus tard, sur les trois types de pierres, sa fin de prise superficielle.

Au bout de 33 heures, les rapports de la silice soluble à la soude dans les pâtes durcies étaient d'autant plus faibles que la prise avait été plus rapide.

Quant aux poids, d'ailleurs faibles, d'éléments solubles passés dans les pierres, ils étaient à peu près triples pour les pâtes au silicate dilué que pour celles au silicate concentré.

Néanmoins, les poids totaux de la silice déjà insolubilisée étaient beaucoup plus forts (en moyenne 5 fois) avec le silicate à 36° B. qu'avec celui à 12° B.

J. Dans deux boîtes à fond plat, en papier à filtrer, posées l'une sur une lame de fer-blanc, l'autre sur une pierre calcaire poreuse sèche, d'environ 10 mm d'épaisseur, extraite du même bloc que celles des essais F et G, on a mis du silicate de soude à 36° B. (SiO₂ : Na₂O = 3,38). Après trois jours de conservation dans une armoire, les liquides s'étaient coagulés dans les boîtes en des masses solides, d'aspect corné, que l'on a pulvérisées facilement et traitées par l'eau à la température ambiante, comme les pâtes plus ou moins durcies des essais précédents.

Le silicate durci sur support métallique a laissé un très léger résidu de silice insoluble (2,5 p. 100), et le liquide filtré contenait 3,26 de SiO_2 pour 1 de Na_2O , s'étant donc à peine appauvri en silice.

Le silicate durci sur pierre poreuse n'a laissé qu'un résidu insoluble insignifiant et le liquide avait sensiblement la même composition ($\text{SiO}_2 : \text{Na}_2\text{O} = 3,56$) que le silicate initial. L'eau de lavage de la pierre contenait 2,03 de SiO_2 pour 1 de Na_2O , ce qui dénote, au contraire, un notable affaiblissement en SiO_2 .

L'analyse d'échantillons de pierre grattés sur les deux faces de la plaque lavée, a montré ensuite que seule la face supérieure s'était enrichie en silice.

Cet essai tend à montrer que la simple évaporation du silicate, sans contact d'un minéral poreux ou pulvérulent susceptible de provoquer l'adsorption, ne met en liberté, à l'état insoluble, qu'une portion infime de sa silice, alors qu'au contraire celle-ci se sépare en partie au contact de la pierre poreuse. On retrouve, en outre, la loi, déjà formulée par M. Geschwind, que la silice est surtout retenue par les premières couches de pierre pénétrées par le silicate.

K. Dans quatre types de pierres différents, dont on avait préalablement mesuré les porosités, on a taillé six prismes de $4 \times 4 \times 8$ cm, que l'on a collés deux à deux, bout à bout, à l'état sec, par un joint de 5 mm d'épaisseur, au moyen d'une pâte plastique obtenue en gâchant une poudre fine de quartzite avec moitié de son poids de silicate à 36°B. (volumes absolus égaux). Au bout de trois mois de durcissement, les doubles prismes ont été essayés par flexion sous moment fléchissant constant, et l'on a calculé la tension développée entre la pierre et le joint à l'instant du décollement⁽¹²⁾. Les résultats obtenus, moyennes de trois essais pour chaque sorte de pierre, ont été les suivants :

NATURE DE LA PIERRE	POROSITÉ en poids.	ADHÉRENCE (kg : cm ²).
Marbre blanc.	0,1	38,6
Calcaire de Marquise	0,1	44,3
Calcaire de Jeumont	6,0	27,6
Vergelé (tendre)	23,7	(8,4) ⁽¹³⁾

L'adhérence d'une même pâte silicatée à diverses pierres semble donc varier en sens inverse de la porosité et de la dureté de celles-ci.

L. Des sables composés de grains de diverses grosseurs ont été fabriqués par concassage de quartzite, de calcaire dur de Marquise et de charbon de bois. En les gâchant avec la solution de silicate à 36° B., on en a fait des mortiers un peu poreux⁽¹⁴⁾, qui ont été moulés en cubes de 5 cm de côté, démoulés le lendemain, laissés sur une table et essayés à l'âge de 28 jours. Les résistances atteintes ont été respectivement de 150, 100 et 15 kg : cm². Après rupture, on a constaté que la matière était dure et sèche jusqu'au centre. Des débris, mis dans l'eau, se sont désagrégés en quelques heures.

De même, avec quatre pierres concassées, on a fait des mortiers contenant chacun 200 g de grains de 5 à 2 mm, 100 g de grains de 2 à 0,5 mm, 100 g de grains de moins de 0,5 mm, 20 cm³ de silicate, et les quantités d'eau nécessaires pour avoir toujours une même consistance un peu ferme. Pilonnés légèrement dans des moules cubiques de 4 cm de côté, ces mortiers ont été démoulés, les uns au bout de

(12) Pour le dispositif employé et le mode de calcul, voir : FERET, *Étude expérimentale du ciment armé*, p. 626, Paris, Librairie Gauthier-Villars.

(13) Deux des doubles prismes au Vergelé se sont brisés au démoulage, de sorte qu'un seul a pu être essayé. Pour les trois, la rupture s'est produite à travers la pierre, à environ 1 mm du joint.

(14) Avec le calcaire et le quartzite, on a pris 100 g de grains de 5 à 2 mm, 100 g de grains de 2 à 0,5 mm, 50 g de poudre très fine et 28 cm³ de silicate. Avec le charbon, on a pris 100 cm³ de silicate pour 30 g de mélange tout venant, traversant la passoire à trous de 5 mm et riche en éléments très fins.

48 heures, les autres au bout de 30 jours, et essayés tous à la compression à l'âge de 30 jours. Les résultats ont été les suivants :

NATURE DE LA PIERRE	POROSITÉ en poids.	RÉSISTANCES A LA COMPRESSION (kg : cm ²) après 30 jours ⁽¹⁵⁾ Cube démoulé après	
		48 heures.	30 jours.
Quartzite de Cherbourg	0	64	50 ⁽¹⁶⁾
Calcaire dur de Marquise	0,1	26,5	17,5 ⁽¹⁶⁾
Grès siliceux	0,6	23	28
Marne calcaire tendre	8,4	13	9,5

Ces résultats confirment que le durcissement par les silicates alcalins n'est pas exclusif aux pierres calcaires, et montrent que la résistance du conglomerat croît avec la dureté des matériaux employés.

Conclusion. — Le durcissement des matériaux pierreux par les solutions de silicate de soude semble être dû surtout à la séparation, sous certaines influences, de silice gélatineuse, qui se coagule ensuite en englobant les particules pierreuses en un magma résistant et insoluble.

La principale de ces influences est l'adsorption exercée par les matières solides divisées, quelle que soit la nature de ces dernières ⁽¹⁷⁾.

Elle peut être favorisée par la dessiccation, par la dialyse et par l'action de l'acide carbonique atmosphérique.

C'est évidemment à la variation de ces influences qu'on doit attribuer la diversité des résultats obtenus, dans les applications pratiques, selon la nature des matériaux, leur mode de mise en œuvre et les conditions météorologiques pendant et après emploi ⁽¹⁸⁾.

(15) Plusieurs de ces nombres, dont chacun correspond à un seul cube, ont dû être un peu faussés par des détériorations subies lors du démoulage.

(16) La faiblesse relative de ces résistances par rapport aux 150 et 100 kg trouvés dans l'expérience précédente, doit provenir surtout de ce que les premiers mélanges étaient plus riches en particules impalpables, agissant plus énergiquement sur le silicate. Sans doute aussi est-elle due en partie aux additions d'eau ayant dilué le silicate.

(17) Certains périodiques ayant reproduit inexactement la précédente communication à l'Académie des Sciences, il n'est peut-être pas inutile de rappeler ici que l'adsorption (par un *d*) est le phénomène par lequel les corps solides captent à leur surface une partie des éléments chimiques des solutions qui les baignent.

(18) Les premières conséquences pratiques de ces observations semblent être, d'abord qu'il importe peu que les pierres soient calcaires ou non, d'autre part qu'il convient d'employer de préférence des matériaux d'empierrement durs, capables de fournir à la chaussée une ossature résistante, avec une matière d'agrégation tendre, poreuse ou pulvérulente, susceptible d'être fortement coagulée par le silicate.

C'est surtout aux ingénieurs chargés de l'entretien des routes qu'il appartiendrait de les vérifier.

BRUME ET BROUILLARD

par MM. J. ROUCH, capitaine de frégate, et L. GAIN, docteur ès sciences.

Pour les marins, les mots *brume* et *brouillard* ont la même signification, et ils n'emploient guère que le premier.

Pour les aviateurs, il en est tout autrement. Les météorologistes qui font des observations destinées aux besoins de la navigation aérienne, emploient le terme *brouillard* chaque fois que, par suite d'un trouble de l'atmosphère, la visibilité horizontale devient inférieure ou égale à 1.000 m.

La *brume*, au contraire, définit pour eux le trouble de l'atmosphère qui limite cette visibilité à des distances assez faibles, quoique supérieures à 1.000 m.

Il n'y a donc qu'une démarcation arbitraire entre ce que l'on dénomme brume et brouillard; il est en effet évident qu'une visibilité horizontale de 1.000 à 2.000 m n'est qu'un simple prolongement du brouillard.

Le brouillard étant un phénomène dangereux pour l'aviation, la limite de visibilité de 1.000 m qui lui est attribuée, correspond aux conditions de vol nettement défavorables, pour ne pas dire impossibles.

Par temps de brume, au contraire, il y a possibilité de voler, mais il est évident que le danger est encore grand quand la visibilité est à peine supérieure à 1.000 m. Avant de s'engager, l'aviateur doit être certain que la brume tend à diminuer et que les conditions météorologiques sont plutôt favorables dans la région qu'il se propose de survoler et dans celles où il doit atterrir.

Définition de la brume ou du brouillard. — Quand on abaisse progressivement la température d'un volume d'air contenant de la vapeur d'eau, cette vapeur d'eau devient visible, à un certain degré du thermomètre, sous forme de nébulosité, qui trouble la transparence habituelle de l'air.

Lorsque cette nébulosité se produit au voisinage du sol, elle constitue la brume ou le brouillard. Pour une quantité définie de vapeur d'eau contenue dans l'air et exerçant une tension donnée, la température à laquelle se manifeste la nébulosité est parfaitement déterminée. On appelle cette température le *point de rosée* ou le *point de saturation*, et la tension correspondante de la vapeur d'eau tension maxima. La valeur de la tension maxima est d'autant plus grande que la température est plus élevée. Elle s'exprime soit en millibars, soit par la hauteur de la colonne de mercure qui lui fait équilibre.

Ainsi la vapeur d'eau exerçant une tension de 2 mm (2,7 mb) commence à se condenser à — 10°.

La vapeur d'eau exerçant une tension de 4,6 mm (6,1 mb) commence à se condenser à 0°.

La vapeur d'eau exerçant une tension de 9,1 mm (12,1 mb) commence à se condenser à + 10°.

La vapeur d'eau exerçant une tension de 17,4 mm (23,2 mb) commence à se condenser à + 20°.

CONDITIONS DE FORMATION ET CONSTITUTION DE LA BRUME.

La formation de la brume, comme la formation d'un nuage, exige donc le refroidissement préalable d'une masse d'air humide. Pour les nuages, les mouvements ascendants et la détente qui en résulte, suffisent le plus souvent à déterminer le refroidissement nécessaire. Pour la brume, qui reste au contact avec le sol, le refroidissement est dû au mélange des courants horizontaux ou au passage d'une masse d'air chaude sur une surface froide. La brume peut encore se produire en mer ou sur les lacs, quand le vent est plus froid que la surface de l'eau.

FORMATION DE LA BRUME. — *Condensation par mélange.* — Si deux masses d'air saturées de températures différentes se mélangent, il se produit une condensation, car la tension maxima de la vapeur d'eau augmente beaucoup plus rapidement que la température. La moyenne $\frac{F_1 + F_2}{2}$ des tensions maxima F_1 et F_2 , qui correspondent à des températures t_1 et t_2 , est toujours plus grande que la tension maxima F qui correspond à la température $\frac{t_1 + t_2}{2}$.

Supposons par exemple que l'on mélange deux masses égales d'air saturé aux températures de 0° et de + 20°, les tensions maxima correspondantes sont respectivement 6,1 mb et 23,2 mb, dont la moyenne est 14,7 mb. S'il n'y avait pas condensation, la température du mélange serait + 10° et la tension de vapeur d'eau 14,7 mb. Mais la tension maxima, qui correspond à une température de + 10°, est seulement 12,1 mb. Le mélange ne peut donc contenir toute la vapeur d'eau, dont une partie se condense.

Mais comme toute condensation dégage de la chaleur, la température moyenne du mélange est légèrement supérieure à 10°, de sorte que la quantité d'eau précipitée à l'état liquide est, en réalité, plus petite que celle qui correspond à la différence des deux tensions de vapeur, 14,7 mb et 12,1 mb.

La condensation par mélange intervient dans la formation des brumes et brouillards qui caractérisent les temps bouchés par vent assez fort. Elle joue

sans doute un rôle important dans la formation des brumes fréquentes, en hiver principalement, dans les cols barométriques, les zones de liaison qui relient parfois deux systèmes nuageux, à la rencontre de courants atmosphériques de températures différentes.

Condensation par passage d'une masse d'air chaude sur une surface froide. — C'est la cause la plus fréquente de la formation de la brume en mer.

Quand la température de la mer est plus basse que la température des masses d'air qui passent sur elle, celles-ci sont refroidies et la vapeur d'eau qu'elles contiennent se condense. Le brassage de l'air par un vent léger fait propager le refroidissement dans les couches inférieures de l'atmosphère, mais la propagation ne dépasse pas une certaine hauteur et les bancs de brume ou de brouillard, nés dans ces conditions, ne présentent pas d'ordinaire une grande épaisseur verticale.

On trouve, dans les journaux de navigateurs, de nombreux exemples où, par temps bouchés sur la passerelle, on avait du haut des mâts une visibilité suffisante pour naviguer.

Remarquons que, dans ces conditions de formation de la brume, la température doit s'élever à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère jusqu'à une certaine altitude.

En mer, ces conditions de condensation se produisent surtout en été, où normalement la mer est plus froide que l'air. Ces brouillards, qui souvent peuvent amener une visibilité très faible (parfois inférieure à 100 m) dans le plan horizontal, sont fréquemment peu épais dans la verticale : souvent ils n'empêchent pas un aéronaute, qui les survole à une assez grande hauteur, d'apercevoir au travers les détails du sol.

Ces brumes portent le nom de *brumes de condensation*.

Condensation par arrivée de vent froid sur une surface d'eau chaude. — Dans ce cas, l'eau produit des vapeurs avec une activité proportionnelle à la température de sa surface, et comme l'air froid qui passe au-dessus ne peut dissoudre toutes les vapeurs, celles-ci deviennent visibles sous forme de brouillards ou de brumes. On a proposé d'appeler ces brumes, *brumes d'évaporation*, pour les distinguer des précédentes auxquelles on réserverait l'appellation de *brumes de condensation*.

L'explication physique du phénomène n'est pas aussi facile que dans le cas précédent. Si l'on comprend très bien, en effet, que des couches d'air refroidies en passant sur le sol froid restent en contact avec lui, il semble que des couches d'air réchauffées doivent s'élever, et nous devrions nous attendre dans ce cas à la formation d'un nuage plutôt qu'à la formation de la brume. Ces mouvements ascendants ont pour effet de rendre saturée une couche

d'air assez épaisse, et les brumes qui se forment dans ces conditions peuvent atteindre une altitude assez grande. Peut-être ces brumes d'évaporation ne sont-elles pas toujours en contact avec la mer, et c'est ce qui expliquerait que parfois, contrairement à l'exemple cité au paragraphe précédent, le navigateur a intérêt à se mettre au voisinage de la mer pour augmenter sa vue.

Dans les régions côtières, les brumes et brouillards d'évaporation se produisent surtout en hiver, où la mer est normalement plus chaude que l'air.

Pour l'aviateur, ils présentent, par suite de leur grande épaisseur verticale, une opacité aussi forte qu'un nuage.

Des explications précédentes, il résulte que, chaque fois que nous observons entre deux régions voisines des différences de température assez grandes, ou chaque fois qu'il se produit des changements notables dans la température de l'air, — soit qu'un courant chaud succède à un courant froid (cas le plus fréquent), ou qu'un courant froid succède à un courant chaud, la formation d'une brume plus ou moins intense est possible.

Remarquons aussi que, sauf dans le cas de la condensation par mélange, les courants atmosphériques qui entrent en jeu dans la formation de la brume doivent être faibles. Des vents violents ne laisseraient pas au phénomène le temps de se produire. Mais s'il n'y avait pas de vent du tout, il est probable que la condensation ne se propagerait pas, et qu'au lieu d'observer des brumes, nous noterions simplement de la rosée.

Nous étudierons plus loin dans quelles conditions l'atmosphère présente la stabilité suffisante à la formation de la brume.

INFLUENCE DE LA PRESSION. — Une expérience de laboratoire montre que, dans une atmosphère saturée, au moment où le brouillard se produit, il suffit d'une très petite augmentation de pression pour faire disparaître le brouillard et rendre l'atmosphère parfaitement transparente, tandis qu'une diminution de pression augmente la production du brouillard.

Il n'y a pas de raison de supposer que les choses se passent autrement dans l'atmosphère, et par suite, toutes autres choses étant égales, il y a plus de chances que le brouillard se produise quand le baromètre est en baisse que quand il est en hausse.

RÔLE DES POUSSIÈRES ET DES IONS. — La présence des poussières dans l'air facilite beaucoup la condensation de la vapeur d'eau. Les grains de poussière paraissent constituer des germes actifs autour desquels se forment les gouttelettes d'eau. Lorsque l'air ne contient pas de poussières, on peut le refroidir notablement au-dessous du point de saturation sans qu'il se produise de condensation. On dit alors que la vapeur d'eau est *sursaturée*. La sursatu-

ration cesse brusquement si l'on introduit des poussières solides. Les cristaux microscopiques de sel marin emportés par le vent de la mer, les poussières charbonneuses, sont les éléments les plus favorables à la production des brumes. Ainsi s'explique la fréquence des brumes en mer et dans la plupart des grandes villes.

Il n'y a pas que les poussières matérielles qui soient capables de faire cesser la sursaturation de l'air. Il en est de même des ions, particules extrêmement petites, possédant une charge électrique propre, positive ou négative, et dont l'existence a été constatée dans l'atmosphère.

Toutes autres choses étant égales, la condensation est donc plus abondante selon que l'air est plus ou moins riche en poussières, ou plus ou moins ionisé.

CONSTITUTION DE LA BRUME. SON OPACITÉ. — Les particules liquides qui constituent la brume sont très petites. Leur diamètre, d'ailleurs variable, est voisin en général de $1/100$ de millimètre. Dans les régions froides, on observe souvent des brumes constituées par des paillettes de glace.

Les gouttelettes des brouillards ne sont pas en réalité suspendues dans l'air, mais elles tombent comme tous les corps abandonnés à eux-mêmes. Leur vitesse de chute est extrêmement faible à cause de la petitesse de leur volume par rapport à leur surface. La résistance de l'air est proportionnelle à leur surface ou au carré de leur rayon. Le rapport de la résistance de l'air au poids varie donc en raison inverse du rayon. Plus le rayon diminue, plus ce rapport augmente; on comprend que, pour les sphérules d'eau des brouillards, la résistance que l'air oppose à la chute soit relativement très importante par rapport au poids de la gouttelette, et que, par suite, la vitesse de chute soit très faible. Pour une sphère de $1/50$ de millimètre de diamètre, la vitesse de chute est de 1 à 2 cm : s.

Le poids de l'eau liquide contenue dans un mètre cube d'air pris dans un brouillard ou dans un nuage est très petit. Il ne dépasse pas 3 à 4 g. Cela n'empêche pas d'ailleurs que le nombre des gouttelettes soit fort grand : 2 g d'eau partagés en gouttelettes de $2/100$ de millimètre de diamètre en fournissent un demi-milliard. L'écartement des gouttelettes est relativement grand : il dépasse 1 mm.

Le degré d'opacité de la brume paraît dépendre de la grosseur des sphérules d'eau qui la constituent. Plus celles-ci sont grosses, visibles à l'œil nu sur un fond noir, et se rapprochent des dimensions des gouttes de pluie, plus elles mouillent, plus le voile qu'elles forment est sombre, mais moins il est opaque et moins ses contours sont définis.

NÉCESSITÉ D'UNE CERTAINE STABILITÉ DE L'ATMOSPHÈRE POUR LA FORMATION DE LA BRUME. — D'après ce que nous avons dit précédemment, la production de

la brume exige des différences de température suffisantes, un brassage convenable de l'air et aussi des conditions telles que la vapeur d'eau condensée reste au voisinage du sol.

Cette dernière condition n'est remplie que si les phénomènes de convection sont réduits. La convection consiste dans ce fait que les couches atmosphériques échauffées au contact du sol, et devenues ainsi plus légères, remontent dans la masse et s'y refroidissent en l'échauffant. Elles sont remplacées au contact du sol par des masses d'air plus froides qui s'échauffent à leur tour.

Quand on a affaire à une masse liquide limitée, le brassage dû à la convection communique à toute la masse la même température. Ce n'est pas le cas pour l'atmosphère, car toute la masse n'est pas à la même pression.

Toute masse d'air qui monte se détend, et cette détente a pour effet d'abaisser sa température. Si l'air était dépourvu de vapeur d'eau, la variation de température ou, comme on dit, le *gradient thermométrique vertical*, serait d'environ 1 degré par 100 m.

Dans une atmosphère qui présenterait un gradient thermométrique vertical égal à la variation de température due à la détente, toute masse d'air portée à une température supérieure à la température des masses voisines devrait monter indéfiniment, — car le refroidissement dû à la détente, égal au gradient vertical, ne pourrait jamais abaisser la température de la masse jusqu'à la température des masses voisines de même altitude; inversement, toute masse refroidie dans la haute atmosphère devrait retomber sur le sol. Le brassage dû à la convection serait donc dans ce cas sans limites.

Si, au contraire, le gradient vertical est inférieur à la variation de température due à la détente, une masse d'air échauffée qui monte et se refroidit en se détendant, atteindra rapidement la température des masses d'air voisines, et, par suite, ne montera plus. Le brassage dû à la convection est alors limité.

Si nous supposons que la température, au lieu de décroître, croît avec la hauteur, c'est-à-dire qu'il y a *inversion* de température, la convection n'est plus possible. Les couches atmosphériques qui présentent un gradient vertical de température très faible ou une inversion, jouissent donc d'une stabilité particulière, très favorable à la formation de nébulosités persistantes. Si ces conditions se manifestent au voisinage du sol, nous avons du brouillard. Si l'inversion ne se produit qu'à une certaine altitude, nous avons à cette altitude une couche nuageuse uniforme du type *stratus*. Ce stratus joue, pour ainsi dire, le rôle de véritable couvercle pour l'atmosphère située au-dessous, en ce sens que les phénomènes de convection n'arrivent pas à le traverser : nous avons alors affaire à un îlot atmo-

sphérique sur lequel n'a pas prise la circulation atmosphérique générale voisine.

Si des sources de poussières, comme par exemple les foyers d'une ville, existent dans cet îlot atmosphérique, ces poussières ne seront pas dispersées au loin et elles pourront agir d'une façon énergique comme centre de condensation.

Ces remarques sur la structure de l'atmosphère peuvent être résumées

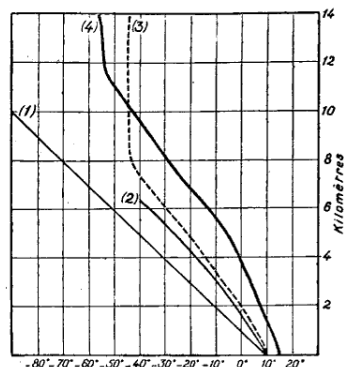


Fig. 1.

par un diagramme. La courbe (1) de la figure 1 représente la variation de la température d'une masse d'air sec qui se détend adiabatiquement (la détente *adiabatique* ou à *chaleur constante* étant la détente pendant laquelle le gaz, qui change de volume, ne reçoit aucune quantité de chaleur des corps qu'il entourent, et ne leur en cède pas non plus).

La courbe (2) représente la variation de la température d'une masse d'air saturée de vapeur d'eau qui se détend adiabatiquement.

Plus la variation verticale de température se rapproche des variations représentées par les lignes (1) et (2), plus les phénomènes de convection seront actifs et moins il y aura de chance d'avoir du brouillard.

Les conditions favorables à la production des brouillards sont celles de la courbe de gauche de la figure 2. Les conditions représentées par la courbe de droite de cette même figure, sont celles qui correspondent à la formation d'un brouillard élevé à une altitude de 300 à 400 m.

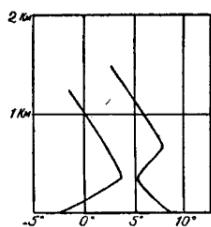


Fig. 2.

DISTRIBUTION ISOBARIQUE FAVORABLE A LA PRODUCTION DE LA BRUME. — Maintenant que nous connaissons les conditions de formation de la brume, nous pouvons rechercher quelle sera la distribution isobarique dans laquelle nous aurons des chances de trouver ces conditions.

La première condition est un vent faible, donc un gradient faible et par suite une pression assez uniforme.

Les brumes par basses pressions sont rares, parce que l'atmosphère ne présente pas alors généralement les conditions de stagnation que nous avons étudiées au paragraphe précédent. On peut en rencontrer en bordure latérale du corps d'une succession nuageuse, dans les cols barométriques, c'est-à-dire dans la zone comprise entre deux anticyclones et deux dépressions disposées en croix, dans la zone de liaison qui se rencontre parfois entre deux dépressions. Dans le corps des passages dépressionnaires où dominent les

alto-cumulus (on les remarque surtout pendant l'été), on trouve des temps brumeux avec vent faible. L'alto-stratus, puis la brume mélangée parfois à des fracto-nimbus qui donnent des bruines, succèdent aux alto-cumulus du début.

Par basse pression, le gradient vertical de température est plus grand que par haute pression. Les courbes (3) et (4) de la figure 1 représentent la variation verticale moyenne de la température dans une dépression, et un anticyclone. Dans une dépression le gradient vertical de température se rapproche beaucoup de celui qui correspond à la détente. Le brassage dû à la convection s'exerce donc avec une grande intensité par basse pression. Par haute pression au contraire, la variation verticale de température est plus faible; elle est souvent nulle et inverse dans les premières couches atmosphériques.

Les inversions de la figure 2 se produisent presque uniquement dans les anticyclones. L'anticyclone est donc la situation type favorable à la production de la brume.

Chaque année, notamment pendant l'hiver, on peut en citer plusieurs exemples. C'est par exemple le cas de la période du 7 au 14 décembre 1926 où le brouillard, parfois très dense, s'étend, en dehors de la région sud-est, sur la majeure partie de la France, avec des pressions presque constamment supérieures à 1.030 mb.

Pour étudier les conditions favorables à la production de la brume, il faut examiner la carte des températures. Lorsque, dans une région couverte par un anticyclone, on observe des différences de température assez grandes dans des stations voisines, il y a chance de brume. Il y a aussi chance de brume lorsqu'après une période froide, le thermomètre monte progressivement. Si la température de la mer est beaucoup plus basse que la température de l'air, il y aura encore chance de brume sur les côtes.

D'après Hildebrandsson, ce ne seraient pas les régions centrales des anticyclones qui seraient les plus favorables à la production des brouillards, mais les régions intermédiaires entre les anticyclones et les dépressions. La brume ne se produirait pas par très hautes pressions, mais par pressions un peu supérieures à la moyenne. Au centre des anticyclones, il y a en effet des courants descendants, et ces courants ayant pour effet de réchauffer l'air, empêchent toute condensation. Sur les cartes synoptiques de Norvège, on voit souvent le brouillard s'étendre à la limite d'un anticyclone en formant une bande de plusieurs centaines de kilomètres de longueur.

Il ne peut être question d'établir de règles précises à ce sujet : elles seraient amenées à subir trop d'exceptions. Par exemple, pour la période dont nous avons parlé plus haut, les 9 et 12 décembre 1926, à 7 h, le paquet de brouillard coïncide à peu près avec la région de l'anticyclone.

Ainsi que nous l'avons signalé, les variations de pression exercent une certaine influence sur la brume. Toutes choses égales d'ailleurs, on peut admettre que la visibilité de l'atmosphère a tendance à se dégrader quand la pression diminue et qu'elle s'améliore quand la pression augmente. A l'avant d'une dépression, jusqu'au moment où la pression passe par un minimum, il y a des chances de voir diminuer la visibilité, tandis que la visibilité devient meilleure dès que le baromètre remonte. Dans la traine d'un système nuageux, la transparence de l'atmosphère est souvent exceptionnelle.

Les régions dans lesquelles la visibilité est bonne, sont aussi celles où les courants d'air sont descendants. Il n'y a pas que les régions centrales des anticyclones qui soient le centre de courants descendants. On les observe encore dans les *coins* ou *promontoires* de hautes pressions qui s'avancent entre deux dépressions consécutives, ou dans les zones de hautes pressions qui séparent une dépression principale d'une dépression secondaire.

Dans les promontoires, les zones d'intervalle entre deux dépressions, on observe ces belles éclaircies avec une visibilité considérable, qui sont regardées à juste titre comme l'annonce du retour du mauvais temps.

PRÉVISION DE LA BRUME D'APRÈS LES OBSERVATIONS LOCALES.

Les observations locales de température et d'humidité fournissent souvent des indications précieuses pour annoncer la brume du matin en été.

La brume, nous l'avons dit, ne se forme pas, tant que la température n'a pas atteint le point de rosée.

La variation diurne de la tension de la vapeur d'eau contenue dans l'air est assez faible : elle ne dépasse pas 1 mb, même en été. La variation diurne de la tension maxima, qui dépend de la température, est très grande. En moyenne, en été, elle est de 10 à 15 mb.

Si la température s'abaisse au point que la tension maxima devienne égale ou inférieure à la tension actuelle, il y a condensation, et la brume se produit. Il est nécessaire pour cela que la température descende au-dessous du point de rosée, car le refroidissement de l'air pendant la nuit est dû au refroidissement du sol, et le refroidissement du sol a pour premier effet de faire déposer de la rosée, et, par suite, de dessécher l'air en partie.

Par temps calme, on peut généralement avoir, le soir, une idée assez précise de la variation nocturne de la température de l'air. Les variations nocturnes des jours précédents sont, à cet égard, très utiles à consulter. On peut donc prévoir si la température critique de condensation (le point de rosée) a des chances d'être atteinte pendant la nuit.

A partir du moment où le brouillard se produit, le rayonnement diminue et la température reste à peu près stationnaire. Si le point de rosée est au-

dessus de 0° , le brouillard se produit avant qu'il y ait de la gelée; si le point de rosée est au-dessous de 0° , il peut y avoir de la gelée. Les gelées printanières, si nuisibles à l'agriculture, se produisent dans ce dernier cas.

Il est facile d'établir des règles empiriques relatives à la production de la brume pour la région dont on connaît d'une façon suffisamment précise la variation diurne des éléments atmosphériques.

Voici, à titre d'exemple, les règles établies par l'un de nous pendant la bataille de la Somme, pour la région du Nord de la France. Ces règles étaient affichées, sous forme de tableau, dans les postes météorologiques des centres d'aviation, à côté du psychromètre.

Prévision de brume, d'avril en septembre, en Picardie. — 1° Si, à 20 h., le vent dépasse une vitesse de 12 km : h, il y a peu de chances d'avoir de la brume dans la nuit.

2° S'il n'y a pas de vent du tout et si le ciel est clair à 20 h., il y a beaucoup de chances d'avoir de la brume le lendemain matin.

3° Si le vent est inférieur à 12 km : h et si le ciel est clair, il y a chances de brume si on observe, à 20 h., les conditions de température et d'humidité suivantes :

Température.	Tension de la vapeur d'eau.
+ 4°	6 mm (8 mb)
7°	7 — (9,3 —)
10°	8 — (10,6 —)
12°	9 — (12 —)
15°	10 — (13,3 —)
18°	12 — (17 —)
22°	15 — (20 —)

Prévision de la brume d'après la mesure de la température des couches supérieures de l'atmosphère. — Un autre genre d'observations locales permet, non de prévoir précisément la brume, mais de se rendre compte si les conditions atmosphériques deviennent favorables à sa production. C'est le sondage thermométrique en altitude. Si la variation observée se rapproche des courbes de la figure 2, la brume est possible : si, au contraire, elle se rapproche des courbes (1) et (2) de la figure 1, il y a peu de chance qu'il y ait de la brume.

BRUME SÈCHE.

La visibilité atmosphérique n'est pas diminuée uniquement par la brume. Elle peut être diminuée par des phénomènes dans lesquels la condensation de la vapeur d'eau n'intervient pas et qu'on appelle pour cela *brumes sèches*. Ces phénomènes sont beaucoup plus fréquents qu'on ne le suppose et méritent de fixer l'attention.

Les poussières de l'air s'accumulent parfois en quantité suffisante pour troubler la transparence de l'air. Tantôt les poussières s'accumulent sur place, et, dans ce cas, comme quand il s'agit de brume véritable, il est nécessaire, pour que cette accumulation soit possible, que l'atmosphère ne soit pas brassée par des mouvements convectifs importants. La brume sèche des grandes villes, des régions industrielles ou des régions volcaniques en activité, est une brume de poussières de cette nature.

Tantôt les poussières sont entraînées par les courants atmosphériques et constituent les *bancs de brume rousse* qu'on observe dans l'Atlantique, particulièrement entre les îles du Cap Vert et les Canaries (le red fog des Anglais), ou sur la côte d'Éthiopie (Quobar), ou dans le canal de Mozambique (brume jaune). D'autres fois ce sont des cendres provenant de fortes éruptions, souvent très lointaines.

Pour ne citer que quelques observations, nous rappellerons la brume sèche accompagnant la dépression qui a traversé l'Europe, de la Méditerranée à la Baltique, du 9 au 12 mars 1901. La quantité de poussières transportées fut telle que les hauts sommets des Alpes furent teints en rouge.

Une autre brume sèche fut observée les 21 et 22 février 1903, en divers points de l'Europe occidentale et centrale, dans le Sud de l'Angleterre, dans le Nord de la France, en Belgique, dans le Jura, dans la Suisse, le Tirol, l'Allemagne du Centre et jusque dans la haute Autriche. C'était une brume de couleur jaune rougeâtre, prenant à la gorge, qu'on observa en mer jusqu'aux Canaries, où elle força les navires en route à faire usage de signaux phoniques. Comme pour la brume sèche de mars 1901, les poussières venaient du Sahara.

Rappelons encore la brume de nature pulvérulente qui, en juin 1783, couvrit la presque totalité de l'Europe et dura plus d'un mois. Les voyageurs la rencontrèrent sur les plus hauts sommets des Alpes. Les pluies abondantes qui tombèrent en juin et en juillet et les vents les plus forts ne la dispersèrent pas. L'origine de cette brume, que quelques-uns attribuèrent au passage de la Terre dans une queue de comète, est assez incertaine. L'hypothèse la plus vraisemblable est qu'elle eut sa cause dans des éruptions volcaniques considérables qui se produisirent alors en Islande.

En absence de toute poussière, la visibilité est parfois compromise par un trouble résultant d'une hétérogénéité de température ou d'humidité qui fait que les filets d'air voisins n'ont pas le même indice de réfraction. Angot comparait ce phénomène à celui qu'on observe quand on regarde à travers un vase contenant de l'eau et du sucre et qu'on agite modérément; il est impossible de rien distinguer tant que le sucre n'est pas entièrement dissous et que la composition du liquide n'est pas devenue homogène.

Ce trouble optique de l'air se manifeste principalement dans l'après-midi, au moment où les courants d'air ascendants s'élèvent du sol. Il se produit aussi lorsque le vent change rapidement de direction, à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère, comme c'est souvent le cas des vents d'Est dans nos régions, parce qu'il se forme alors des remous qui troublent l'air optiquement. La transparence de l'air se trouve accrue pour une raison opposée lorsqu'il souffle sur nos régions des vents de Sud-Ouest ou de Nord-Ouest, parce que ces vents sont étendus en hauteur.

On peut résumer en un tableau, dont nous empruntons les principaux caractères à une note sur la visibilité atmosphérique de Sir Napier Shaw, les conditions météorologiques de bonne et de mauvaise visibilité.

LES OBSERVATIONS DE BROUILLARD ET DE BRUME
DANS LES POSTES MÉTÉOROLOGIQUES.

Le service officiel chargé des prévisions et des avertissements aussi bien pour l'aéronautique que pour tous les autres usagers de la météorologie, a besoin d'être renseigné, plusieurs fois par jour, et à heures fixes sur les caractères du temps qui existent aux alentours des postes météorologiques formant le réseau d'observations.

Pour faire des observations de brouillard et de brume, les météorologistes disposent de repères placés autant que possible à des distances fixes.

Grâce à ces repères,

- a) dans le cas de *brouillard*, la visibilité est mesurée à 50 m près jusqu'à 100 m, puis à 100 m près entre 100 et 1.000 m;
- b) dans le cas de *brume*, la visibilité est mesurée à 500 m près entre 1.000 et 2.000 m, puis à 1.000 m près au-dessus de 2 km.

Avertissements de phénomènes brusques. — Le personnel des postes météorologiques doit sans cesse observer le temps qu'il fait, noter ses variations et indiquer au service central chargé de coordonner et de diffuser les renseignements sous forme de prévisions et d'avertissements, tous les phénomènes constituant notamment un danger pour l'aéronautique.

Le brouillard entre dans cette catégorie; il doit être signalé par les postes dès sa formation, c'est-à-dire dès que la visibilité devient égale ou inférieure à 1.000 m. Un second message peut encore être expédié quand la visibilité horizontale s'affaiblit jusqu'à tomber au-dessous de 200 m (*message d'aggravation*).

Réciproquement, lorsque la visibilité d'abord inférieure à 200 m, s'améliore et vient à dépasser 500 m pendant un certain temps, les postes doivent immédiatement en prévenir le service central par un *message d'amélioration*.

Dans certains cas, par exemple dans les stations de montagnes, les couches

SITUATION SUR LA CARTE DU TEMPS	CAUSES INFLUANT SUR LA VISIBILITÉ	REMARQUES
1° Région postérieure d'une dépression (avec vents de N.-W. et N.).	<i>Augmentation continue de pression. Convection très active.</i>	Très bonne visibilité.
2° Promontoire de hautes pressions ou coin entre deux dépressions.	<i>Région de courants descen- dants.</i>	Très bonne visibilité, pouvant être diminuée à terre par des troubles optiques dus à l'échauffement in- tense du sol ou par les poussières.
3° Type d'W. et de S.-W. avec isobares parallèles. Cirrus de la même direction.	<i>Convection très active. Gradient vertical de tem- pérature élevée.</i>	Visibilité assez variable, mais géné- ralement bonne dans les éclaircies. Pluies par places.
4° Type d'Est. Cirrus de direction diffé- rente.	<i>Remous fréquents. Convection limitée aux bas- ses couches de l'atmo- sphère.</i>	Visibilité médiocre à cause des trou- bles optiques. Favorable à la forma- tion des brumes sèches.
5° Type du Sud.	<i>Variable.</i>	Lorsque la dépression est encore éloignée, visibilité bonne. Quand la dépression se rapproche, la visibi- lité devient mauvaise. Temps bou- ché.
6° Col barométrique.	<i>Mélange de courants aé- riens d'origine différente.</i>	Visibilité médiocre en été.
7° Région centrale d'une dépression.	<i>Pluie et brume. Temps bou- ché.</i>	Visibilité mauvaise.
8° Anticyclone.	<i>Pas de convection. Gradient vertical de tempé- rature très faible. Inversion fréquente.</i>	Visibilité mauvaise. Situation favo- rable à la production des brumes sèches de nature pulvérulente. La visibilité peut être bonne s'il y a des courants descendants. La visibilité n'est pas mauvaise au contact du sol quand il se produit un stratus élevé, s'il n'y a pas de brume sèche.

de nuages bas (stratus, nimbus, strato-cumulus) peuvent parvenir à l'altitude même de la station. Le poste se trouve alors enveloppé par le brouillard et la visibilité doit être appréciée comme nous l'avons indiqué. Suivant les circonstances, des messages de brouillard, d'aggravation, d'amélioration sont envoyés.

Différents cas de brouillards. — Le brouillard peut se présenter au personnel des postes qui l'observent, sous différents aspects, suivant que son épaisseur est plus ou moins grande.

A) le brouillard peut envelopper complètement le poste, l'observateur ne voyant partout que du brouillard, donc impossibilité de distinguer ni le ciel, ni les nuages.

B) le brouillard ne présente qu'une très faible épaisseur, ce qui permet, en dehors de l'horizon proprement dit, de distinguer presque tout l'ensemble du ciel et d'observer les nuages.

C) le brouillard, quoique assez épais, permet vers le zénith de distinguer les nuages. Mais la zone dégagée du ciel n'est pas suffisante pour qu'on puisse observer avec assez de précision les nébulosités, totale et partielle, la direction, la vitesse et la hauteur des nuages bas.

Ces différents cas, comme nous le verrons dans un dernier paragraphe, donnent lieu à des chiffréments particuliers dans les messages météorologiques.

Protection météorologique. — La protection météorologique, indispensable à l'aviation, tient une grande place dans le service des postes d'exploitation.

Elle consiste en un ensemble de dispositions qui permettent par exemple de prévenir un aviateur ou un service de navigation de l'existence ou de la formation de phénomènes météorologiques qui peuvent contrarier ou arrêter un raid prévu à une date indiquée, retarder le trafic sur une ligne aérienne, etc.

Avertir un aviateur prêt à partir que le brouillard recouvre le terrain sur lequel il doit atterrir est une protection météorologique qui permet, en retardant le départ du pilote, d'éviter un accident.

Chiffrage, déchiffrement des observations relatives au brouillard et à la brume. — L'envoi des observations météorologiques en langage clair exigerait trop de temps et demanderait des messages excessivement longs qui augmenteraient inutilement les frais de transmission (par T. S. F., téléphone ou télégraphe).

Les observations sont donc traduites en chiffres convenus d'avance et connus de tous les usagers, tant en France qu'à l'étranger, ces dispositions étant prises le plus souvent au cours des réunions de diverses commissions météorologiques internationales.

Chaque élément météorologique figurant dans un message a sa place marquée par une ou plusieurs lettres symboliques (par exemple V pour la

visibilité), auxquelles on substitue, quand on établit le message, les chiffres correspondants du code.

Exemple : le code adopté pour la *Visibilité* est le suivant :

VALEURS DE V	VISIBILITÉ CORRESPONDANTE			
0	Objets invisibles à 50 m			
1	Objets visibles à	50 m et invisibles à	200 m	
2	—	200 m	—	500 m
3	—	500 m	—	1.000 m
4	—	1.000 m	—	2.000 m
5	—	2.000 m	—	4.000 m
6	—	4.000 m	—	10.000 m
7	—	10.000 m	—	20.000 m
8	—	20.000 m	—	50.000 m
9	—	50.000 m et au delà.		

L'ordre dans lequel les diverses observations sont transmises dans les différents messages météorologiques, est invariable. La formule ainsi obtenue pour chaque message constitue ce que l'on appelle la forme symbolique du message.

Le signalement du brouillard et de la brume ayant, comme nous l'avons déjà indiqué, une importance considérable pour l'aviation, les différentes observations relatives à ce météore, prennent place dans plusieurs codes dont nous nous contentons de donner la signification, avec la lettre symbolique correspondante :

Codes du temps présent (état du ciel),	lettre symbolique	C.
— — (caractère général),	—	w.
— — (caractère général et particulier)	—	ww.
— du temps passé,	—	W.
— de l'évolution du temps,	—	w ₁ w ₁ .
— des météores actuels,	—	P.
— — passés (dans l'heure précédant l'observation),	—	P ₁ .

D'autres codes existent encore pour les observations de nuages ou de brouillard en montagne, l'observateur se trouvant soit dans une station de montagne, soit dans un poste à basse altitude ayant vue sur les montagnes environnantes.

Ces quelques indications montrent la multiplicité des observations à faire et à transmettre. Certaines valeurs employées dans quelques codes pouvant être modifiées par les commissions météorologiques, il est inutile de les rapporter ici. D'autre part, les codes ne peuvent être utilisés que par un personnel spécialisé.

Rappelons en outre les avis de phénomènes brusques (messages d'aggravation et d'amélioration), dont nous avons déjà parlé.

DEUX NOUVEAUX PROCÉDÉS DE SOUDURE « PAR L'ARC » N'ALTÉRANT PAS LA DUCTILITÉ DU MÉTAL

par M. CH. DE FRÉMINVILLE, *secrétaire général*.

Les publications américaines ⁽¹⁾ signalent deux nouveaux modes d'emploi de la soudure par l'arc électrique, fort intéressants, en ce qu'ils permettent de conserver au métal toute sa ductilité, et font par conséquent disparaître les inconvénients qu'on a quelquefois reprochés à la soudure électrique.

L'un des procédés est dû au D^r Irving Langmuir, du Laboratoire de Recherches de Schenectady de la General Electric Company; l'autre, qui a été mis au point presque en même temps dans le Laboratoire de Recherches de la même compagnie à Lynn (Massachusetts), est dû à Mr Peter Alexander.

Dans les deux procédés, pendant la soudure, l'air est écarté du métal au point de jonction, au moyen d'un bain d'hydrogène ou de tout autre gaz convenablement choisi. La formation des oxydes ou azotures nuisibles est ainsi évitée dans la soudure; le métal qui a été amené à l'état de fusion est aussi résistant et ductile que le métal original.

La découverte de la méthode de Schenectady résulte d'expériences qui, faites dans un but de pure recherche scientifique, ont donné lieu à des applications industrielles inattendues; elle est donc bonne à citer à ce point de vue. En effet, il y a 15 ans, pendant qu'il étudiait la déperdition de chaleur dans les filaments de tungstène des lampes à incandescence

à atmosphère d'hydrogène, le D^r Langmuir fut amené à conclure qu'à une température élevée, le gaz hydrogène passait de l'état moléculaire à l'état atomique. A l'état moléculaire, deux atomes sont combinés dans la molécule; à l'état atomique, chacun de ces deux atomes est libre et possède son maximum d'affinité chimique puisque la formation de la molécule est accompagnée d'un dégagement de chaleur.

L'étude du D^r Langmuir sur les filaments de lampes était purement théorique, et c'est maintenant, 15 ans plus tard, que les résultats trouvés ont été appliqués, dans un domaine différent, pour la réalisation d'un procédé de soudure, présentant de grands avantages.

Poursuivant ses recherches théoriques, le D^r Langmuir a trouvé que le meilleur

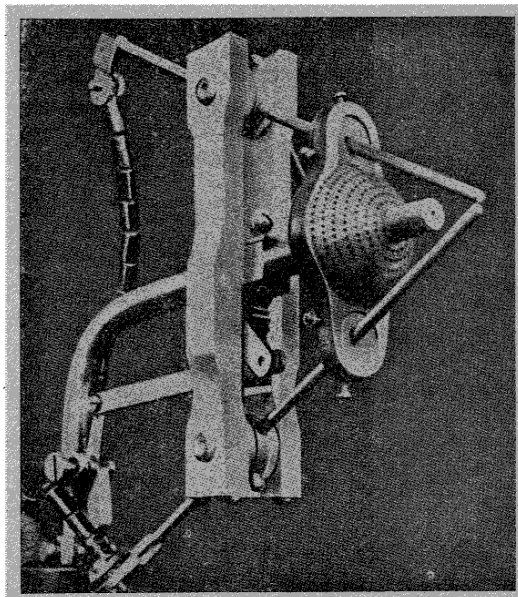


Fig. 1. — Chalumeau pour soudure électrique à l'hydrogène atomique.

(1) Cette note reproduit le résumé paru dans *Research Narratives*, published monthly by United Engineering Societies for its Engineering foundation, vol. 6, n° 6, juin 1926.

Les figures sont empruntées à la *General Electric Review* de mars 1926 qui donne dans tous leurs détails les essais faits sur les soudures obtenues par ces procédés.

moyen d'obtenir l'hydrogène atomique est de faire passer ce gaz, à la pression atmosphérique, au contact d'un arc électrique puissant, jaillissant entre deux électrodes de tungstène (fig. 1). En dirigeant un jet d'hydrogène sur l'arc au moyen

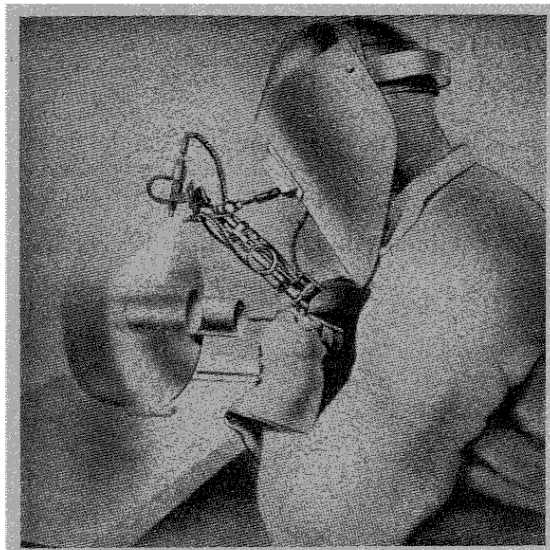


Fig. 2. — Exécution d'une soudure à l'hydrogène atomique.

d'un petit tube, l'hydrogène atomique est soufflé en dehors de l'arc et produit une flamme extrêmement chaude, l'hydrogène atomique brûlant pour donner l'hydrogène moléculaire dégageant environ moitié plus de chaleur que n'en donne le chalumeau oxyhydrique.

En faisant usage de cette flamme, le fer peut être soudé ou fondu sans être altéré par le carbone, l'oxygène ou l'azote (fig. 2). Etant donnée la puissante action réductrice de l'hydrogène atomique, les alliages contenant du chrome, de l'aluminium, du silicium ou du manganèse, peuvent être soudés sans fondant, et sans qu'il y ait oxydation. Le fer et ses composés peuvent être fondus plus rapidement qu'avec la flamme oxyacétylène, de sorte que le procédé promet d'être particulièrement utile pour les soudures. On peut employer à volonté le courant continu ou le courant alternatif.

Des métaux très divers ont été soudés avec la flamme d'hydrogène atomique. Des aciers doux dont l'épaisseur allait jusqu'à 12 mm, ont été soudés à l'autogène, en maintenant simplement le contact par une forte pression. La soudure par rappro-

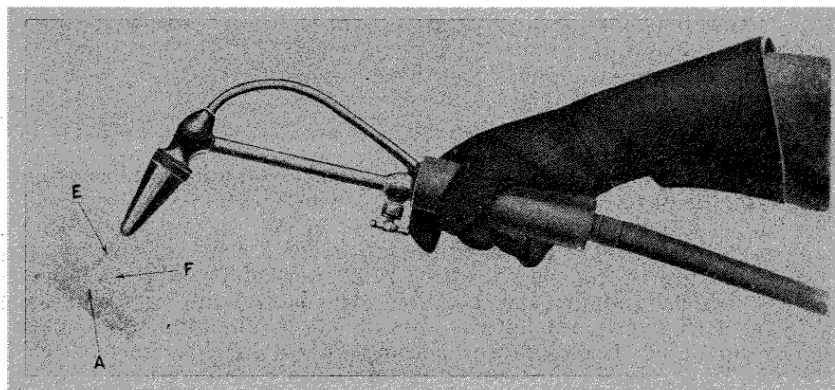


Fig. 3. — Tuyère pour la soudure à l'arc en atmosphère d'hydrogène : A, arc; — E, fil électrode; — F, flamme d'hydrogène.

chement sans addition de métal, a fait l'objet de nombreux essais qui ont porté notamment sur des tubes sans soudure dont les diamètres allaient jusqu'à 10 cm, et sur des tôles de chaudières de 25 mm d'épaisseur. On a fait des soudures sur du cuivre désoxydé, tel que le cuivre au silicium, jusqu'à l'épaisseur de 9 mm, et généralement les soudures ont été bonnes.

Les soudures obtenues par ce procédé ont été soumises à des pliages portant sur les parties soudées. Les pliages à bloc n'ont donné lieu ni à des fissures ni à des gerçures anormales, résultats qu'on ne peut obtenir avec l'arc ordinaire, donnant habituellement des soudures rendues cassantes par la présence d'azotures ou de minces pellicules d'oxyde, dont la formation est évitée par le nouveau procédé.

Le procédé du Laboratoire de Lynn repose sur l'utilisation des propriétés chimiques de l'hydrogène et d'autres gaz à l'état moléculaire. Dans ce procédé, on cherche avant tout à empêcher la formation des azotures et des oxydes dans le métal déposé par l'arc, cause du défaut de ductilité des soudures à l'arc ordinaires. On utilise l'arc qui se produit entre la tige de métal ou de carbone formant électrode (fig. 3), et la tôle ou la pièce à souder. L'atmosphère gazeuse est formée par un courant qui entoure l'arc. De l'hydrogène pur, du gaz à l'eau, des mélanges d'hydrogène et d'azote, de l'ammoniaque anhydre, de la vapeur d'alcool méthylique et quelques autres gaz peuvent être employés suivant la nature du travail. La soudure à l'arc qu'on obtient ainsi est bien meilleure, et on peut en faire usage dans des domaines qui lui sont actuellement interdits. Les aciers à faible teneur de carbone, les aciers composés, et la majorité des alliages non ferreux peuvent être soudés avec succès par ce procédé en employant des mélanges gazeux convenables.

COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE DU 30 AVRIL 1927.

Présidence de M. SAUVAGE, *président*.

La séance est ouverte à 17 h. Le procès-verbal des séances du 26 février et du 12 mars est adopté.

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

M. HELBRONNER (Paul) (O. *, ) , docteur ès sciences mathématiques, ingénieur-géographe, membre du Comité national de Géodésie, 46, avenue Kléber, Paris (16^e), présenté par MM. Mesnager et Sauvage (membre à vie);

M. RICARD (Prosper) (*, I ) , Inspecteur des Métiers d'Art indigènes, chef du Service des Arts indigènes au Maroc, Médersa des Oudaïas, à Rabat (Maroc), lauréat de la Société, présenté par le Maréchal Lyautey, M. Georges Hardy et M. Lemaire;

L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL, 1430, rue Saint-Denis, Montréal (Canada), présentée par MM. Sauvage et Lemaire.

M. SAUVAGE, *président*. — J'ai le très vif regret de vous annoncer la mort de M. Georges BECHMANN, qui était membre de notre Conseil depuis 1919, au titre du Comité des Constructions et des Beaux-Arts. M. Georges Bechmann était Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées; il était commandeur de la Légion d'honneur. Nous lui devons de nombreux rapports, comptes rendus d'ouvrages et de congrès parus dans notre Bulletin. Nous adressons à sa famille l'expression de notre sympathie émue.

M. SAUVAGE, *président*. — J'ai l'honneur de vous annoncer que M. Edouard JULHIET, membre de notre Conseil au titre du Comité de Commerce, vient d'être promu officier de la Légion d'honneur. Nous lui adressons nos très vives félicitations.

M. TCHAYEFF, lauréat de la Société, en se faisant membre, a versé une somme de 100 fr pour aider à la publication du *Bulletin*. M. AGACHE fils, à Lille, a adressé 130 fr pour le même objet, et M. H. CORBLIN abandonne à la Société les 1.000 fr en espèces du Prix Parmentier qui lui a été décerné cette année. M. SAUVAGE, président, remercie ces trois donateurs, au nom de la Société.

M. de FRÉMINVILLE, *secrétaire général*, présente quelques ouvrages récemment entrés dans la Bibliothèque.

Guide pratique concernant les permis de recherches et concessions de mines en France, par R. PITAVAL et R. SEVIN. Paris, Société des publications minières et métallurgiques, 32, rue Desrenaudes (17^e), 1926. (Don de M. Pitaval);

L'Antarctide. Voyage du « Pourquoi-Pas? » (1908-1910), par J. ROUCH. Paris, Société d'éditions géographiques maritimes et coloniales, 17, rue Jacob (6^e), 1926;

Organisation et hygiène sociales. Essai d'hominiculture, par JULES AMAR. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6^e), 1927;

Edifices publics pour villes et villages, par EMILE GUILLLOT, 2^e éd. revue et complétée par MARIUS BOUSQUET (Bibliothèque de l'Ingénieur de Travaux publics). Paris, Dunod, 1927;

Politique et théories monétaires anglaises d'après-guerre, par JEAN-PIERRE LAZARD. Paris, Société anonyme du Recueil Sirey, 22, rue Soufflot (5^e);

Les automobiles sans pétrole. I : L'alcool d'industrie, par A. RICHARD (Encyclopédie Léauté, 2^e série). Paris, Masson et C^{ie}, 120, Boulevard Saint-Germain (6^e); Gauthier-Villars et C^{ie}, 55, quai des Grands-Augustins (6^e), 1927;

Chimie industrielle. La grande industrie chimique, les métalloïdes et leurs composés, les métaux et leurs sels, industries organiques, par PAUL BAUD. 2^e éd. Paris, Masson et C^{ie}, 120, Boulevard Saint-Germain (6^e), 1927;

Navigation intérieure. II : Le réseau navigable français, par O. JACQUINOT (Encyclopédie du génie civil et des travaux publics). Paris, J.-B. Baillièrre et fils, 19, rue Hautefeuille (6^e), 1927;

The polarimeter, by VIVIAN T. SAUNDERS. London, Adam Hilger, 24 Rochester Place, N. W. 1;

Two lectures on the development and present position of chemical analysis by emission spectra, by F. TWYMAN. London, Adam Hilger;

Traitement métallurgique des minerais complexes, par ROUX-BRAHIC. Paris, Dunod, 1927;

Guide pratique de l'ouvrier mécanicien à l'usage des contremaîtres, chefs d'équipe, ouvriers et apprentis et des écoles professionnelles, par GUILLAUME WALKER. Traduit sur la 8^e éd. allemande par GEORGES HAPPICH. Paris, Dunod, 1927;

Résistance des matériaux appliquée aux constructions. ERNEST ARAGON. Tome III. 2^e éd. revue par PAUL CHAMBRAN. (Bibliothèque de l'Ingénieur de Travaux publics). Paris, Dunod, 1927;

Organisation industrielle, par P. CHARPENTIER. 2^e éd. Paris, Dunod, 1927;

La pratique des essais de machines, par M. BOYER-GUILLON. Paris, Dunod, 1927;

Calcul des constructions hyperstatiques. Application d'une méthode très simple. Cadres et portiques en ciment armé, par J. RIEGER. Ed. française d'après la 1^{re} éd. tchèque, publiée avec la collaboration de P. CAROT, avec un fasc. de pl. Paris, Dunod, 1927;

Administration financière, par L. QUESNOT. 3^e éd. Paris, Dunod, 1927;

Lecture du dessin, instruments et mesure, croquis cotés et dessins, traçage et filetages, par le col. COMPAING DE LA TOUR GIRARD. (Cours pour apprentis et ouvriers). Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 55, quai des Grands Augustins (6^e);

Eléments de physique et de mécanique, par le col. COMPAING DE LA TOUR GIRARD (Cours pour apprentis et ouvriers). Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 1926;

Propriétés et travail des métaux et du bois, par le col. COMPAING DE LA TOUR GIRARD (Ouvrage pour ingénieurs et ouvriers). Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 1926;

Le travail du bois par les procédés modernes. Tome II : Les bois ouvrés, par RENÉ CHAMPLY. Paris, Desforges, Girardot et C^{ie}, 1927;

The directory of Japanese exporters, importers and manufacturers, 1926. Compiled by Section of foreign Trade, Bureau of Commerce, Department of State for Commerce and Industry, Tôkyô, Japan (Don de l'Ambassade du Japon en France).

Les alternateurs industriels, par L. BARBILLION et P. BERGEON (Bibliothèque de l'ingénieur électricien-mécanicien). Paris, Albin Michel, 22, rue Huyghens (14^e);

Report of the delegation appointed to study industrial conditions in Canada and the United States of America. Presented by the Minister of Labour to Parliament by command of His Majesty, March 1927. London, H. M. Stationery Office, Adastral House, Kingsway, W. C. 2., 1927;

L'organisation scientifique du travail, par GEORGES BRICARD. (Collection Armand Colin, Section du génie civil, n° 84). Paris, Librairie Armand Colin, 103, Boulevard Saint-Michel (5^e) 1927;

Documents sur la soudure autogène du cuivre, par A. DESGRANGES, G. LE GRIX,

M. PIETTE, A. BOUTTÉ. Paris, Off. cent. de l'Acétylène et de la Soudure autogène, 104, boulevard de Clichy (18^e), 1927;

La radiométallographie et ses applications à la soudure autogène. Conférence faite par M. H. PILON à l'Off. cent. de l'Acétylène, le 1^{er} juil. 1921. Paris, Off. cent. de l'Acétylène et de la Soudure autogène;

La soudure autogène appliquée aux réparations de chaudières à vapeur. Conférences faites au personnel de l'Association parisienne de Propriétaires d'Appareils à vapeur à l'Off. cent. de l'Acétylène, le 4 novembre 1922, par MM. GRANJON et MARCEL PIETTE. Paris, Ed. de « La soudure autogène française », 48, rue Saint-Lazare (9^e);

La vérité sur l'invention de la projection animée. EMILE REYNAUD, sa vie et ses travaux, par MAURICE NOVERRE. Imprimé pour l'auteur, 1926;

Les constantes physiques et thermodynamiques de l'eau et de la vapeur d'eau. (Bulletin technique de la Société française des Constructions Babcock et Wilcox, mars 1927, n^o 2). Paris, 48, rue La-Boétie (8^e).

M. Charles BERTHELOT, lauréat de la Société, fait une communication sur *l'état de nos connaissances sur la composition et les propriétés de la houille.*

Le conférencier, se basant sur la connaissance de cette composition et de ces propriétés, décrit surtout les procédés qui permettent de transformer la houille en combustible liquide, capable plus ou moins de remplacer l'essence. Ce problème est capital pour la défense nationale. Il est intéressant de rechercher dans quelle mesure il est pratiquement résoluble en temps de paix.

Les mesures prises en France pour parer à notre insuffisance de houille et surtout d'essence sont les suivantes : 1^o Intensification de notre extraction de charbon; — 2^o Développement de la traction électrique sur les réseaux de l'Orléans et du Midi; — 3^o Conseils et démonstrations donnés en usines par l'Office de Chauffage rationnelle fondé pour améliorer le rendement des foyers; — 4^o Utilisation ou transformation en produits de valeur, par les compagnies minières, de combustibles considérés longtemps comme sans valeur, schlams et menus à très forte teneur en cendres; — 5^o Création, sur l'initiative de M. Cuvelette, de la Société des Carburants et Produits de Synthèse, groupant des compagnies minières dont l'extraction s'élève à 37 millions de tonnes par an. Cette société a pour but de rechercher, en accord avec le Gouvernement, les moyens propres à augmenter nos ressources en carburants.

Bien que l'examen microscopique des houilles ne donne que des renseignements vagues sur leur composition, on sait cependant comment il faut examiner les échantillons de charbon à étudier. Ce progrès date de moins de trois ans; il est dû aux travaux de Seyler et de Turner.

L'action des solvants a fourni des résultats utiles, puisqu'elle a permis de connaître les composés auxquels la houille doit son pouvoir agglutinant, celui de donner un coke compact.

MM. Kling et Florentin ont réussi à transformer en carburants le goudron primaire, la naphthaline et même l'anthracène par hydrogénation après avoir reconnu : 1^o l'existence d'un seuil de température à partir duquel s'amorce l'hydrogénation d'une molécule organique; 2^o l'abaissement de ce seuil par l'emploi de catalyseurs appropriés.

Dans le procédé Prudhomme, on fixe l'hydrogène sur le goudron primaire naissant, c'est-à-dire tel qu'il sort des fours de carbonisation à basse température ou des gazogènes à gazéification complète. Les radicaux CH^3 , CH^2 et CH du goudron primaire se polymérisent pour donner des hydrocarbures comparables aux pétroles.

Le procédé Bergius a contre lui : des frais très élevés de premier établissement; — des frais considérables d'exploitation, bien qu'on puisse faire usage d'hydrogène impur, comme celui du gaz de cokeries; — la nature mal définie des huiles obtenues et qu'on ne peut transformer en essences qu'après cracking; — le gaz sortant des

appareils de traitement contient 50 p. 100 d'hydrogène ayant échappé à la réaction, 10 p. 100 de méthane et 20 p. 100 d'éthane dont l'utilisation est malaisée.

M. Berthelot, étudiant la production de produits chimiques et spécialement de carburants à partir de la houille, montre qu'en faisant abstraction du procédé Bergius, on consomme en moyenne un peu plus de 6 kg de charbon pour obtenir 1 kg de carburant synthétique dont la valeur d'usage serait égale à celle de l'essence.

Si l'on remarque, dit-il, que le prix de revient moyen des fines grasses lavées est actuellement de 130 fr dans les cokeries du Nord et que le benzol 90 se paie 1900 fr la tonne au départ de l'usine, soit 14,6 fois plus cher que la houille, ce rapport de prix paraît très largement suffisant pour couvrir tous les frais de transformation du charbon en carburants. *A fortiori*, en serait-il de même :

si on partait des lignites du Gard qui reviennent à 40 fr environ sur le carreau de la mine ; — en carbonisant la houille à basse ou à haute température, pour obtenir du coke transformable en gaz à l'eau, matière première des engrais et des carburants ; — en combinant la fabrication, par voie de synthèse, de l'ammoniaque et des carburants.

E. L.

M. SAUVAGE. — Pourriez-vous donner quelques renseignements sur les lignites du Gard, qui sont peu connus ?

M. BERTHELOT. — M. Brunschwig, Ingénieur en chef des Mines, a évalué à un milliard de tonnes la richesse reconnue des gisements existant sur notre territoire. Leur richesse présumée doit s'élever à deux milliards de tonnes.

J'ai fait ici, en 1926, une communication sur la carbonisation à basse température, et en particulier des lignites. En outre, dans une étude parue dans le *Génie Civil* du 12 février 1927, j'ai fait un exposé de la mise en valeur des mines lignitifères des départements du Gard et des Bouches-du-Rhône.

M. SAUVAGE. — Une statistique sur les agglomérés de houille aux États-Unis signale que la moitié des usines qui les fabriquent emploient des menus d'antracite. Comment fabrique-t-on ces agglomérés ?

M. BERTHELOT. — Quand on veut préparer des agglomérés ayant une bonne tenue au feu et à partir de combustibles dépourvus de tout pouvoir agglutinant (anthracite, semi-coke, poussière de coke, etc.), il ne suffit pas d'employer une proportion même très élevée d'agent agglomérant (brai, boues sulfitées de papeteries, dextrine, etc.), il convient de procéder à une carbonisation du mélange. Cette opération a pour but de pyrogéniser l'agent agglutinant, afin qu'il donne naissance à du carbone, dit naissant, qui soude les unes aux autres les particules de combustible. Les conditions de carbonisation du mélange, en ce qui concerne la température, le chauffage brusque ou progressif, les matières volatiles à laisser dans les agglomérés dépendent essentiellement de la nature de l'agent agglutinant employé.

Un charbonnage du Pas-de-Calais a obtenu de bons résultats en se servant de boues sulfitées de papeteries, importées par Honfleur et Rouen, mais le prix d'achat de ce produit est supérieur à celui du brai et il faut en consommer autant que de ce dernier. De plus, on rencontre d'assez grandes difficultés de fabrication, en ce qui concerne le séchage des agglomérés, opération préliminaire à leur carbonisation.

Des explications données par un ancien ingénieur des Mines de Nœux, où l'on a fait des essais nombreux d'agglomération avec ou sans brai, il résulte que : 1° l'on peut faire des agglomérés ne fumant pas trop et ne se délitant pas au feu en employant du poussier d'antracite et, comme agglomérant,

des boues sulfitées de papeterie à 20°B. Le procédé ne convient que pour les boulets et non pour les briquettes. Ces agglomérés, s'ils sont bons, reviennent presque aussi cher que l'anthracite pour chauffage central; 2° en dehors de ce procédé, tous ceux qui ont été essayés pour obtenir sans brai des agglomérés ne fumant pas en utilisant des charbons maigres, ne donnent pas de bons résultats.

M. SAUVAGE exprime le désir que cette question de la fabrication des agglomérés sans fumée, ou fabriqués avec du poussier de coke, de charbons maigres ou anthraciteux, soit reprise par la Société d'Encouragement.

M. PATART, *Inspecteur général des Poudres du cadre de réserve*. — Le conférencier m'ayant fait l'honneur de citer, à plusieurs reprises, au cours de sa communication, mes travaux et mes appréciations sur la question de la transformation des combustibles solides en combustibles liquides, je crois utile d'appeler l'attention sur les illusions que se fait actuellement le public non technicien sur la portée économique et le rendement financier des opérations industrielles de cette catégorie; certains organes de presse font journellement miroiter aux yeux de leurs lecteurs la réalisation de synthèses de ce genre comme une transformation magique susceptible d'engendrer des gains pécuniaires considérables. Je crois qu'il est nécessaire de combattre des conceptions aussi erronées qui peuvent avoir les conséquences les plus fâcheuses.

Si, au point de vue purement scientifique et technique, la question de la transformation de combustibles solides tels que le charbon, en combustibles liquides semblables aux pétroles peut être considérée aujourd'hui comme à peu près entièrement résolue, les résultats industriels et commerciaux à en attendre sont entièrement commandés par la considération du prix de revient qu'il est possible d'entrevoir pour les produits commerciaux ainsi obtenus.

Or, comme il a déjà été démontré par M. Grebel et par moi-même, il faut théoriquement, au minimum, 3,35 kg de bon charbon (à 7500 cal) pour obtenir 1 kg de pétrole synthétique *brut* et, dans la pratique industrielle, cette quantité théorique sera certainement augmentée de 25 à 30 p. 100 au minimum; il ne s'agit là, d'ailleurs, que de la matière première ayant subi la transformation; il faut y ajouter les frais du traitement, l'amortissement et l'intérêt des frais d'installation et d'entretien d'un matériel important et complexe et, enfin, on ne doit pas comparer le prix de revient ainsi obtenu au prix de vente au détail de l'essence de pétrole rectifiée, dans lequel entrent des frais commerciaux de distribution importants et des charges d'impôts considérables mais au prix du pétrole *brut* importé, au débarquement dans un port français, à l'exclusion des taxes de douane et de l'impôt de circulation — car on ne saurait considérer comme intéressante une industrie dont les seuls bénéfices en perspective proviendraient d'une protection exagérée et auraient comme contrepartie une diminution correspondante des recettes nécessaires aux besoins publics, c'est-à-dire un accroissement égal des autres impôts.

Si l'on fait le calcul approximatif du prix de revient d'un pétrole synthétique, on trouve que, dans les conditions les plus favorables — et sauf dans les circonstances exceptionnelles où l'on dispose de sous-produits gazeux à très bon marché — il est très difficile, sinon impossible, de produire des combustibles liquides synthétiques pouvant concurrencer commercialement les pétroles naturels importés. Et cela se conçoit aisément puisque, comme je le répète depuis longtemps, les deux types de combustibles naturels

(charbon solide et pétroles liquides) sont tous deux extraits du sol, que les frais d'extraction des huiles de pétrole sont plutôt moindres que ceux des combustibles solides et qu'elles ne nécessitent pas les traitements coûteux et complexes et la consommation d'énergie mécanique et calorifique que comporte la transformation des combustibles solides en produits liquides de qualité marchande. Notons que le cas est tout différent de celui de la synthèse des produits azotés où l'azote fixé synthétiquement revient à près de moitié seulement du prix normal de l'azote dans le nitrate du Chili, rendu en Europe.

S'il est donc hautement désirable, au point de vue de l'indépendance nationale, de voir de puissantes sociétés françaises — en particulier des compagnies de produits chimiques ou minières ou gazières — poursuivre énergiquement la mise au point de la fabrication des combustibles liquides synthétiques et nous mettre ainsi (à l'exemple de grandes sociétés allemandes) à l'abri de pressions économiques ou politiques de la part de nations étrangères possédant la presque totalité des gisements de pétroles, il faut bien se rendre compte qu'il y a, dans ces entreprises, de lourdes dépenses à engager contre des perspectives de profits plutôt modestes, et il est utile de mettre en garde les détenteurs de capitaux — et, en particulier les petits capitalistes — contre les promesses alléchantes de gains extraordinaires que leur font journellement entrevoir d'audacieux inventeurs ou des lanceurs d'affaires, en vue de les engager dans des entreprises qui n'ont aucune chance d'être rémunératrices et qui ne peuvent que dissiper inutilement des sommes considérables ainsi enlevées à l'épargne.

Il serait profondément regrettable que la conférence qui vient d'avoir lieu devant la *Société d'Encouragement*, dont l'autorité est universellement incontestée, pût être inexactement interprétée à l'extérieur et servir de base ou de soutien au lancement d'affaires qui ne peuvent aboutir à rien de sérieusement industriel; c'est pour empêcher, dans la mesure du possible, des manœuvres de ce genre que j'ai cru devoir présenter ces quelques observations, mon intervention ne tendant nullement d'ailleurs à rabaisser le mérite et la valeur de l'exposé très documenté qui vient d'être fait et pour lequel j'adresse tous mes compliments au conférencier.

La séance est levée à 18 h. 30 m.

COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 5 AVRIL 1927

1° Commémoration du centenaire de James Watt.

par M. ED. SAUVAGE, président du Comité des Arts mécaniques.

M. L.-A. Legros, membre correspondant du Comité des Arts mécaniques, a fait don à la Société d'un dossier relatif à la commémoration du centenaire de la mort de James Watt, célébrée à Birmingham les 16, 17 et 18 septembre 1919. Ce dossier renferme divers documents ayant trait aux cérémonies de cette commémoration, ainsi que des portraits, des dessins de machines, des photographies de l'habitation de Watt et de son atelier. La pièce la plus remarquable est un diagramme, relevé à

l'aide de l'indicateur même de Watt, sur la première machine qu'il ait construite pour la vente (fig. 2).

La Société d'Encouragement était représentée à Birmingham par M. Rateau,

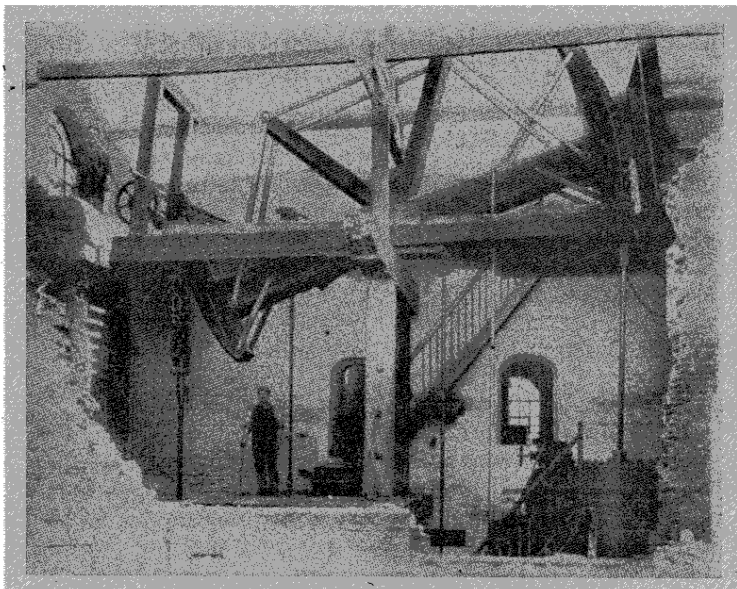


fig. 1. — Première machine livrée par Boulton et Watt, en 1776.

membre du Conseil; le *Bulletin* (1919, 2^e sem., p. 310) a publié le discours qu'il y a prononcé.

La machine qui vient d'être mentionnée avait été livrée par Boulton et Watt en 1776 pour le service du canal de Birmingham, et installée à Smethwick, où elle commandait une pompe. On la retira du service en 1892, puis, en 1898, on la trans-

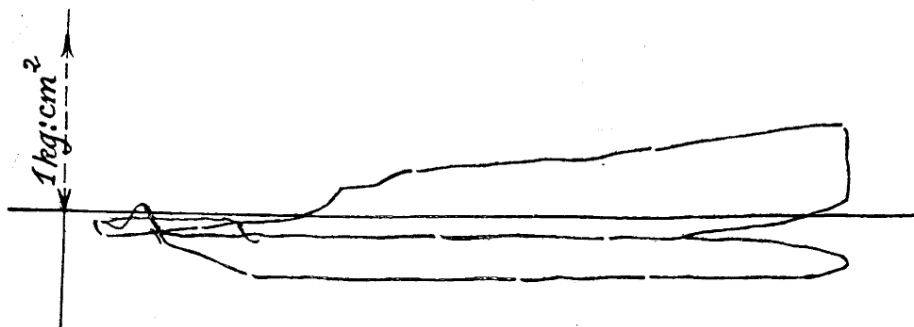


Fig. 2. — Diagramme relevé sur la première machine de Watt, avec l'indicateur même de Watt.

porta à Ocker Hill, pour la conserver comme relique des plus intéressantes. A l'occasion des fêtes du centenaire, elle fut remise en marche, par les soins du professeur T. W. Burstall, et fonctionna d'une manière satisfaisante.

La figure 1 représente cette machine avec son curieux balancier en bois et l'attache par chaîne de la longue tige de piston. Le diamètre du cylindre est de 810 mm, la course du piston de 1.830 mm. La marche était réglée à 14 courses aller et retour par minute.

La machine fonctionne suivant ce qu'on a appelé le cycle de Cornouailles : le piston n'est moteur que pendant sa descente, sa face supérieure soumise à la pression de la vapeur, d'abord à pleine admission, puis détendue, et sa face inférieure en relation avec le condenseur. La remontée du piston se fait par le poids des pièces, la soupape d'équilibre, qui fait communiquer les deux extrémités du cylindre, étant ouverte ; la vapeur se transvase d'un côté à l'autre du piston.

La figure 2 est la reproduction d'un diagramme relevé par M. L. A. Legros, avec l'indicateur à planchette de Watt. La partie supérieure du diagramme correspond au haut du cylindre et montre l'admission, la détente, puis le transvasement de la vapeur ; la partie inférieure, relevée en dessous de la soupape d'équilibre, fait voir le transvasement de la vapeur dans le bas du cylindre (trait commun aux deux parties), puis la condensation, avec compression en fin de course.

Par suite du mauvais vide, on avait dû donner à la vapeur d'admission une pression supérieure à celle employée par Watt.

On trouvera dans le *Bulletin* (t. XVIII, p. 252) une notice sur la vie et les travaux de J. Watt, membre de la Société royale de Londres, associé de l'Institut de France, lue à la séance du 11 août 1819 par M. Hachette.

Arago a consacré à Watt une longue biographie, lue en séance publique de l'Académie des Sciences le 8 décembre 1834. Il rappelle qu'en 1814 l'Académie des Sciences fit à Watt, correspondant de l'Institut depuis 1806, le plus grand honneur qui soit dans ses attributions, en le nommant un de ses huit associés étrangers.

Parmi les nombreux ouvrages consacrés à l'illustre inventeur, nous citerons seulement celui de J. Muirhead, *The Origin and Progress of the mechanical Invention of James Watt* (Londres, 1854), et le volume en préparation, *James Watt and the Steam Engine*, publié à l'occasion de la célébration du centenaire.

2^e Table de Pythagore à occultations de M. P. Gélis.

La table de Pythagore ordinaire a l'inconvénient de présenter à l'enfant qui commence à l'apprendre par cœur un ensemble de 81 nombres, la plupart de deux chiffres, au milieu desquels il se perd assez facilement : si ses doigts ne suivent pas les lignes verticale et horizontale comme il convient, il lit sur la table un produit erroné, erreur dont rien ne peut le prévenir puisqu'il ne sait pas encore. M. P. Gélis⁽¹⁾ a imaginé une table de Pythagore qui évite toute erreur et amuse l'enfant en l'instruisant : elle est en cartonnage et comporte 18 tirettes rectangulaires, 9 horizontales, 9 verticales percées chacune de 9 trous circulaires. Une table de Pythagore ordinaire est inscrite sous les tirettes. Ces tirettes se déplacent entre des glissières, de telle sorte que étant toutes poussées, la table apparaît en blanc. Si on tire la tirette horizontale correspondant à 4 par exemple, chiffre marqué dans la marge verticale, et la tirette verticale correspondant à 5, chiffre marqué dans la marge horizontale, le nombre 20, produit de 4 par 5, apparaît à travers les trous superposés des deux tirettes. L'enfant ne voyant que le seul produit qui l'intéresse ne peut donc commettre d'erreur.

Cette table de Pythagore perfectionnée se prête au jeu entre plusieurs enfants, qui ainsi peuvent apprendre simultanément leur table de multiplication. Tous ceux qui ont eu le plaisir d'enseigner de petits enfants comprendront l'intérêt du dispositif imaginé par M. Gélis.

La réalisation de cette table a présenté d'assez grandes difficultés matérielles car l'inventeur n'a pas rencontré dans l'art de l'imprimerie ni dans le travail du carton toute la précision à laquelle il croyait pouvoir s'attendre. Néanmoins, cette réalisation ne laisse rien à désirer sous le rapport de la précision, de la solidité et de l'élégance⁽²⁾.

E. L.

(1) M. Pierre Gélis, 6-8, rue Massol, à Béziers (Hérault).

(2) L'emploi de cette table de Pythagore vient d'être autorisé officiellement dans les écoles de France par le Ministre de l'Instruction publique.

COMITÉ DE COMMERCE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 7 AVRIL 1927.

Tableau d'économie coloniale de M. A. Meunier.

M. A. MEUNIER, géographe au Ministère des Colonies, lauréat de la Société d'Encouragement pour ses cartes économiques de l'Afrique occidentale française, a composé et publié un *tableau d'économie coloniale*, sur lequel le Ministre des Colonies attire l'attention de la Société d'Encouragement à qui il a adressé un exemplaire de ce tableau.

L'auteur a résumé au moyen de figures en couleurs et à l'échelle, dessinées par YVONNE MEUNIER et JEAN KERHOR, l'activité économique des colonies françaises; il y donne également, par le même procédé, et d'après les statistiques de 1925, de très nombreux renseignements sur la géographie, la démographie, le développement des voies de communication et du commerce, sur les productions agricoles et minérales.

Ce travail paraît au moment où la question si importante de la mise en valeur de nos colonies attire enfin l'attention du grand public qui y voit, avec juste raison, un des meilleurs et plus sûrs moyens de rétablir notre situation financière.

Ce tableau, destiné à être affiché dans les écoles, les bureaux, etc., mesure 1,22 m $\times$ 0,82 m; son prix est de 12 fr (pris dans les diverses librairies coloniales : Larose, Caffin, Delory, et à l'Agence générale des Colonies, 20, galerie d'Orléans, Paris 1^{er}). Il est complété par une plaquette imprimée du prix de 0,65 fr, rédigée par M. ETESSE, Ingénieur en chef d'Agriculture coloniale, conseiller technique agricole au Ministère des Colonies. Cette notice donne en 4 pages des renseignements assez détaillés sur 31 produits originaires de nos colonies. Voici à titre de spécimen ce qui y est dit sur le thé et le kapok.

Thé. — Est produit par les feuilles terminales des rameaux d'un arbrisseau qui pousse dans la zone tropicale asiatique. Sa culture, dans les colonies françaises, n'est entreprise qu'en Annam. La préparation des feuilles détermine la valeur de ce produit; elle laisse à désirer dans notre colonie asiatique et a besoin d'être améliorée.

Kapok. — La fibre est produite par le fruit de deux espèces d'arbres qui se trouvent surtout en Indochine et Afrique occidentale. A fait l'objet de culture dans la première colonie; dans la seconde, on récolte les fruits des arbres spontanés. Usages : matelasserie, instruments de sauvetage. Le *kapokier* peut fournir à partir de 6 ou 7 ans, 250 à 300 kg de kapok par hectare et par an.

E. L.

BIBLIOGRAPHIE

Laboratory methods of determining the inflammability of coal dusts. Historical survey and preliminary examination of the problems involved, by A. L. GODBERT (Mines department, Safety in mines research board, Paper n° 31). Une br. (24 × 15 cm) de 68 p. London, 1927.

Dans son travail sur l'inflammabilité des poussières de houille, M. Godbert commence par rappeler la part importante de l'ingénieur W. Galloway (aujourd'hui sir William Galloway) dans l'étude de cette question, et la campagne qu'il entreprit en 1876 pour en faire reconnaître les dangers.

Il passe ensuite en revue les nombreuses expériences faites à ce sujet, et il étudie spécialement les méthodes qui permettent de déterminer au laboratoire le degré d'inflammabilité des poussières.

Une bibliographie sélectionnée, mais suffisamment étendue, accompagne ce travail.

M. Godbert conclut que la meilleure méthode pour comparer, par des essais de laboratoire, l'inflammabilité relative des diverses natures de poussières paraît être celle qui consiste à déterminer la proportion de poussière incombustible formant avec la houille un mélange ininflammable.

Cette méthode donne un résultat directement applicable dans les galeries de mines.

ED. SAUVAGE.

Les moteurs à explosion. — Les moteurs à combustion, par EDMOND MARCOTTE, ingénieur conseil (I. C. F.), professeur à l'École spéciale des Travaux publics, ancien chef du Service des ateliers de moteurs de l'aviation militaire. (*Collection Armand Colin* (Section de mécanique et électricité industrielle, nos 70 et 77). 2 vol. (17 × 11 cm) de VII + 246 p., avec 61 fig. et 220 p., avec 37 fig. Paris, Librairie Armand Colin, 103, Boulevard Saint-Michel (3^e), 1926.

L'Académie des Sciences a attribué en 1926 le prix de la fondation Tremeau à M. Edmond Marcotte, chef de la section des essais physiques et mécaniques au laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées, pour ses ouvrages sur les moteurs à explosion et à combustion. Ces ouvrages forment les nos 70 et 77 de la collection Armand Colin, collection composée de petits volumes d'un format commode, d'un texte serré et d'un aspect engageant, dont le catalogue porte cette devise : « Vulgariser sans abaisser. » C'est bien à ce louable programme que répondent les deux livres de M. Marcotte. Ils présentent l'un sur les moteurs à combustion instantanée ou explosion (moteurs à gaz, moteurs à essence et, en particulier, moteurs d'automobile et d'aviation), l'autre sur les moteurs à combustion intérieure progressive (Diesel) et les systèmes intermédiaires (semi-Diesel), un exposé didactique parfaitement à jour, où les questions essentielles sont, sinon toutes également développées, du moins toutes indiquées. Lorsque l'auteur juge utile de donner des précisions comportant des calculs ou des détails d'ordre plus particulièrement scientifique, il le fait dans des paragraphes spéciaux, imprimés en petit caractère et susceptibles d'être sautés ou, au contraire, lus avec une attention spéciale, selon le goût de chacun. Peut-être est-il permis de regretter que, dans quelques-uns des calculs qu'il présente, il ait tendance à simplifier les formules par des choix d'unités qui ôtent, en apparence, l'homogénéité aux équations et qui, en affectant les formules de coefficients numériques, en obscurcissent un peu la signification. Mais, quoi qu'il en soit de cette critique de détail, ce sont là deux petits traités substantiels, d'un style clair et concis, d'une lecture facile, et qui résument exactement l'état actuel de la technique en matière de moteurs thermiques autres que ceux à vapeur.

CH. WALCKENAER.

Cours d'exploitation des mines, professé à l'École spéciale des Travaux publics, du Bâtiment et de l'Industrie par M. L.-E. GRUNER, Ingénieur civil des Mines. Six vol. (25 × 16 cm) avec nombreuses figures. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, Léon Eyrolles, éditeur, 3, rue Thénard (5^e), 1921-1926 (Prix : Vol. 1 et 6 : 40 fr; vol. 2 à 5 : 35 fr; la collection complète : 200 fr).

Le cours d'Exploitation des Mines publié de 1921 à 1926 par M. L.-E. Gruner, Ingénieur civil des Mines de l'École des Mines de Paris, est l'un des ouvrages les plus considérables qui aient été entrepris depuis longtemps sur une industrie particulièrement complexe et exigeant des connaissances extrêmement variées ainsi qu'une longue pratique, qualités nécessaires pour pouvoir en étudier et traiter tous les côtés avec une égale maîtrise; disons tout de suite que l'auteur de cette très importante publication s'est montré dans la lourde tâche qu'il a assumée, entièrement digne du nom qu'il porte, à jamais illustre dans le domaine des mines et de la métallurgie, et que son œuvre est appelée à prendre rang, et un rang des plus honorables, dans la lignée des cours d'exploitation issus de l'École des Mines de Paris, que nous ont donnés depuis plus de trois quarts de siècle, les Combes, les Callon, les Haton de la Goupillière.

M. L.-E. Gruner se distingue de ses devanciers par l'originalité de son plan et de sa méthode d'exposition, ainsi que par la rigueur avec laquelle il s'y conforme d'un bout à l'autre de son ouvrage, ce qui permet, même à un débutant, de trouver sans peine tous les renseignements dont il peut avoir besoin sur une question quelconque, ou de se remémorer aisément les données qu'il a perdues de vue; voici comment l'auteur procède.

En tête de chaque chapitre, accompagné d'un titre général approprié, figure un sommaire, divisé en paragraphes, dont chacun donne, à la suite de l'énoncé de la matière traitée, le détail des appareils et des méthodes qui y seront étudiées: le lecteur peut ainsi déjà trouver facilement dans le sommaire d'un chapitre le point qui l'intéresse. Dans le corps du chapitre, l'auteur, à propos de chaque description d'appareil ou de chaque exposé de méthode, ne manque jamais d'en indiquer minutieusement les avantages et les inconvénients, d'en faire la comparaison avec les similaires, de discuter le choix qu'on en doit faire dans chaque cas déterminé, et de donner un ou plusieurs exemples de la façon dont méthodes et appareils ont été appliqués ou employés dans des exploitations importantes, toujours très judicieusement choisies. Enfin — et c'est un point qui distingue tout spécialement la méthode pédagogique de l'auteur — chaque chapitre est suivi d'un résumé, donnant le *suc* des matières qui viennent d'y être traitées, et le lecteur peut ainsi, en quelques instants, s'assurer que, sur un sujet déterminé, sa documentation ou sa mémoire présentent, ou non, des lacunes: il lui est alors extrêmement facile de remonter à la source et de combler ses « trous ».

Ce souci constant de la clarté didactique, débarrassée autant que possible de développements mathématiques, montre à n'en pas douter que M. L.-E. Gruner pense sans cesse aux débutants dont les pas ne doivent jamais s'écarter, en pareilles matières, de la voie tracée par le maître. Mais grâce à sa documentation extrêmement complète et toujours au courant des progrès les plus récents, l'ouvrage s'adresse en fait tout autant aux praticiens qu'aux débutants.

Je ne puis donner ici une analyse détaillée d'un ouvrage aussi considérable; je me contenterai donc dans les lignes suivantes d'indiquer pour chaque volume son titre général, et j'insisterai seulement sur les parties les plus nouvelles ou les exposés les plus personnels à l'auteur.

Tome I : Préliminaires. — Recherches et sondages. — Abatage (420 pages; 282 figures). — Dans la première partie, l'auteur expose d'abord les notions de géologie nécessaires à tout ingénieur de mines, puis l'organisation générale d'une exploitation minière ainsi que les forces motrices qui y sont employées. Il décrit ensuite dans la seconde partie les méthodes de recherche des gisements, l'exécution des sondages et leurs applications, notamment à l'exploitation du pétrole, et il montre comment on peut apprécier la valeur « commerciale » d'un gisement, d'après

le cubage du minerai extrait et son prix de vente probable. Enfin, dans la troisième partie, il décrit les méthodes d'abatage sans ou avec l'aide d'explosifs, étudie ceux-ci en grand détail, et tout spécialement les explosifs de sûreté pour les milieux grisouteux, puis il expose les modes de préparation des trous de mine, de leur chargement, du tir des coups de mine, enfin les applications de l'abatage par explosifs, et les procédés d'abatage mécanique.

Tome II : Soutènement des chantiers et galeries. — Fonçage et soutènement des puits (362 p.; 257 fig.). — Je mentionnerai particulièrement dans la première partie, l'étude très approfondie consacrée par l'auteur, à propos des soutènements en bois, aux qualités et défauts des différentes essences de bois, au choix qu'il convient d'en faire dans chaque catégorie de soutènement, et aux cas où il est avantageux de remplacer le boiserie par un soutènement métallique.

Dans la seconde partie, je signalerai tout spécialement les chapitres consacrés par l'auteur au fonçage des puits par congélation et par cimentation, avec de nombreux exemples empruntés notamment, pour le second de ces procédés, à la reprise des mines sinistrées dans les bassins du Nord et du Pas-de-Calais.

Tome III : Méthodes d'exploitation en carrière et souterraine (330 p.; 204 fig.). — La grande expérience acquise par l'auteur dans sa carrière de mineur lui a permis tout particulièrement dans ce volume de discuter les avantages et les inconvénients des différentes méthodes d'exploitation dans chaque cas particulier, et d'indiquer avec une grande justesse de vue le choix à faire entre elles suivant l'allure des couches (minces, moyennes ou puissantes, horizontales ou redressées, etc.), avec de nombreux exemples à l'appui. Je noterai également l'étude approfondie consacrée par l'auteur au remblayage hydraulique ainsi qu'aux mouvements de terrains produits par les exploitations souterraines et aux mesures de protection contre ces mouvements.

Tome IV : Transports souterrains. — Extraction (306 p.; 160 fig.). — Dans la première partie, je signalerai en particulier le chapitre sur le transport dans les chantiers, où l'auteur étudie en détail les couloirs oscillants et transporteurs, si répandus en Westphalie, où ils jouent actuellement un rôle des plus importants dans l'organisation rationnelle du travail des mineurs de la Ruhr. Je mentionnerai également l'étude très poussée des divers systèmes de locomotives souterraines et de leurs conditions d'emploi. Dans la seconde partie, les chapitres consacrés aux machines d'extraction électrique, à la régularisation de l'extraction par le système Kœpe et aux appareils de sécurité sont à noter tout spécialement.

Tome V : Épuisement. — Aérage et éclairage (343 p.; 170 fig.). — Parmi les procédés d'épuisement étudiés en détail par l'auteur dans la première partie, je signalerai en particulier le *dénoyage*, au moyen des pompes multicellulaires électriques du système Rateau, des puits des bassins du Nord et du Pas-de-Calais, inondés par l'ennemi dans la guerre 1914-1918.

Dans la seconde partie — la plus importante de ce volume — M. L.-E. Gruner a fait précéder les chapitres consacrés à la ventilation, par une étude très complète de l'atmosphère des mines et des précautions à prendre contre le grisou; cette étude est une des plus approfondies qui ait été publiée sur cette question vitale pour les mines de houille, et elle se recommande ainsi tout particulièrement à l'attention des exploitants des mines grisouteuses. La théorie de la ventilation, la production du courant d'air et son aménagement, ainsi que les différents systèmes d'éclairage font ensuite l'objet de chapitres remarquablement étudiés.

Tome VI : Accidents et hygiène. — Installations à la surface. — Statistiques. — Règlements (367 p.; 105 fig.). — Dans la première partie, je noterai spécialement les chapitres consacrés aux explosions de poussières, où sont décrits en détail comme exemples celles de Monongah (États-Unis) et de Courrières, et où sont minutieusement indiquées les mesures préventives contre les coups de poussières. Les appareils respiratoires, les postes de secours et l'organisation des sauvetages

font ensuite l'objet d'une étude très poussée, ainsi que les maladies spéciales aux ouvriers travaillant dans les mines souterraines (ankylostomiase, nystagmus) et les mesures d'hygiène que l'on doit prendre pour les combattre.

La seconde partie, traitant des installations à la surface, contient un exposé très complet des méthodes de préparation mécanique applicables au charbon (criblage, lavage, rhéolaveurs) et aux minerais métalliques (séparation par flottage, procédés électriques de séparation), exposé suivi d'une étude de la fabrication du coke et des agglomérés.

Le volume se termine par de très intéressantes considérations sur l'organisation économique d'une exploitation minière, par des statistiques abondantes sur la production des différents minerais en France et à l'étranger, enfin par l'indication du texte des règlements administratifs sur la police des Mines, dont la connaissance est indispensable à tout exploitant de mines : règlements généraux sur l'exploitation des mines de combustibles (décret du 13 août 1911), et sur l'exploitation des mines autres que les mines de combustibles (décret du 20 janvier 1914).

Telles sont, très brièvement indiquées, les matières traitées par M. L.-E. Gruner dans son magistral ouvrage. J'espère avoir montré dans ces quelques lignes que, comme je l'indiquais en commençant, débutants et praticiens éprouvés en tireront le plus grand profit : les premiers y trouveront à leur entrée en carrière, un guide clair, méthodique et sûr, les seconds, le meilleur et le plus averti des conseillers, dans l'étude des problèmes variés qui ne manqueront pas de surgir devant eux au cours de leurs travaux d'exploitations minières, parfois si complexes, et toujours fertiles en incidents imprévus.

G. CHESNEAU.

Manuel de biscuiterie, par M. J. BARATTE, Ingénieur-agronome. Un vol. (16 × 10 cm) de la *Bibliothèque professionnelle*, de 236 p., avec 114 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6^e), 1926 (Prix : 19,60 fr.).

La bibliothèque professionnelle a-t-elle la prétention de concurrencer sa vénérable devancière, celle des manuels Roret : en tout cas, elle lui vient en aide, pour nous faire connaître le métier et l'art d'un grand nombre de professions. Le volume, dont je rends compte aujourd'hui, fait la suite de celui que j'ai présenté sur la boulangerie, du même auteur, M. Baratte, Ingénieur-agronome.

Le biscuit, qui n'était au début qu'un pain, moins hydraté, plus compact, pouvant se conserver et voyager, pour nourrir les troupes de terre et de mer, comportait les mêmes matières premières et utilisait les mêmes outils. Le biscuit est aujourd'hui un gâteau sec, dans lequel l'eau et la farine n'entrent plus seuls, mais invitent à leur confection le lait et le beurre, le sucre, les œufs, les aromates, etc. Beaucoup seront curieux de connaître la fabrication des biscuits à pâte dure et à pâte sèche, comme le *petit beurre*, le *LU*, les *sablés*, celle des biscuits à pâte molle, les *Napolitains*, les *Milanais*, les *pains d'épices*, celle des biscuits à pâte liquide, les *biscuits de Reims*, à *Champagne*, les *gaufres*, etc.

L. LINDET.

L'industrie fromagère, par MM. MAURICE BEAU, Ingénieur-agronome, et CH. BOURGAIN, Ingénieur-agronome. 2 vol. (18 × 11 cm) de l'*Encyclopédie agricole* publiée sous la direction de M. G. Wery. I : **La science fromagère**, de 218 p., avec 13 fig. II : **La pratique fromagère**, de 216 p., avec 68 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6^e), 1926-1927 (Prix : 14 fr chaque volume).

Quand, dans un ouvrage de vulgarisation, comme *L'industrie fromagère* de MM. Beau et Bourgain, les auteurs veulent entreprendre l'étude scientifique de la question qu'ils ont l'intention de traiter, ils se heurtent à une difficulté, c'est de connaître le degré d'instruction de leur lecteur ; voici un livre qui est destiné à être lu, tout au moins consulté par des fabricants de fromages ou par des personnes désireuses de connaître le métier et l'art du fromager, et qui, si l'on n'y prend

garde, va se trouver arrêté par les questions les plus délicates de la chimie physique, de la chimie biologique et de la microbiologie; car ils ne peuvent songer à se rendre compte du caillage du lait, premier acte de la fabrication de tous fromages, s'ils ne connaissent la constitution des matières albuminoïdes du lait, qu'elles soient caséines, albumine, globuline ou lactéine (qui les comprend toutes), s'ils n'ont pas devant les yeux le mystère de l'état colloïdal et de la coagulation, s'ils ne peuvent suivre la digestion du coagulum par les microbes et leurs diastases. Eh bien, quand on lit avec attention la première partie de l'ouvrage, intitulé *La Science fromagère*, on reconnaît que les auteurs ont attaqué de durs problèmes au point de les rendre, même au lecteur, insuffisamment versé dans les sciences, non seulement supportables, mais attrayants et que ces études physico-chimiques et biologiques sont dignes d'entrer dans un ensemble qui porterait le nom de science fromagère.

La seconde partie de l'ouvrage, réservée à la pratique fromagère, était plus facile à aborder, puisqu'il ne s'agissait que de mettre de la clarté et de l'ordre dans une multitude de produits, de même origine, mais qui diffèrent par suite de la température du caillage et les manipulations de la mise en moules, la nature des microbes qui s'y attaquent par leurs sécrétions et leur acidité.

On lira, à la fin de l'ouvrage, avec intérêt, l'historique de la fabrication, l'organisation des fromageries, des chalets, et les conditions de fabrication et de vente définies, au décret de mars 1924, sous le couvert de la loi sur les fraudes de 1905.

L. LINDET.

Carte industrielle de la Lorraine (103 × 75 cm). Planche I : Carte générale (1925); Planche II : Principaux centres industriels (1926).

Carte industrielle de l'Alsace (103 × 75 cm). Planche I : Carte générale (1925); Planche II : Principaux centres industriels (1925).

Carte industrielle du Territoire de la Sarre (103 × 75 cm) (1925).

Éditées par la Société de Documentation industrielle, 24, rue du 22-novembre, à Strasbourg.

M. Majorelle, directeur de la Société de Documentation industrielle, à Strasbourg, a entrepris la publication d'une série de cartes industrielles qui présentent un grand intérêt et qui sont destinées à rendre d'importants services, grâce à la précision des renseignements réunis et à la netteté de l'exécution, confiée au Service géographique de l'Armée.

M. Majorelle a porté tout d'abord son attention sur les régions industrielles de l'Est de la France (Alsace, Lorraine, Sarre) et s'attaque actuellement à la région parisienne, avec l'intention d'étudier ultérieurement les autres régions industrielles de notre pays.

Il a consacré à la Lorraine deux planches : l'une est la carte générale au 1/200.000; l'autre est un assemblage de cartons : au 1/20.000 pour les régions de Nancy, Metz, Epinac et Remiremont, et au 1/50.000 pour les régions de Longwy, Villerupt, Lunéville, Saint-Dié, Sarreguemines.

Un dernier carton, à échelle plus petite, est la carte d'ensemble de tout l'Est de la France, de Paris jusqu'au Rhin, de la Belgique et de la Hollande jusqu'à la Suisse vers Bâle.

A l'Alsace, M. Majorelle a consacré également deux planches : une carte générale au 1/200.000; une planche d'assemblage de cartons : au 1/20.000, consacré aux trois grands centres de Strasbourg, Colmar et Mulhouse, ainsi qu'à Saint-Louis-Huningue; et au 1/50.000, consacré aux régions de Sainte-Marie-aux-Mines, Guebwiller, Bischwiller, Saverne, Vasselonne, Thann, Cernay et à la vallée de la Bruche.

Au Territoire de la Sarre, M. Majorelle a consacré une planche au 1/100.000, avec cartons spéciaux à la banlieue de Sarrebruck au 1/20.000 et aux régions de Saint-Ingbert, Dillingen, Neunkirchen, Sarrelouis et Hombourg, au 1/25.000.

A la Région parisienne, M. Majorelle consacre quatre grandes planches au

1/20.000. Une seule, donnant la région nord-ouest, a paru. Les trois autres sont annoncées pour paraître dans le courant de 1927.

Plusieurs autres régions de la France sont, dès maintenant, en préparation, suivant les mêmes formules.

Ce qui caractérise cette publication, c'est à la fois la minutieuse précision de la documentation et la perfection de l'exécution matérielle.

La clarté est obtenue, grâce à l'emploi, comme base de chaque carte, des tracés du Service cartographique de l'Armée au 1/20.000, avec tirage en 9 couleurs, consacrées :

au point de vue géographique,

le beige, au tracé général et à la représentation de toutes les agglomérations secondaires,

le noir, à la représentation et à la nomenclature des villes, et aussi au tracé de toutes les lignes de transport d'électricité,

le bleu, à la représentation des rivières et canaux,

le jaune clair, aux limites des communes,

le vert clair, aux limites des cantons et aux régions boisées,

le vert plus foncé, aux lignes de tramways,

le rouge, aux lignes de chemin de fer,

le brun, aux lignes d'autobus,

le violet, aux séparations secondaires ;

au point de vue industriel,

le vert, à toutes les entreprises agricoles et d'alimentation,

le bleu, aux industries chimiques de toutes natures,

le rouge, à la métallurgie et à tous les ateliers qui en dépendent,

le violet, à l'ensemble des industries textiles,

le noir, aux houillères et à toutes leurs dépendances.

La position de chaque entreprise est donnée par un signe caractéristique comme forme et couleur, correspondant à l'industrie étudiée, et, à côté, en caractères de la même teinte, sont donnés les noms des sociétés et entreprises.

On peut ainsi, d'un coup d'œil, se rendre compte quelles sont les régions où sont groupées telles ou telles industries.

E. GRUNER.

Les bois de l'Indochine, par M. HENRI LECOMTE, de l'Académie des Sciences, professeur au Muséum d'histoire naturelle, membre du Conseil supérieur des Colonies, avec un appendice sur les caractères généraux de la forêt indochinoise, par H. GUIBIER, Inspecteur des Eaux et Forêts, chef du Service forestier de l'Indochine. Un vol. (32 × 25 cm) de iv + 344 p., avec XVI planches et un atlas de LXVIII planches. Paris, Publications de l'Agence économique de l'Indochine, 20, rue La-Boétie, 1926.

M. Henri Lecomte, en publiant cette étude sur les bois de l'Indochine, qu'il avait entreprise pendant la guerre, s'est proposé un triple objet :

Donner les caractères botaniques principaux d'un certain nombre de genres et d'espèces, pour permettre aux agents forestiers et aux exploitants de déterminer exactement la plupart des arbres qu'ils sont appelés à rencontrer dans la forêt indochinoise et, par là, consacrer, suivant ses propres expressions, l'union étroite qui doit exister pour le plus grand bien de nos colonies entre les forestiers et les botanistes ;

Appeler spécialement l'attention des exploitants et des industriels sur la structure des bois, c'est-à-dire la nature et l'arrangement de leurs éléments fondamentaux, qu'il est indispensable de connaître, si l'on veut estimer à bon escient leurs qualités de dureté, de résistance, de flexibilité, d'élasticité, etc. ;

Enfin, pour le jour où l'industrie métropolitaine utiliserait largement les bois coloniaux et où des contestations pourraient s'élever entre acheteurs et vendeurs sur la véritable nature des bois achetés et livrés, mettre à la disposition des experts des éléments de différenciation indiscutables.

En application de ces principes, M. Lecomte prend grand soin d'identifier botaniquement chaque essence, avec ses noms savants et ses divers noms indigènes; il la décrit, la situe, en indique la valeur pratique et en examine, selon des sections à la fois transversales et longitudinales, les différents caractères de structure : zones d'accroissement, rayons, vaisseaux, fibres, parenchyme ligneux. Des schémas dans le texte et les planches de l'album, qui sont parfaites, complètent à souhait cette documentation remarquablement précise et nette.

Le dernier chapitre, qui traite des propriétés et usages possibles des bois d'Indochine d'après les caractères de structure, est en quelque sorte la conclusion pratique de l'ouvrage, et il présente à cet égard un intérêt tout particulier. M. Lecomte y répartit les bois d'après les ressources qu'ils offrent aux diverses industries : menuiserie et ébénisterie, charpentes et mâts, constructions maritimes, chemins de fer, charbonnage, tonnellerie, bois pour sculpture, gravure, tour, etc.; pour navettes, galets, poulies, etc.; pâte à papier. Bien entendu, M. Lecomte convient que l'examen d'un bois, pour être complet, ne doit pas se limiter à l'examen de la structure et que le contenu des éléments a aussi son importance : ainsi, « les vaisseaux du bois de cœur peuvent, après avoir perdu leur faculté conductrice, se remplir de substances diverses, par exemple, d'oléo-résines », et c'est la présence de cette substance, insoluble dans l'eau, qui donne au bois une durabilité exceptionnelle. Mais on voit ce qu'on peut, même en se limitant à la structure, tirer d'enseignements utiles d'une pareille étude.

Si les bois coloniaux tardent à passer dans l'usage courant de nos industries, ce n'est pas seulement parce qu'il reste à régler d'importantes questions de transport et de marché, c'est surtout qu'on ne les connaît qu'en bloc, si l'on peut dire, et sur leur bonne mine, et qu'une utilisation un peu hâtive a souvent conduit à des déceptions qui les font condamner non moins hâtivement : on ne saurait donc louer trop vivement les savants et les services publics qui se préoccupent de mettre au point la question purement technique et d'éclairer les industriels.

Il serait injuste de passer sous silence l'appendice rédigé par M. Guibier sur les caractères généraux de la forêt indochinoise, car elle est d'une belle clarté et remplie de précieux renseignements. Cette forêt indochinoise, qui occupe 300.000 km², — soit plus du tiers de la surface totale de l'Indochine — s'étend sur environ 14 degrés de latitude et, de plus, sur des régions d'altitudes variées; c'est dire qu'elle est loin d'être homogène et que l'étude par régions, qu'en donne M. Guibier, s'imposait; dans une même région, l'exubérance se manifeste par le grand nombre de genres, espèces, variétés, souvent au détriment de la qualité, et les meilleurs peuplements fourmillent d'essences non classées, c'est-à-dire apparemment inutilisables, qui contrarient la venue des essences classées. De là toute une politique forestière, dont M. Guibier dégage les principes et qui promet les plus heureux résultats.

On ne répétera jamais assez que c'est seulement par des études de ce genre, inspirées de soucis vraiment scientifiques, qu'on obtiendra de nos colonies tout ce qu'elles peuvent rendre; la mise en valeur ne s'improvise pas, ne se fait pas à coups de grosse caisse; c'est une œuvre de patience et de méthode, dans laquelle les savants et les techniciens doivent tenir la première place.

Signalons en terminant que ce bel ouvrage est tiré sur papier de bambou des Papeteries de l'Indochine, et que ce n'est pas là son moindre luxe.

GEORGES HARDY.

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE EN AVRIL 1927.

The directory of Japanese exporters, importers and manufacturers, 1926. Compiled by SECTION OF FOREIGN TRADE, BUREAU OF COMMERCE, DEPARTMENT OF STATE FOR COMMERCE AND INDUSTRY, Tôkyô, Japan. In-8 (26 × 49). (*Don de l'Ambassade du Japon en France*).

17268

PITAYAL (R.) et SEVIN (R.). — **Guide pratique concernant les permis de recherches et concessions de mines en France.** In-8 (21 × 13) de 256 p. Paris, Société des publications minières et métallurgiques, 32, rue Desrenaudes (17^e), 1926. (*Don de M. Pitaval, membre de la Société*).

17269

CHAMPLY (RENÉ). — **Le travail du bois par les procédés modernes. Tome II : Les bois ouvrés.** In-8 (23 × 14) de 234 p., 265 fig. Paris, Desforges, Girardot et C^{ie}, 1927.

17270

CHARPENTIER (P.). — **Organisation industrielle.** 2^e édition. In-8 (25 × 16) de xi + 367 p. Paris, Dunod, 1927.

17271

GUILLOT (EMILE). — **Edifices publics pour villes et villages.** 2^e édition revue et complétée par MARIUS BOUSQUET. (*Bibliothèque de l'Ingénieur de Travaux publics*). In-42 (18 × 12) de 784 p., 606 fig. Paris, Dunod, 1927.

17272

BARBILLION (L.) et BERGEON (P.). — **Les alternateurs industriels.** (*Bibliothèque de l'ingénieur électricien-mécanicien*). In-8 (25 × 16) de 278 p., 240 fig., VIII planches. Paris, Albin Michel.

17273

Report of the delegation appointed to study industrial conditions in Canada and the United States of America. Presented by the Minister of Labour to Parliament by Command of His Majesty, march 1927. In-8 (24 × 15), 417 p. London, H. M. Stationery Office, Adastral House, Kingsway, W. C. 2., 1927.

17274

ROUCH (J.). — **L'Antarctide. Voyage du Pourquoi-Pas? (1908-1910).** In-8 (26 × 20) de 173 p., XVI planches. Paris, Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, 1926.

17275

BOYER-GUILLON (M.). — **La pratique des essais de machines.** In-8 (25 × 16) de viii + 319 p., 145 fig., I pl. Paris, Dunod, 1927.

17276

RIEGER (J.). — **Calcul des constructions hyperstatiques.** Application d'une méthode très simple. Cadres et portiques en ciment armé. Édition française d'après la 1^{re} édition tchèque, publiée avec la collaboration de P. CAROT. In-8 (25 × 16) de xii + 167 p., 62 fig. et un fascicule de L planches. Paris, Dunod, 1927.

17277

QUESNOT (L.). — **Administration financière. Méthodes comptables et bilans.** 3^e édition. In-8 (25 × 16) de xv + 471 p. Paris, Dunod, 1927.

17278

..

Documentation sur le centenaire de la mort de James Watt, 16-21 septembre 1919. (*Don de M. Legros, membre correspondant*).

Pièce 13200

..

ÉTABLISSEMENTS NEU, rue Fourier, à Lille (Nord). — **Ventilateurs.**

Catalogue.

..

SYNDICAT DES INDUSTRIES MÉCANIQUES DE FRANCE ET FÉDÉRATION DE LA MÉCANIQUE. — **Annuaire de la mécanique, 1927.** Paris, 92, rue de Courcelles (8^e).

Pér. 431

INSTITUT POLYTECHNIQUE DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE. — **Publication - n° 137**

(juillet 1926) : *Grenoble, centre de régionalisme scientifique et industriel*. Discours prononcé au banquet donné le 19 juin 1926 à Paris, par l'Association des anciens élèves de l'Institut électrotechnique, la Houille blanche, par L. BARBILLION, 19 p. Grenoble, 1, rue Général-Marcland.

Pér. 331

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES. — *Mémoires*, Vol. 2 (1926), nos 4 : *Le parahéliotropisme, exposé critique général et recherches spéciales sur le robinier faux-acacia*, par SUZANNE MEYLAN, p. 163-313, 28 fig. *Bibliographie*. — 5 : *Contribution à l'étude de la flagelliose des Euphorbiacées en Suisse*, par H.-L. GASCHEN, p. 317-351, IV, pl. — 6 : *Revision des brachyopodes liasiques du Grammont, des Tours d'Ai, du Pissot et de Rossinière figurés dans l'ouvrage de M. H. Haas*, par E. PETERHANS, p. 353-384, II pl. *Bibliographie*. — 7 : *Le coefficient générique et le coefficient de communauté dans la flore marocaine*, par PAUL JACCARD, p. 385-403. Lausanne, Imp. commerciale.

Pér. 209

INSTITUT D'ÉGYPTÉ. — *Mémoires présentés*. Tome XI : *Explication des planches de J.-C. Savigny*, par M. PAUL PALLARY, avec la collaboration de MM. PH. DAUTZENBERG, Major DUPUIS, L. JOLEAUD, A. KOCH, E. LAMY, A. VAYSSIÈRE et L. VIGNAL, VIII + 139 p., XVIII planches. Le Caire, 1926.

Pér. 32

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN TE AMSTERDAM. — *Proceedings of the Section of Sciences* Vol. XXVIII, p. 1, 2 (1925).

Pér. 279

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN TE AMSTERDAM. — *Verhandelingen*. 2^{de} Sectie, Deel XXIV, nos 3 : *The vredefort mountain land in the Southern Transvaal and the Northern Orange free State*, by A. L. HALL and G. A. F. MOLENGRAAF, XIV + 183 p., 19 fig., XL planches (1925). — 4 : *De periodiciteit van de knop ontwikkeling bij den peer*, door IDA LUYTIN en E. DE VRIES, 61 p., III pl. (1926). — Deel XXV, n° 1 : *Untersuchungen über podostemonaceen*, III, von F. A. F. C. WENT, 59 p., XI pl. (1926).

Pér. 279

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN (Amsterdam). — *Internationale circumpacifische onderzoek Commissie (I. C. O. Commissie)*. — *The history and present state of scientific medical research in the Dutch East Indies*, 68 p., fig.

Pér. 279

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. — *Year book 1926*. New York, 29 West 39th Street.

Pér. 200

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — *Circular*, n° 25 (supplement) : *Standard samples issued or in preparation*, 7 p. (1926).

Pér. 61

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — *Miscellaneous Publications*, n° 74 : *Weights and Measures*. Nineteenth National Conference, may 1926.

Pér. 61

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE. — BUREAU OF STANDARDS. — *Simplified practice recommendation*, nos 4 (first revision, 1926) : *Asphalt*, 11 p. — 12 (first revision, 1926) : *Hollow building tile*, 9 p. — 43 (1926) : *Paint and varnish brushes*, 13 p. — 46 (1926) : *Tissue paper*, 7 p. — 53 (1926) : *Steel spiral rods (for concrete reinforcement)*. — *Report of National Committee on metals utilization*, 12 p. — 54 (1926) : *Sterling silver flatware*, 12 p. Washington.

Pér. 61

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE. — BUREAU OF STANDARDS. — *A primer of simplified practice*, by ERNEST L. PRIEST, 58 p., 22 fig. Washington, 1926.

Pér. 61

DEPARTMENT OF COMMERCE. — *A zoning primer*, by THE ADVISORY COMMITTEE ON ZONING, 10 p. (1926). — *A standard state zoning enabling act under which municipalities may adopt zoning regulations*, by THE ADVISORY COMMITTEE ON ZONING, 13 p. (revised édition 1926). Washington.

Pér. 61

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURES (Washington). — *Farmers' Bulletins* nos 685 (revised 1923) : *The native persimmon*, by W. F. FLETCHER, 24 p., 17 fig. — 1311 (1923) : *Chrysanthemums for the home*, by B. Y. MORRISON, 17 p., 14 fig. — 1345 (1923) : *Root-knot : its cause and control*, by G. H. GODFREY, 27 p., 26 fig. — 1350 (1923) : *Beef-cattle barns*, by E. W. SHEETS, A. R. KELLEY, 17 p., 16 fig. — 1363 (1924) : *Natural and artificial incubation of hens' eggs*, by A. R. LEE, 14 p., 5 fig. — 1447 (1925) : *Citrus fruit growing in the southwest*, by A. D. SHAMEL, 42 p., 17 fig. — 1456 (revised 1926) : *Homes for birds*, by

E. R. KALMBACH, W. L. MC ATEE 21 p., 11 fig. — **1481** (1926) : *Planting the roadside* by F. L. MULFORD, 35 p., 41 fig. — **1482** (1926) : *Trees for roadside planting*, by F. L. MULFORD, 50 p., 29 fig. — **1494** (1926) : *Tobacco cutworms and their control*, by S. E. CRUMB, 13 p., 11 fig. — **1495** (1926) : *Insect enemies of the flower garden*, by C. A. WEIGEL, W. MIDDLETON, 54 p., 90 fig. — **1496** (1926) : *Inoculation of legumes and non-legumes with nitrogen-fixing and other bacteria*, by F. LÖHNIS, L. T. LEONARD, 27 p., 19 fig. — **1498** (1926) : *The chinch bug and how to fight it*, by W. P. FLINT, W. H. LARRIMER, 17 p., 6 fig. — **1510** (1926) : *Anthraxnose as a cause of red-clover failure in the southern part of the clover belt*, by A. J. PIETERS, J. MONTEITH, 17 p., 11 fig. — **1513** (1926) : *Convenient kitchens*, by G. GRAY, 29 p., 31 fig. — **1516** (1926) : *Principles of window curtaining*, by M. A. DAVIS, 37 p., 34 fig. Pér. 410

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (Washington). — **Department Bulletins**, n^{os} **1176** (1923) : *Some results of cutting in the sierra forests of California*, by D. DUNNING, 27 p., 2 fig., VIII pl. — **1178** (1923) : *Bordeaux-oil emulsion*, by J. R. WINSTON, J. J. BOWMAN, 23 p., 3 fig. — **1185** (1923) : *Flax-stem anatomy in relation to retting*, by R. L. DAVIS, 27 p., 23 fig. — **1190** (1923) : *Effect of feeding green alfalfa and green corn on flavor and odor of milk*, by C. J. BABCOCK, 12 p., 3 fig. — **1208** (1923) : *Effect of feeding turnips on the flavor and odor of milk*, by C. J. BABCOCK, 7 p., 2 fig. — **1315** (1925) : *Dry farming in southeastern Wyoming*, by A. L. NELSON, 19 p., 10 fig. — **1326** (1925) : *Effect of garlic on the flavor and odor of milk*, by C. J. BABCOCK, 11 p., 4 fig. — **1342** (1925) : *Effect of feeding green rye and green cowpeas on the flavor and odor of milk*, by C. J. BABCOCK, 8 p., 2 fig. — **1348** (1926) : *An appraisal of power used on farms in the U. S.*, by C. D. KINSMAN, 76 p., 55 fig. — **1413** (1926) : *Cocoa by-products and their utilization as fertilizer materials*, by G. P. WALTON, R. F. GARDINER, 44 p., 2 fig. — **1417** (1926) : *Ozonium root rot*, by G. L. PELTIER, R. W. SAMSON, 27 p., 2 fig., XI pl. — **1418** (1926) : *Fertilizer experiments with alfalfa conducted at the U. S. Yuma Field Station, Bard, Calif., 1919 to 1925*, by H. L. WESTOVER, E. G. NOBLE, 11 p., 1 fig. — **1419** (1926) : *Factors and problems in the selection of peat lands for different uses*, by A. B. DACHNOWSKI, 23 p., 4 fig., VIII pl. — **1420** (1926) : *Relation of kernel texture to the physical characteristics, milling and baking qualities, and chemical composition of wheat*, by J. H. SHOLLENBERGER, D. A. COLEMAN, 16 p., 5 fig. — **1423** (1926) : *Progress of reindeer, grazing investigations in Alaska*, by L. J. PALMER, 36 p., XVIII pl. — **1424** (1926) : *Comparative shrinkage in weight of alfalfa cured with leaves attached and removed*, by H. L. WESTOVER, 11 p. — **1452** (1926) : *Properties of the colloidal soil material*, by M. S. ANDERSON, S. MATTSO, 46 p., 4 fig. Pér. 410

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (Washington). — **Department Circulars**, n^{os} **287** (1923) : *The occurrence of diseases of adult bees*, II, E. F. PHILLIPS, 34 p. — **290** (1923) : *U. S. grades for rough rice*, H. J. BESLEY, E. G. BOERNER, W. D. SMITH, 10 p. — **291** (1923) : *U. S. grades for milled rice*, H. J. BESLEY, E. G. BOERNER, W. D. SMITH, 17 p. — **338** (1925) : *Parasites and parasitic diseases of dogs*, M. C. HALL, 28 p., 31 fig. — **343** (1925) : *Extension work in agronomy, 1923*, O. S. FISHER, 14 p., 8 fig. — **345** (1925) : *Farm-forestry extension, early development, and status in 1923*, G. H. COLLINGWOOD, 15 p., 7 fig. — **349** (1925) : *Extension work in foods and nutrition, 1923*, M. BIRDSEYE, 30 p., 7 fig. — **352** (1925) : *Work of the newlands reclamation project experiment farm in 1922 and 1923*, F. B. HEADLEY, E. W. KNIGHT, L. E. CLINE, 26 p., 3 fig. — **387** (1926) : *Pollination of the avocado*, T. R. ROBINSON, E. M. SAVAGE, 16 p., 5 fig. — **390** (1926) : *Study of off-type plants of acala cotton*, R. D. MARTIN, 11 p., V pl. — **394** (1926) : *Copper carbonate prevents bunt (stinking smut) of wheat*, W. H. TISDALE, 9 p., 6 fig. — **398** (1926) : *Directory of officials and organizations concerned with the protection of birds and game : 1926*, T. DENMEAD, F. L. EARNSHAW, 11 p. Pér. 410

L'agent général, gérant,
E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

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

L'UNIFICATION INDUSTRIELLE

par M. M.-J. ANDROUIN, *membre du Conseil.*

L'unification industrielle a pour but d'éviter le gaspillage de la richesse, que cette richesse soit représentée par des produits du sol, ou par des matières plus ou moins ouvrées, ou par de l'activité productive sous toutes ses formes.

UNIFIER,

1° C'est constituer et faire adopter, pour une catégorie de produits, une série de types ou échantillons bien gradués, satisfaisant à la plupart des cas usuels, qui puissent être fabriqués économiquement, mis dans le commerce et tenus immédiatement disponibles par les fournisseurs.

Exemple : série de poutrelles pour charpentes métalliques.

2° C'est définir un produit répondant à une désignation donnée, ou encore fixer la désignation d'un produit répondant à des conditions données.

Exemple : cahier des charges type pour la fourniture de certains produits d'usage courant : aciers, chaux et ciments, bois de construction, etc.

3° C'est fixer des conditions uniformes de fonctionnement des grands services d'intérêt collectif, pour faciliter l'entr'aide de ces services et réaliser l'interchangeabilité du matériel nécessaire à leur exploitation.

Exemples : voies et signaux de chemins de fer. Caractéristiques des courants des grands réseaux de distribution d'électricité.

4° C'est aussi ramener le fonctionnement des machines productrices de même nature à des conditions types, afin que tout travail puisse être exécuté dans le temps minimum, quelle que soit la machine employée.

Exemple : série d'avances et de vitesses pour machines-outils à tailler les métaux.

5° C'est encore, dans certains cas, formuler et faire adopter des règles dont l'uniformité a pour but de permettre aux opérateurs de changer de machine sans avoir à rééduquer leurs réflexes.

Exemple : Règle du sens de rotation du volant de direction des automobiles.

COMMENT DOIT-ON UNIFIER?

Toute unification doit tendre, en dernière analyse, à économiser le temps.
Toute unification doit tendre à réduire au minimum le nombre de types

différents de chaque catégorie tout en maintenant entre les échantillons voisins un espacement assez faible pour que l'emploi inévitable d'objets hors série soit exceptionnel.

Exemple : série de tubes en fer pour chauffage central et applications diverses.

Toute unification doit tendre à améliorer le produit auquel elle se rapporte.

Exemple : Cahier des charges : pour chaque produit, les conditions de réception doivent correspondre à la meilleure qualité qui puisse être obtenue économiquement dans une fabrication courante bien conduite.

Autre exemple : série de poutrelles : la forme choisie pour la série unifiée est celle qui assure dans les cas usuels l'utilisation la plus rationnelle du métal.

Importance d'une fixation de qualité. — Cette question de la qualité est très importante : l'expérience montre que l'emploi d'une série unifiée quelconque ne se généralise que progressivement. C'est ainsi que le Système international de Filetages pour tiges, boulons, etc. (S. I.) adopté en 1900, a mis plus de dix ans à conquérir l'industrie; ce n'est que tout dernièrement que les grandes administrations l'ont enfin adopté.

Dans ces conditions, ce que nous unifions aujourd'hui doit répondre aux besoins de l'industrie non seulement maintenant, mais surtout dans les années à venir. Il est donc indispensable que les unifications soient élaborées avec le plus grand soin, et en considération, autant que possible, de ce que peuvent être les besoins futurs.

Cela conduit à l'idée de l'*unification rationnelle* dont je mentionnerai plus loin quelques exemples. L'expression « unification rationnelle » signifie ici non seulement que tous les objets d'une catégorie donnée doivent être unifiés rationnellement, mais encore que les unifications des diverses catégories d'objets connexes doivent former entre elles un tout cohérent et homogène.

LES DIVERSES MANIÈRES D'UNIFIER.

Si l'on s'en tenait à ce qui vient d'être dit, il n'y aurait qu'une manière d'unifier, celle qui consisterait à faire abstraction de tout ce qui existe et à pratiquer exclusivement l'unification rationnelle. En fait, l'observation rigoureuse de cette règle est impossible.

Lorsqu'une unification diffère nettement de la pratique antérieure, elle apporte dans l'exercice des industries intéressées une perturbation plus ou moins importante et plus ou moins durable, mais inévitable.

C'est ainsi que, pour le cas du S. I., il a fallu que les grands services publics (compagnies de chemin de fer, etc.) et tous les consommateurs d'écrous et d'objets filetés, possèdent l'outillage les et fournitures de la nouvelle série, sans être dispensés pour cela de rester abondamment pourvus d'outils et de fournitures de leurs types antérieurs. La période de coexistence d'objets filetés disparates dure encore; elle ne prendra fin qu'à l'extinction du matériel construit avant l'adoption exclusive du S. I.

Il est donc utile, lorsqu'on réalise une unification, de chercher à atténuer l'importance et la durée de la perturbation que son application pourra faire naître.

D'autre part, il peut arriver que, pour certains éléments, il existe des unifications de fait qui dominent le marché et auxquelles nous n'avons pas le pouvoir de changer quoi que ce soit, quelques imperfections que ces

unifications puissent présenter. C'est le cas des filetages des tubes en fer et raccords employés pour les installations de chauffage central, les tuyauteries d'air comprimé, etc., bien que ces éléments soient unifiés en mesures anglaises. C'est le cas aussi pour les cônes d'emmanchement d'outillage (cônes Brown et Sharpe et cônes Morse), bien que les taux de conicité de ces cônes soient exprimés par des nombres complexes de pouces anglais par pied, et diffèrent d'ailleurs entre les numéros d'une même série.

De ces considérations, découlent les diverses manières d'unifier, que l'on peut classer ainsi :

- 1° Perfectionner, pour les adopter, des séries existantes (S. I., poutrelles, clous à chaussures);
- 2° Entériner, sans changement, des unifications déjà réalisées (tubes en fer);
- 3° Créer des séries rationnelles.

SÉRIES RATIONNELLES.

Une série, quelle qu'elle soit, n'atteint son but que si ses termes, ou échantillons, aussi peu nombreux que possible, y sont gradués de manière à satisfaire à la plupart des cas usuels.

Pour constituer des séries rationnelles, les mathématiques élémentaires nous offrent des ressources illimitées. Examinons, au moyen d'exemples, le parti que l'on peut tirer des séries les plus connues.

D'abord la *progression arithmétique*. Cette progression est caractérisée par la constance de l'intervalle arithmétique c'est-à-dire de la différence, ou intervalle absolu, des termes consécutifs.

Essayons d'appliquer à une série de tiges, filetées ou non, la progression arithmétique par 2 mm; nous voyons que l'assortiment fourni par cette progression est satisfaisant dans la région de 16 mm, insuffisant dans les petits diamètres comme 2, 4, 6, etc., et surabondant dans les grands, comme 82, 84, 86, etc.

Voyons maintenant ce que l'on peut obtenir, dans le même cas, de la *progression géométrique*. La progression géométrique est caractérisée par la constance de l'intervalle logarithmique, c'est-à-dire du rapport, ou intervalle relatif, des termes consécutifs.

Si nous appliquons, à notre série de tiges, une progression géométrique ayant pour raison $\sqrt[20]{10}$, soit environ 1,12, nous voyons que l'assortiment fourni par cette progression est lui aussi, satisfaisant dans la région de 16, mais que, tout en étant moins éloigné que le précédent des exigences pratiques, il est plutôt surabondant dans les petits diamètres et insuffisant dans les grands.

Ces deux progressions ne conviennent donc ni l'une ni l'autre au cas examiné, et cela pour des raisons exactement contraires. Dans la progression arithmétique, en effet, l'intervalle absolu ou différence étant constant, l'intervalle relatif ou quotient est trop variable. Dans la progression géométrique, au contraire, l'intervalle relatif étant constant, c'est l'intervalle absolu qui est trop variable.

Il faut donc, pour le cas qui nous occupe, constituer une série où l'intervalle absolu augmente alors que l'intervalle relatif diminue. Si nous désignons par y le module d'un échantillon de la série, et par x le rang ou numéro d'ordre de cet échantillon, y et x étant positifs par convention, nous devrons avoir une fonction

$$y = F(x)$$

dont la courbe ait sa convexité tournée vers l'axe des x mais présente une montée moins rapide que celle de la progression géométrique. Pour réaliser une telle forme de courbe, les deux moyens qui viennent le plus naturellement à l'esprit consistent, l'un, dans l'emploi d'une fonction de la famille parabolique, soit

$$y = ax^n$$

et l'autre, dans l'emploi d'une fonction de la famille exponentielle :

$$y = ar^{f(x)}.$$

Dans le cas de la fonction parabolique, il suffirait de faire un bon choix du coefficient a et de l'exposant n , celui-ci étant plus grand que l'unité.

Remarquons, en passant, que la progression arithmétique est un cas particulier de la progression parabolique, celui où $n = 1$.

Par l'emploi de la fonction exponentielle on pourrait aussi, moyennant un choix judicieux de la fonction auxiliaire $f(x)$ servant d'exposant, atteindre le but visé.

Revenons maintenant aux faits. D'abord, nous constatons que l'unification des tiges, que nous avons choisie comme exemple, exige une série plutôt complexe, puisque le cas dont il s'agit ne s'accommode bien ni de la progression arithmétique, ni de la progression géométrique. Il vient immédiatement à l'esprit qu'il n'en est pas nécessairement de même pour tout ce qu'il est profitable d'unifier, et que c'est vraisemblablement une utopie de vouloir constituer une série qui soit vraiment bien appropriée à tous les cas.

Nous devons aussi considérer que, si une série doit être bien établie quant à la loi de croissance de ses termes, elle doit posséder une autre qualité fautive de quoi il serait fort difficile d'en obtenir l'application systématique : *il faut qu'elle soit commode au point de vue mnémonique.*

Si une série dont on veut assurer l'application usuelle n'est pas sue par cœur de tous ceux qui doivent s'en servir, on n'empêchera jamais qu'elle soit transgressée de temps en temps, par suite du jeu naturel de la loi du moindre effort. Tous ceux qui ont dirigé des travaux d'études ont constaté ce fait et en ont subi les inconvénients.

Petit à petit, sous des influences diverses nées des idées précédemment exposées, le choix des séries se précise. Deux séries normales, ayant chacune ses qualités propres, restent en présence.

L'une est la *série dite du système international* ou *série S.I.* C'est une suite de progressions arithmétiques dont l'allure générale est approximativement celle d'une progression parabolique.

L'autre est la *série géométrique décimale*, que l'on appelle *série de Renard* parce que c'est le regretté colonel Charles RENARD qui en a fait, entre 1875 et 1879, pour des unifications d'objets, la première application dont nous ayons eu connaissance. C'est une progression géométrique ayant pour raison $\sqrt[10]{10}$ et contenant les puissances entières de 10.

APPLICATIONS DE LA SÉRIE S.I.

La série S.I., adoptée en 1900 par le Congrès international de Zurich, s'étendait de 6 à 80 mm. Depuis lors, la Société d'Encouragement l'a prolongée au-dessous de 6 mm par le *système dit de la petite mécanique*, comprenant les diamètres de 2,5 à 5,5 mm inclus.

L'heureuse ordonnance de la série des diamètres normaux du S.I., et les avantages pratiques qui en découlent tiennent surtout au choix heureux des intervalles. Ces intervalles sont :

0,5 mm pour les diamètres de 2,5 à 6 mm				
1	—	au-dessus de 6 et jusqu'à 12 —		
2	—	12	—	24 —
3	—	24	—	48 —
4	—	48	—	80 —

Pour le prolongement de la série au delà de 80 mm, l'intervalle adopté est de 5 mm.

SÉRIE S.I. A INTERVALLES DOUBLÉS. — Parmi les éléments à unifier sur la base de la série S.I., il en est pour lesquels il n'est pas nécessaire d'employer tous les termes. Dans ce cas, on peut ne prendre qu'un terme sur deux; l'on obtient ainsi la série S.I. à intervalles doublés dans laquelle les intervalles sont :

1 mm pour les diamètres de 3 à 6 mm				
2	—	au-dessus de 6 et jusqu'à 12 —		
4	—	12	—	24 —
6	—	24	—	48 —
8	—	48	—	80 —
10	—	80 mm		

La question des multiples de 5. — A propos de la série des diamètres normaux du S. I., on a objecté quelquefois que certains multiples de 5 mm, à savoir : 15 25 35 40 50 55 65 70 et 75 mm, n'en font pas partie, bien que la suite des multiples de 5 soit très commode au point de vue mnémonique. Cette objection a déjà été formulée lors de l'établissement du S.I. pour les articles filetés. Il y a sans doute été répondu, à cette époque, que la constitution d'un système à intervalles progressifs tel que l'exigent les besoins industriels, n'était pas compatible avec l'emploi de l'intervalle constant de 5.

Nous estimons qu'il n'y a pas lieu de rouvrir cette discussion, mais qu'il convient, au contraire, d'accepter une série dont l'application pendant plus de 25 ans a prouvé la valeur et d'en étendre l'application aux objets pour lesquels on appliquait autrefois les multiples de 5.

ENCHAÎNEMENT DES UNIFICATIONS BASÉES SUR LE S.I. — Voici quelques exemples montrant comment s'enchaînent les unifications basées sur le S.I.

Pour établir dans les ateliers des tiges filetées, prisonniers, etc., conformes au S.I.; il faut posséder des barres cylindriques calibrées aux diamètres normaux de la série. Cela nous amène immédiatement à l'idée bien naturelle d'appliquer les mêmes diamètres à toutes les fabrications comportant l'emploi de barres cylindriques calibrées, et d'unifier ainsi, sur la base de la série S.I., des vis à tête fendue, des goupilles de diverses sortes, des axes à tête ou sans tête, des arbres cylindriques, etc.

L'emploi de certains de ces articles exige l'alésage précis des pièces destinées à les recevoir. Cela nous amène à l'idée d'unifier, sur la base de la série S.I., les diamètres des alésoirs ainsi que ceux des tampons et calibres de vérification, autrement dit, les diamètres de tous les alésages et de toutes

les portées cylindriques, ainsi que tous les organes divers s'y rapportant et l'outillage servant à produire tous ces éléments.

Si toute la boulonnerie, employée dans les ateliers de constructions et fabrications mécaniques, est unifiée sur la base du S.I., il s'ensuit que les rainures des tables de machines, devant recevoir des boulons S.I., doivent elles-mêmes être unifiées sur la base du S.I. Ces rainures, pouvant à l'occasion recevoir des languettes de centrage pour poupées à diviser, étaux parallèles et appareils divers, doivent être exécutées avec précision. Cette exécution précise exige l'emploi de lames ou de fraises calibrées d'après la série du S.I. L'idée vient immédiatement d'employer les mêmes fraises pour tailler les chapes d'articulation, ce qui conduit à unifier ces chapes sur la même base. Le même raisonnement conduit à employer aussi les mêmes fraises pour tailler les rainures de clavetage, ce qui nous amène à unifier, sur la base du S.I., les largeurs des rainures de clavetage et des clavettes correspondantes, etc., etc.

APPLICATIONS DE LA SÉRIE GÉOMÉTRIQUE DÉCIMALE
DITE « SÉRIE DE RENARD ».

Charles RENARD, officier du Service de l'Aérostation militaire, justement célèbre par l'ensemble de ses travaux et comme auteur du premier ballon qui ait été effectivement dirigé dans les airs, avait éprouvé le besoin de posséder, pour les constructions aéronautiques, des séries de cordages et d'éléments divers où l'on pût toujours trouver un échantillon satisfaisant à une approximation convenable à tout cas défini. Il admettait que l'approximation, exprimée par le rapport de la résistance de l'échantillon à ce qu'on lui demandait de supporter, pouvait être la même dans toute l'étendue de la série, et que, par conséquent, la série à employer devait être constituée en progression géométrique ⁽¹⁾.

Il choisit comme raison de la progression $\sqrt[10]{10}$, dont il avait remarqué l'identité pratique avec $\sqrt[3]{2}$. Il constitua ainsi une série de cordages comprenant depuis les fils de couture jusqu'aux câbles inclusivement. L'usage de cette série a prouvé qu'elle répondait bien au but visé par son auteur.

Environ vingt ans plus tard, j'ai été moi-même conduit, sans avoir rien su des travaux d'unification accomplis par Renard, à employer la série géométrique décimale, cela à la suite de recherches relatives à l'organisation des travaux de façonnage mécanique ⁽²⁾. De ces recherches ont été déduites les règles d'unification des allures de marche de la machinerie des ateliers. Voici ces règles.

Les vitesses des machines-outils, c'est-à-dire les nombres de tours par minute des broches des machines rotatives et les nombres de courses par minute des machines alternatives à bielle, doivent être gradués suivant la série géométrique décimale.

Les avances automatiques, par tour de broche, par minute ou par coup d'outil, seront espacées suivant les termes de la série géométrique décimale.

Ces règles comportent quelques cas particuliers que je ne mentionne pas

(1) Ses premières recherches paraissent remonter à 1875; cette normalisation n'a été mise en application qu'en 1879, sans que rien ait jamais été publié à ce sujet. C'est seulement pendant la grande guerre que les principes en ont été reconnus par des officiers du Service de l'Aéronautique (N. D. L. R). Voir le *Bulletin* de mars 1921, p. 309.

(2) Voir *Bulletin* de la Société d'Encouragement de septembre-octobre 1919, p. 145.

ici, mais qui sont indiqués en détail dans le fascicule préparé pour la Commission permanente de Standardisation du Ministère du Commerce.

Les arbres de ligne de transmission d'atelier doivent tourner à des vitesses qui, exprimées en nombre de tours par minute, soient des termes de la série géométrique décimale.

Les diamètres de toutes les poulies montées sur ces arbres doivent également être des termes de la série géométrique décimale.

Les monopoulies des machines qui en comportent, ainsi que les poulies réceptrices des arbres de renvoi, doivent être proportionnées de telle manière que les produits de leur diamètre par leur nombre de tours par minute soient des termes de la série géométrique décimale.

Par conséquent, les poulies des moteurs électriques et autres, destinées à actionner des transmissions ou des machines, doivent être proportionnées de la même manière.

Les largeurs de courroies doivent être choisies parmi les termes de la série géométrique décimale.

Les largeurs de poulies doivent être proportionnées pour recevoir les courroies ainsi désignées.

Toutes les poulies-tambours destinées à être montées sur des arbres de lignes doivent avoir des largeurs unifiées suivant les termes de la série géométrique décimale.

*

Dans les unifications d'allures de marches de machines-outils, la progression géométrique est la seule série possible.

Il est d'autres unifications où cette progression, sans s'imposer aussi rigoureusement, donne lieu à des séries bien graduées; c'est le cas notamment pour les éléments étudiés par Ch. Renard, et en général pour tous ceux où la considération de la résistance importe plus que celle de l'exactitude des dimensions. C'est ainsi qu'indépendamment des cotes normales des poulies et des courroies, l'unification des aciers méplats pour outils de tours et de machines diverses, et celles des supports de ces mêmes outils, sont faites suivant la série géométrique décimale.

La Commission permanente de Standardisation a formulé une décision de principe recommandant l'emploi de la série de Renard à ceux qui travaillent dans ses commissions d'études mais n'a encore rien publié de définitif à l'usage des constructeurs.

Cette recommandation aura d'heureux effets si la série est appliquée à tous les cas auxquels elle convient bien, et à ces cas seulement.

TRAVAIL TECHNIQUE DE L'UNIFICATION.

L'élaboration d'une unification quelconque entraîne généralement un certain travail technique. Ce travail est parfois très long et très coûteux. C'est ainsi que l'unification des articles de boulonnerie a demandé au rapporteur un temps considérable, bien que cet ingénieur, qui dirige une importante fabrication de ces articles, ait eu à sa disposition tous les travaux antérieurs: ceux de la Société d'Encouragement; une étude très complète faite par les ingénieurs des grands réseaux de chemins de fer, etc.

Certaines unifications exigent des études expérimentales. C'est le cas, par exemple, pour les températures de concordance des calibres et des étalons

d'atelier : on a mis à profit, pour étudier cette question, les travaux du Bureau international des Poids et Mesures. C'est le cas aussi :

pour les jeux et forçements de pièces de machines, question qui, d'ailleurs n'est pas encore résolue;

pour les engrenages à développante et tout ce qui peut engrener avec la crémaillère de ces engrenages.

On trouvera en appendice une étude relative aux vis à tête fendue pour constructions mécaniques, qui montre de quelle manière nous estimons qu'une étude d'unification industrielle doit être conduite.

DIFFICULTÉS DE RÉALISATION DES UNIFICATIONS INDUSTRIELLES.

Dans la réalisation des unifications industrielles, on rencontre des difficultés d'ordre matériel, surtout lorsqu'il s'agit de se documenter et d'expérimenter. Parmi ces difficultés matérielles, il n'en est point qui ne puisse être résolue facilement si l'on dispose pour cela des ressources nécessaires en initiative, en locaux, en appareillage et en argent liquide.

En France, l'idée d'unification industrielle fait son chemin, pas très vite peut-être, mais sûrement. Jusqu'à ces derniers temps, cette idée n'avait été accueillie favorablement que par un petit nombre d'industriels; les autres y étaient hostiles ou s'en désintéressaient. On en rencontre encore quelques-uns dans ce cas.

Il n'est pas mauvais de rappeler quels sont les arguments principaux des réfractaires. Ces arguments, dépouillés des artifices d'élocution dans lesquels ils sont généralement enveloppés, se ramènent à peu près aux suivants :

1° L'unification arrêtera mes progrès;

2° L'unification restreindra ma liberté;

3° L'unification me mettra, moi fabricant, à la merci de mes clients. En effet : pour unifier un produit, il faut le définir; quand mon produit sera défini, mes clients pourront exiger qu'il soit conforme à la définition, et alors je risquerai d'être privé du droit de mal travailler;

4° Si l'on unifie mon produit autrement qu'en adoptant sans changement mon propre catalogue, il me faudra modifier certaines de mes fabrications; or, mes clients ont toujours accepté celles-ci telles quelles; je m'oppose donc à tout changement;

5° Même si mon propre catalogue était adopté sans changement, l'unification me porterait tort car mes clients pourraient trouver chez mon voisin les fournitures dont j'ai eu jusqu'à présent le monopole de fait.

Les deux premiers arguments sont tombés d'eux-mêmes dès que les intéressés eurent pris la peine d'étudier la question. D'ailleurs, les pays où l'unification est très poussée sont précisément ceux où les perfectionnements sont les plus rapides.

Le troisième argument n'est pas résistant : d'une part la clientèle peut ne pas être du même avis que le fabricant réfractaire; d'autre part, celui-ci, lorsqu'il compare les inconvénients et les avantages d'une définition précise de son produit, s'aperçoit finalement que les avantages l'emportent, en raison de ce qu'il est d'autant mieux garanti contre toute réclamation que son produit est plus sûrement conforme à la spécification suivant laquelle il l'a vendu.

Le quatrième argument mérite examen et c'est pourquoi dans ce qui précède nous avons appelé l'attention sur la nécessité de bien étudier, pour

chaque catégorie d'éléments, les moyens d'atténuer l'importance et la durée du travail d'adaptation nécessaire. Les industriels qui mettent en avant cet argument comprennent d'ailleurs que, du fait qu'il sont nombreux et que leurs catalogues sont différents, ils se trouvent par cela même empêchés de fabriquer d'avance des quantités de produits proportionnelles à ce que pourrait être la demande. Ils comprennent aussi que la clientèle ne s'accommode pas d'un état de choses anarchique dont elle subit les conséquences sous forme de prix et de délais exagérés. Ils comprennent enfin qu'aucun d'eux ne peut prétendre qu'on prenne sans changement son catalogue à lui, à moins que les avantages de ce catalogue soient tels que tous ses collègues et toute la clientèle puissent l'accepter comme offrant vraiment les meilleures séries possibles.

Quant au cinquième argument, il a causé beaucoup de tort aux industriels qui s'y étaient tenus. Sous l'influence des idées fausses qu'exprime cet argument, des industriels avaient gardé intact leur vieux catalogue, et dormi bien tranquillement à l'abri de ce qu'ils croyaient être pour eux un monopole de fait. Pour certains d'entre eux le réveil a été dur : non seulement leur commerce d'exportation est tombé, mais ils ont été battus sur le marché national par des produits unifiés fabriqués en grandes quantités à l'étranger. On pourrait citer de nombreux articles pour lesquels il en a été ainsi.

On rencontrait aussi jusqu'à ces derniers temps des industriels qui, en raison de l'importance de leur production, pouvaient se croire assez puissants pour vivre en marge du reste de l'industrie nationale. Ils s'aperçoivent maintenant qu'une entreprise ne peut pas prospérer isolément dans une ambiance de misère.

En matière d'unification industrielle il y avait aussi des indifférents. Il est possible qu'il y en ait encore quelques-uns, mais le mouvement qui se dessine en ce moment au sein de nos grands groupements industriels aura certainement raison de leur indifférence.

ANNEXE : ÉTUDE DE NORMALISATION :

Constitution d'une série rationnelle de vis de serrage à têtes fendues pour constructions mécaniques.

SOMMAIRE.

- I. — Formes à donner au dessus des têtes de vis.
- II. — Formes à donner à la portée des têtes de vis.
- III. — Diamètres à donner aux têtes de vis.
 - a) Diamètres d'après les conditions d'emploi (résistance et encombrement).
 - b) Diamètres d'après les conditions de fabrication.
 - c) Diamètres d'après les conditions de pose.
 - d) Limite inférieure du diamètre des têtes de vis.
 - e) Cas exigeant des portées de grands diamètres.
- IV. — Dimensions des fentes et hauteurs des têtes.

I. — FORMES A DONNER AU DESSUS DES TÊTES DE VIS.

Dans l'emploi des vis à têtes fendues, les têtes reposent : soit dans un embrèvement où la tête est complètement noyée (fig. 1);

soit dans un embrèvement d'une certaine profondeur d'où émerge une partie de la tête correspondant à la profondeur de la fente (fig. 2);

soit sur un dressage annulaire assurant le repos de la tête sur une face plane (fig. 3);

soit simplement sur la face de la pièce à serrer (fig. 4).

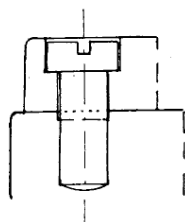


Fig. 1.
Vis entièrement noyée.

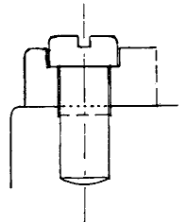


Fig. 2.
Vis partiellement noyée

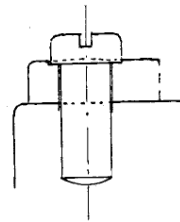


Fig. 3. — Vis reposant
sur dressage annulaire.

Dans le premier cas, où la tête est entièrement noyée (fig. 1) le dessus plat est indiqué.

Dans les trois autres, il y a lieu de faire en sorte que la tête de la vis n'offre pas d'arête vive :

— pour faciliter le toucher et le nettoyage des appareils;

— pour éviter, autant que possible, la détérioration des sommets saillants par le tournevis (fig. 5);

— pour éviter aussi que l'arête fasse ressortir les irrégularités de la face de la pièce serrée lorsque cette face est brute (fig. 6).

De plus, d'une manière générale, il faut que la tête offre au tournevis

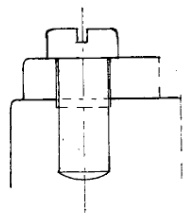


Fig. 4. — Vis reposant
directement sur la face
de la pièce.

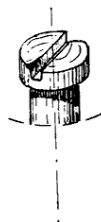


Fig. 5. — Sommets
saillants détériorés
par le tournevis.

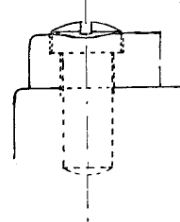


Fig. 6. — L'arête d'intersection du dessus
convexe et de la partie cylindrique
fait ressortir les irrégularités de la
face de la pièce.

une grande surface d'appui dans la région du contact, c'est-à-dire près de la périphérie de la tête; cela condamne les têtes convexes (fig. 7 et 8), qui ne présentent au tournevis, dans les parties *a*, que des surfaces d'appui insuffisantes.

Pour ces raisons, j'ai adopté, comme unique forme des dessus de têtes

de vis non entièrement noyées, une surface plane raccordée à la surface cylindrique par un arrondi de rayon convenable (fig. 9).

La surface plane présente incidemment l'avantage de permettre, en toutes

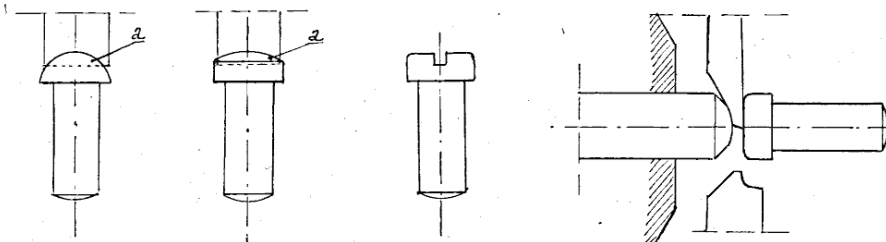


Fig. 7 et 8. — Ces formes de têtes n'offrent au tournevis, dans les parties *a*, qu'une surface d'appui insuffisante.

Fig. 9. — Forme rationnelle pour tête entièrement noyée.

Fig. 10. — Tronçonnage d'une vis décolletée : la forme plate facilite l'opération.

circonstances, le tronçonnage facile de la vis à la fin de l'opération de décolletage, cela sans que l'outil (fig. 10) laisse d'autre trace qu'un léger « téton » qui disparaît au taillage de la fente.

II. — FORMES A DONNER A LA PORTÉE DES TÊTES DE VIS.

Portée plate. — Dans le cas général, il est tout naturel de donner à la portée des têtes de vis la forme plate (fig. 1 à 10).

Portées coniques. — Il est toutefois nécessaire d'employer des portées coniques dans certains cas spéciaux dont voici les principaux :

Obligation d'employer, pour aléser l'embranchement de la tête, un foret

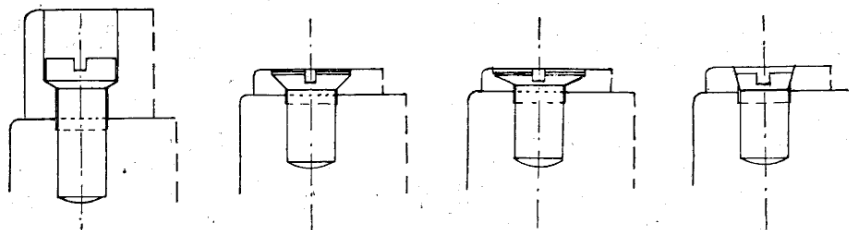


Fig. 11. — Vis à portée conique à 118°.

Fig. 12. — Vis à tête noyée serrant une pièce mince.

Fig. 13. — Vis dont la portée est un cône trop aplati.

Fig. 14. — Vis dont la portée est un cône trop allongé.

hélicoïdal ordinaire (fig. 11). Dans ce cas, la portée se présente suivant un cône de 118°. Ce cas se présente surtout dans la construction des appareillages et outillages que les industriels établissent pour leur usage (appareils de perçage et autres, outils à découper et à emboutir, etc.) ;

Fixation des pièces minces, lorsque la saillie d'une vis comme celle de la figure 4 n'est pas acceptable (fig. 12).

Il est désirable, pour la solidité de la pièce et de la vis, que le cône soit allongé. A ce point de vue, la figure 13 explique suffisamment l'inconvénient d'un cône trop aplati. Toutefois, le cône allongé offre l'inconvénient

d'exiger une plus grande précision quant au diamètre de l'embrèvement, la moindre variation de diamètre se traduisant par une grande variation de pénétration (fig. 14). Le cône à 90° (fig. 15) représente une moyenne satisfaisante entre ces deux extrêmes;

Cas où la tête de vis doit s'appuyer sur une portée alésée à 60° , comme par exemple un centre de tournage.

Et enfin : cas où l'on veut pouvoir compter sur le frottement de la portée de la tête de la vis pour éviter son desserrage.

Dans ces deux cas, la portée conique à 60° est indiquée (fig. 16).

Ce qui précède conduit donc à trois sortes de portées coniques dont les angles sont respectivement 118° (fig. 11), 90° (fig. 15) et 60° (fig. 16).

III. — DIAMÈTRES A DONNER AUX TÊTES DE VIS PAR RAPPORT AUX CORPS.

a) DIAMÈTRE DES TÊTES DE VIS D'APRÈS LES CONDITIONS D'EMPLOI. — Les conditions influent sur le diamètre des têtes à deux points de vue, celui de la résistance et celui de l'encombrement.

Résistance. — Examinons d'abord la résistance.

La portée d'une tête de vis, ainsi que la région correspondante de la

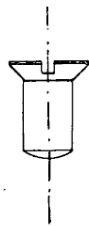


Fig. 15. — Vis à portée conique à 90° .

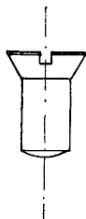


Fig. 16. — Vis à portée conique à 60° .

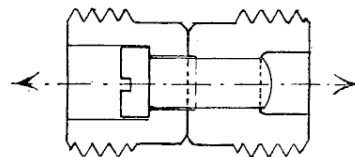


Fig. 17. — Essai de traction, pour étudier les résistances relatives du corps fileté et de la portée d'une vis.

pièce sur laquelle elle repose, sont soumises à un effort d'écrasement et le corps fileté de la vis à un effort d'extension.

La charge spécifique admissible pour le corps fileté est très inférieure à celle qui est admise pour le repos de la tête : d'une part, l'effort appliqué au corps fileté n'est jamais rigoureusement axial, et il en résulte, dès la moindre déformation, une flexion diminuant d'autant la résistance; d'autre part, la portée de tête subit, dès le commencement de l'écrasement, un écrouissage augmentant sa résistance élastique.

Dans une série d'essais, j'ai pu constater que si l'on voulait proportionner les têtes de vis de manière que la résistance de la portée à l'écrasement ne soit pas plus grande que celle du corps fileté à la rupture, on arriverait à des diamètres de têtes inadmissibles, parce que trop faibles pour d'autres raisons. C'est ainsi qu'une vis de 10 mm à tête de 12 mm, passant dans un trou de 10,2 mm (fig. 7), s'est rompue dans la partie filetée sans que sa portée ait été écrasée au point d'être mise hors d'usage. Dans ces conditions, la limite inférieure du diamètre à donner aux têtes de vis n'est pas déterminée par les conditions de résistance à l'écrasement de la portée.

Encombrement. — Examinons maintenant l'encombrement.

Dans l'emploi des vis, les dimensions des pièces à réunir sont déterminées dans une certaine mesure par celles des têtes de vis.

La figure 18 représente un support fixé au moyen de vis. Les cotes a et b de ce support dépendent du diamètre des têtes de vis et sont d'autant plus faibles que ce diamètre est lui-même plus faible; cette dépendance se répercute sur la cote totale c ; s'il y a un certain nombre de supports semblables

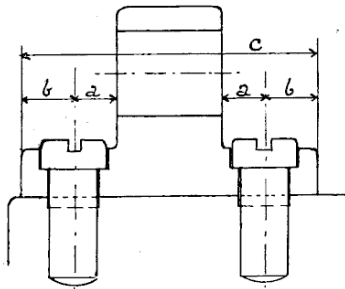


Fig. 18. — Exemple montrant l'influence du diamètre des têtes de vis sur les dimensions des pièces.

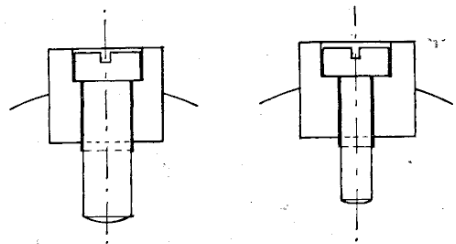


Fig. 19 et 20. — Proportion des têtes de vis dans le cas où le diamètre de tête est limité.

à fixer côte à côte sur un même bâti, la dimension même du bâti en est affectée. Cette considération conduit donc à des têtes de vis dont le diamètre soit faible par rapport au corps.

L'encombrement des têtes de vis peut d'ailleurs être examiné à un autre point de vue : la recherche du diamètre maximum de corps de vis pour une dimension donnée de la tête. C'est le cas, par exemple, des vis employées pour fixer, dans leurs rainures, des clavettes dormantes. La comparaison des figures 19 et 20 montre que, dans ce cas encore, la meilleure vis est celle de la figure 19 dont le corps est gros par rapport à la tête, c'est-à-dire dont la tête est petite par rapport au corps.

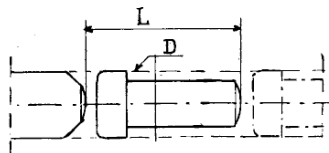


Fig. 21. — Vis décolletée. Sa fabrication exige du métal de diamètre D (volume $= \frac{\pi}{4} D^2 L$).

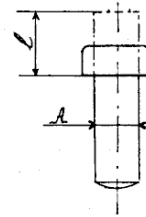


Fig. 22. — Vis à tête estampée. La longueur l est nécessaire à la formation de la tête.

b) DIAMÈTRE DES TÊTES DE VIS, D'APRÈS LES CONDITIONS DE FABRICATION. — Les vis à têtes fendues peuvent être fabriquées par un grand

nombre de procédés se ramenant tous plus ou moins aux suivants :

Corps décolleté, filetage taillé (fig. 21);

Tête estampée, filetage taillé (fig. 22);

Tête estampée, filetage estampé (fig. 23) ⁽³⁾.

Dans le cas du décolletage, il y a intérêt à ce que la tête soit faible par rapport au corps, le poids du métal employé étant proportionnel au carré du

(3) Sur la question de l'estampage des filetages, voir la *Revue de Mécanique* de mai 1911.

diamètre de la tête et le coût du façonnage étant d'autant plus grand que la quantité de matière à enlever est elle-même plus grande. La considération de la solidité des corps de vis n'est même pas négligeable dans ce cas : les vis décollées sont généralement fabriquées en acier étiré de qualité médiocre dont la résistance est souvent moindre dans la partie centrale des barres que dans le voisinage de la surface. Il y a donc intérêt, pour l'économie et la qualité de la fabrication par décollage, à ce que les têtes de vis soient faibles par rapport aux corps.

Dans le cas des vis à têtes estampées, l'intérêt des petites têtes s'explique au simple examen de la figure 22, le refoulement étant d'autant plus facile à effectuer que la longueur de barre l nécessaire à la formation de la tête est plus faible.

Dans la fabrication des vis à tête et filetage estampés (fig. 23), le diamètre du métal employé est égal non pas au diamètre nominal de la vis, mais au diamètre moyen B (fig. 24)⁽⁴⁾. Ce diamètre B étant plus petit que le diamètre nominal, la longueur de métal nécessaire à la formation de la tête et du collet de la vis est plus grande que dans le cas de la figure 22. Ce mode de fabrication demande donc *a fortiori* des têtes de faible volume.

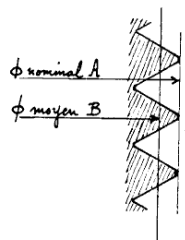
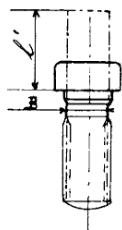


Fig. 23. — Vis à tête et filets estampés. La longueur l' est nécessaire à la formation de la tête.

Fig. 24. — Définition du diamètre moyen B de la figure 23. C'est le cylindre sur lequel la largeur du plein égale celle du creux et la moitié du pas.

c) DIAMÈTRES DES TÊTES DE VIS D'APRÈS LES CONDITIONS DE POSE. — Pour la pose des vis à têtes fendues, on applique, suivant les cas, les procédés suivants :

1° Percer les deux pièces *ensemble* en employant successivement un foret au diamètre du taraudage, un alésoir au diamètre de l'embrèvement et un alésoir au diamètre du passage (fig. 25).

2° Percer les pièces *séparément* en employant, pour l'une, un foret au diamètre du taraudage, puis un alésoir au diamètre du passage; pour l'autre,

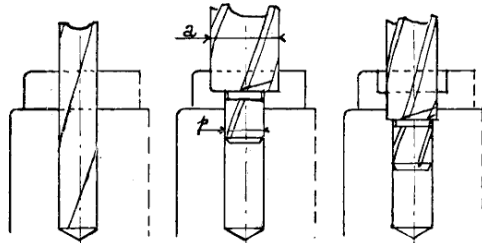


Fig. 25. — Façonnage de deux pièces à réunir par vis, ces pièces étant maintenues ensemble. Op. 1 : Percer au diamètre de taraudage; Op. 2 : Aléser l'embrèvement de tête; Op. 3 : Aléser au diamètre de passage.

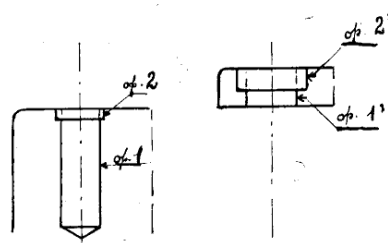


Fig. 26. — Façonnage de deux pièces à réunir par vis, ces pièces étant percées et alésées séparément.

un foret au diamètre du passage, puis un alésoir au diamètre de l'embrèvement (fig. 26).

(4) Ce diamètre B est celui qu'on emploie dans le mesurage précis des vis, par exemple au moyen du palmer spécial à fourche-et-cône.

De tous les outils représentés ici, le plus fragile est celui de l'opération 2 de la figure 25, dont la partie active a a le diamètre de l'embrèvement, tandis que le pilote p n'a que le diamètre du taraudage. Il y a intérêt, pour éviter la rupture du pilote, à ce que le diamètre de l'embrèvement soit faible par rapport à celui du corps de la vis, ce qui conduit à donner un faible diamètre à la tête.

d) LIMITE INFÉRIEURE DU DIAMÈTRE DES TÊTES DE VIS. — La considération d'où découle le minimum acceptable comme diamètre des têtes de vis réside dans le degré de précision des trous de passage. Il faut, en effet, qu'une vis ait dans son trou de passage un jeu suffisant pour absorber les erreurs inévitables de la fabrication, notamment la non-concordance des trous et l'excentricité de la partie filetée de la vis par rapport au corps cylindrique. Le jeu du corps de vis dans le trou de passage réduit d'autant la portée et limite ainsi l'abaissement du diamètre de la tête.

J'estime que les rapports les plus convenables du diamètre de la tête à celui du corps de vis sont de 1,4 environ pour portées plates et à 118° , et de 1,6 environ pour portées à 90° et à 60° , ces rapports pouvant être quelque peu réduits pour les grands diamètres⁽⁵⁾.

e) CAS EXIGEANT DES PORTÉES DE GRAND DIAMÈTRE. — Les diverses considérations ci-dessus ayant conduit à employer dans le cas général, des têtes de petits diamètres, il convient de rechercher et résoudre les cas spéciaux exigeant des portées de grande étendue. Ces cas, relativement peu nombreux, peuvent être résolus :

soit par l'adjonction d'une rondelle sous la tête de la vis (trou de passage agrandi ou oblong pour permettre le déplacement de la pièce serrée; serrage de lames minces ou de matières molles);

ou par l'emploi d'une vis spéciale à large tête (serrage direct d'un fil électrique, etc.).

La vis spéciale à tête obligatoirement large ne représente d'ailleurs, même en construction électrique, qu'une très faible partie de la consommation totale.

IV. — DIMENSIONS DES FENTES ET HAUTEURS DES TÊTES.

En général, il vaut mieux casser un tournevis que casser la tête de la vis. C'est cette considération qui, pour un diamètre donné de têtes de vis, détermine la largeur de la fente et la hauteur minima à laisser entre le fond de la fente et la portée. Ainsi, la tête de vis représentée figure 27 est fragile, parce que la fente est trop large et aussi parce que la hauteur ménagée entre le fond de la fente et la portée est insuffisante.

D'autre part, la profondeur de la fente doit être suffisante pour permettre de transporter la vis à destination au moyen du tournevis (fig. 28)⁽⁶⁾.

La hauteur totale des têtes de vis dépend donc, en définitive, de la fente, puisque son minimum est égal à la profondeur de cette dernière augmentée de la distance minimum qu'il faut ménager entre le fond et la portée.

Pour déterminer d'une façon rationnelle les dimensions des fentes des

(5) Ces proportions ont été finalement adoptées par la C. P. S. Voir le fascicule E₁, tableau 20, p. 57.

(6) La question du tournevis est, en général, très négligée.

Les tournevis que l'on trouve dans les ateliers ou dans le commerce sont souvent mal affûtés, leurs faces étant en biseau, comme celles d'un burin, au lieu d'être parallèles.

vis et, par voie de conséquence la hauteur minima des têtes, il faudrait procéder à une étude expérimentale des résistances relatives des têtes de vis en acier doux et des tournevis en acier fondu. J'ai moi-même fait à ce propos un certain nombre d'essais en employant des tournevis tenus à la main et



Fig. 27.

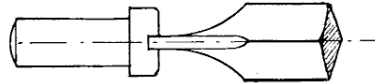


Fig. 28.

actionnés à la main, soit directement, soit au moyen d'une clé. De ces essais, j'ai déduit, pour quelques diamètres de vis, les dimensions de fentes à appliquer; mais il est possible qu'une étude expérimentale plus minutieuse montre l'utilité de corriger mes chiffres.

CONCLUSION.

Lorsque j'ai entrepris cette étude (en octobre 1917), j'ai d'abord, comme toujours, considéré la question en elle-même, sans me préoccuper de ce qui avait pu être fait antérieurement. Ensuite, j'ai examiné les séries plus ou moins définies qu'on pouvait déjà trouver dans les catalogues d'articles décolletés. J'ai trouvé, dans les séries américaines, des proportions se rapprochant quelque peu de celles que j'ai préconisées ci-avant. Quant aux vis des anciennes séries européennes, françaises ou autres, elles sont, en général, caractérisées par des têtes d'un diamètre exagéré.

J'ai donc, sans tenir aucun compte des précédents, établi une série nouvelle. Celle-ci a été appliquée avec plein succès depuis plusieurs années aux cas les plus divers et s'est montrée, à tous les points de vue, plus avantageuse que les séries préexistantes.

C'est ainsi, par exemple, que l'on trouve couramment, dans les anciennes séries, des vis de 5 avec tête de 10, tandis que les mêmes, proportionnées d'après ce qui précède, ont une tête de 7. Or, la quantité de métal employée dans la fabrication par décolletage est, comme on l'a vu, proportionnelle au carré du diamètre. Il en résulte que la vis à tête de 10 exige, en nombre rond, deux fois plus de métal que celle à tête de 7, sans compter l'augmentation du prix de façonnage et tous les inconvénients des vis à trop grosses têtes tels qu'ils ressortent de la présente étude.

PHOTO-COLORIMÈTRE T. C-B A MESURES INDÉPENDANTES DE L'ŒIL POUR LA MESURE DES COULEURS DANS L'INDUSTRIE ⁽¹⁾

par M. RENÉ TOUSSAINT, ancien élève de l'Ecole polytechnique.

Évoquer la couleur dans une enceinte grise et sans contrastes peut sembler paradoxal. L'utilité de la mesure apparaît mal. L'ambiance serait évidemment meilleure aux rayons de soieries de nos grands magasins, à la Manufacture de Sèvres ou aux Gobelins.

Créons cette ambiance favorable en fermant les yeux — nous verrons tout à l'heure que c'est la meilleure façon d'apprécier les couleurs — et supposons-nous transportés à une exposition, à une rétrospective, de toutes les nuances imaginées par les coloristes de tous les âges. Supposons encore que devant cette palette gigantesque, un interrogateur malicieux nous demande de définir au hasard quelques couleurs... Cela paraît facile quand il y a dominante franche, un bleu, un vert... Si la dominante disparaît, les mots disparaissent d'abord avec elle, puis reviennent à grand effort d'imagination.

Les uns évoqueront les fleurs et les feuilles, d'autres les animaux : la tourterelle, la gorge du pigeon; les gastronomes se souviendront du bordeaux, du champagne; les amateurs de danse : du tango et de la tête de nègre; les poètes : de la cuisse de nymphe émue. Nous sommes en plein roman.

Ce roman plaît peut-être aux élégantes, heureuses de porter du « bois de rose » ou de la « cendre de rose », mais il offre le grave inconvénient de prédisposer ceux qui créent la couleur et n'ont pas d'autre vocabulaire, à glisser du vague de la définition au vague de l'échantillonnage, c'est-à-dire de la mise au point de leur travail.

Le musicien glisserait sur la même pente et jouerait faux s'il n'avait pour définir ses notes et ses accords que les bruits de la nature, le cri du coucou ou celui du coq. Les parfumeurs ne se contentent pas de leur nez pour définir les essences. Ils utilisent les instruments de leurs laboratoires. A l'étiquette du flacon « Un jour viendra », bonne pour la clientèle, correspond une formule chimique soigneusement déterminée qui, seule, intéresse le préparateur.

Pourquoi n'en est-il pas de même pour le coloriste? Parce que celui-ci n'a pas en général le sens de l'analyse et de la mesure, et ne « réalise » pas les couleurs qu'il emploie. Ce défaut est d'autant plus grave aujourd'hui que les nuances imposées par la mode deviennent plus complexes. Le goût ne va-t-il pas à ces teintes sans dominante franche, comme les gris, les beiges, les chairs, si difficiles à travailler. Faute de savoir les définir, les coloristes ne savent comment les échantillonner.

Résultats : les mises de teinture se suivent et ne se ressemblent pas; les réassortiments de tissus, papiers, fils, etc., deviennent impossibles; les reprises sur les bas de soie ne sont pas toutes de la même « chair ».

Et surtout que pour y porter remède, l'on ne cherche pas à mieux dresser les coloristes, à mieux sélectionner leur acuité visuelle, à en faire des spécialistes rares aux jugements infaillibles. Non, il faut seulement leur apprendre à mesurer la couleur.

(1) Communication faite par l'auteur en séance publique le 14 mai 1927.

Quelques-uns répondront peut-être que la couleur est du domaine de l'art, et que l'art ne se mesure pas. Que dire alors de l'architecte, prince de la mesure et de la précision, du sculpteur-anatomiste, du danseur qui inscrit ses pas dans le rythme de la mesure, du musicien qui, mieux que tous les autres, sait définir et « réaliser » son art : le son et ses accords.

La couleur et la musique ne font qu'un, les vibrations ne diffèrent que par la longueur d'onde; la couleur est un accord d'orchestre. Pour la définir le musicien nous montre le chemin.

Qu'est-ce exactement qu'une couleur?

C'est la résultante d'un nombre indéfini de radiations ou colorations ayant chacune une intensité déterminée. L'intensité ou ton d'une coloration indique la place occupée dans l'échelle allant du blanc au noir (gammes de Chevreul); la coloration ou radiation : la place occupée dans la série chromatique allant du rouge au violet.

Une couleur quelconque peut donc être représentée très simplement par une courbe, analogue à une portée de musique, ayant pour abscisses les colorations (cotées en longueurs d'onde) et pour ordonnées les intensités lumineuses (les notes de l'accord et leur puissance d'émission).

Pour construire de telles courbes, il suffit en pratique de déterminer l'intensité de la radiation moyenne des 6 zones-types du spectre solaire (rouge, orange, jaune, vert, bleu, violet). Chaque couleur a sa courbe déterminée ainsi par 6 points.

Les exemples des figures 1 à 4 représentent des bleus, des verts, un violet, le blanc pur (plâtre) étant pris pour étalon (droite horizontale cotée 100) et le noir absolu pour axe des x .

Les intensités lumineuses sont donc cotées en pour 100 de l'intensité du blanc dans chacune des radiations. Plus la cote d'un point est élevée, plus la coloration correspondante est intense et lumineuse.

Toutes ces courbes constituent des définitions graphiques de la couleur. Pour en tirer des définitions verbales, propres au langage courant, nous proposons d'annoncer les cotes 0 à 100 des 4 points caractéristiques de chaque courbe : le point le plus haut (dominante) et le point le plus bas (complémentaire) puis les 2 points qui encadrent le premier — 2 séries de 2 nombres — en indiquant la coloration dominante et en prenant toujours dans chaque série les radiations dans l'ordre des longueurs d'onde croissantes.

Exemples :

un *bleu* : 48.12-45.15 (c'est-à-dire d'intensité 48 dans le bleu, 12 dans l'orangé, 45 dans le violet et 15 dans le vert).

un *rouge* : 4.25-5.15 (c'est-à-dire d'intensité 4 dans le vert, 25 dans le rouge, 5 dans le violet, 15 dans l'orangé).

S'il n'y a pas de dominante — cas d'un gris rigoureusement neutre — on annonce :

gris neutre : 50 (horizontale cote 50).

Si la dominante n'est pas franche — cas des gris et de leurs dérivés, les beiges, kakis, etc., on annonce :

gris orangé : 42.58-55.57 (sulfure de manganèse).

gris orangé : 65.95-90.90 (chair).

Chacune de ces formules donne ainsi 4 points d'une courbe. Il ne manque, pour définir complètement celle-ci, que les 2 points encadrant la complémentaire de la dominante. L'expérience prouve que leur connaissance n'est pas indispensable.

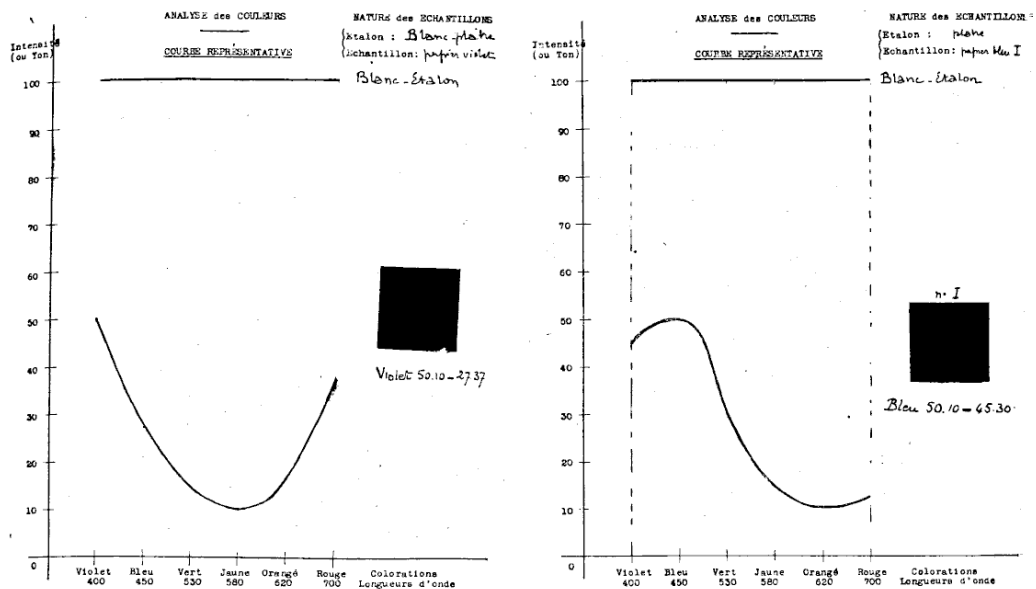


Fig. 1 et fig. 2. — Courbes de couleur.

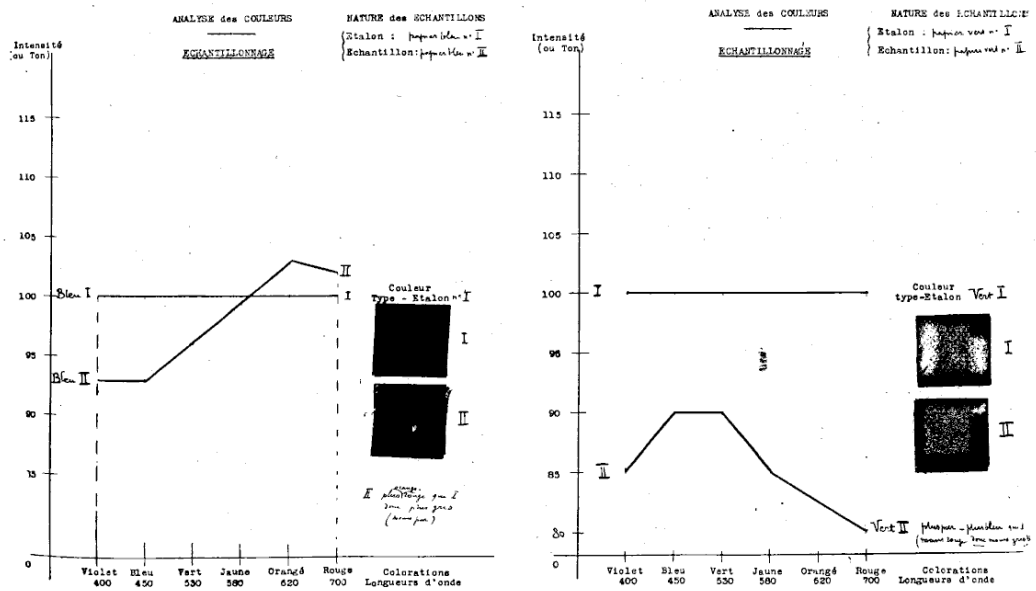


Fig. 3 et fig. 4. — Courbes d'échantillonnage.

Réciproquement, avec les 4 points que nous avons appelés caractéristiques, parce que ce sont les plus utiles à connaître, n'importe quel teinturier peut reproduire ses courbes de couleur et en tirer le parti que nous verrons plus loin.

A ceux qui trouveraient nos formules trop compliquées, nous dirons seulement que depuis longtemps les artilleurs ne définissent pas autrement les coordonnées de leurs objectifs sur leurs cartes de tir.

L'examen des courbes de couleur montre qu'une nuance paraît d'autant moins pure que sa courbe se rapproche de l'horizontale (les couleurs sans dominante franche dont nous parlions tout à l'heure ont toutes des diagrammes aplatis), d'autant plus pure que la courbe se rapproche de la verticale. En réalité la couleur pure, rigoureusement monochromatique, n'existe pas. Toutes les nuances sont composées. On ne peut donc pas les « réaliser » à l'aide d'une seule radiation ou coloration. Il faut ajouter autre chose, d'autres éléments. Ce sont ces éléments que l'œil est incapable de différencier dès qu'il s'agit de comparer deux couleurs, c'est-à-dire d'échantillonner.

Cette incapacité provient :

- 1° du trop grand nombre d'éléments à mesurer à la fois;
- 2° de la variation du spectre de la source éclairante;
- 3° des faiblesses naturelles de l'œil et des illusions d'optique.

Trop grand nombre d'éléments. — L'œil ne peut pas séparer pour les comparer chacune des radiations des deux échantillons. Il ne peut juger que de l'ensemble. Il faut venir à son aide en lui présentant des couleurs dont les éléments composants ont été artificiellement séparés.

Variation du spectre de la source éclairante. — Il ne faut pas oublier que la couleur d'un objet est la résultante de sa couleur propre et de la couleur de la source qui l'éclaire. Or, il est facile de vérifier que quelle que soit cette dernière, naturelle ou artificielle, son spectre varie constamment. Celui du soleil varie avec l'heure de la journée et la nature des corps traversés par ses rayons ou diffusant ceux-ci; celui de la lumière électrique avec le voltage du courant, etc.

On imagine aisément que si un objet paraît plus rouge qu'un autre en lumière artificielle et plus violet en lumière naturelle, il pourra paraître tantôt plus rouge, tantôt plus violet au soleil lorsque le spectre solaire variera et se rapprochera de la source artificielle.

Suivant la nature de l'éclairage, l'œil est attiré par telle différence de coloration « surexcitée » par la radiation dominante de la source ou bien, au contraire, ne saisit pas telle autre différence, éteinte par la faiblesse d'intensité de la radiation qui aurait dû l'éveiller.

Faiblesses naturelles de l'œil et illusions d'optique. — L'œil se fatigue avec le travail et se modifie avec l'âge. Deux observateurs ne voient jamais rigoureusement de la même façon un même échantillon. Le daltonisme mis à part, il est avéré qu'il y a des rétines plus facilement impressionnées que d'autres par certaines radiations. Nous n'en voulons pour preuve que les examens de lectures de signaux colorés dans la marine et sur les chemins de fer.

Le spectre dit « visible » n'est pas le même pour tout le monde; les uns voient plus loin vers l'ultra-violet, les autres vers l'infra-rouge, ce qui ne manque pas de modifier la couleur examinée.

Enfin l'œil est toujours plus sensible au jaune par exemple qu'au bleu. Le jaune éclaircit, le bleu assombrit. De deux cartons gris, celui qui paraît le

plus clair est le plus jaune, bien qu'en réalité il soit le moins intense, donc le plus foncé.

Si l'œil ne peut jouer le rôle de colorimètre, il ne peut davantage jouer celui de photomètre. Qu'on lui demande d'égaliser rigoureusement les deux plages du photomètre classique à juxtaposition, ou d'apprécier avec quelque précision le degré d'opacité d'une solution, il en est également incapable.

Le bon sens populaire ne donne-t-il pas à l'expression « faire quelque chose à l'œil » le sens de la désinvolture et de l'à peu près? Qui peut affirmer par exemple le moment précis de l'apparition de ce fameux « louche », dans la réaction de l'azotate d'argent sur les chlorures alcalins, qui sert de base à la vérification de la pureté des eaux industrielles (épuration à la permutoite).

Quel œil assez exercé peut avoir la prétention de chiffrer correctement l'opacité d'une floculation, comme celle de Wassermann pour les sérums des syphilitiques? L'importance du diagnostic n'est pourtant pas mince et l'on sait qu'avec les tendances actuelles de la médecine, on cherche de moins en moins le secret des maladies dans la confession ou les impressions du malade, mais de plus en plus dans le résultat des mesures faites sur lui : analyses de sang, d'urine, de liquide céphalo-rachidien, etc. Or, à la base de toutes ces analyses il y a une réaction chimique donnant lieu à changement de coloration ou formation de précipité. Pourquoi confier cette étude à l'œil imprécis et inconstant?

Il faut chercher le maximum de précision, bannir l'œil de toutes les mesures, et le remplacer par un instrument impartial et sûr, maintenant parfaitement au point : la *cellule photo-électrique*. L'appareil que j'ai l'honneur de vous présenter fonctionne avec cette cellule.

Avant de le décrire, je tiens à affirmer que, malgré son nom gréco-latin, ce n'est pas un appareil scientifique. Il peut être mis dans les mains de n'importe quelle ouvrière — j'en ai fait maintes fois l'expérience, même dans des usines de village — tout comme un dynamomètre ou un ampèremètre. Il est beaucoup moins fragile par exemple qu'une balance de précision.

Je n'insiste pas sur la description de la cellule photo-électrique réalisée par la Société de Recherches et Perfectionnements industriels. Elle a été vulgarisée récemment dans toute la presse. C'est une ampoule de verre dont la paroi intérieure est recouverte d'une couche de potassium (cathode) et dans l'intérieur de laquelle se trouve un anneau de tungstène (anode). Entre l'anode et la cathode : une batterie de piles (120 V) et un galvanomètre.

Sous l'influence d'un faisceau lumineux dirigé sur la cellule, le potassium

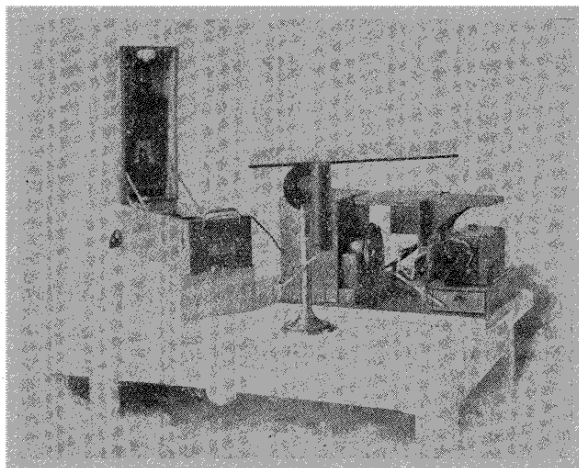


Fig. 5. — Photo-colorimètre T. C-B.

émet des électrons qui font varier l'intensité du courant dans le circuit. Comme il y a proportionnalité entre l'énergie lumineuse frappant la cathode et l'intensité du courant traversant le galvanomètre, ce dernier permet de mesurer d'une façon absolue les quantités de lumière et joue ainsi le rôle de photomètre.

Le fonctionnement de l'appareil est simple. Les rayons lumineux provenant de la source, après passage dans le condensateur, viennent frapper l'échantillon à étudier. Ils se réfléchissent et se dirigent vers la cellule, d'où variation immédiate du courant traversant le galvanomètre.

Si l'on emploie un galvanomètre à miroir, on apprécie la valeur de la rotation du miroir d'après le déplacement du spot lumineux sur la règle graduée. Si l'on préfère un simple ampèremètre à aiguille, moins sensible mais plus robuste et moins onéreux, on fait la lecture directement sur le cadran. Pour obtenir avec ce dernier appareil la même sensibilité qu'avec le premier, nous essayons en ce moment, avec M. Pierre Toulon, ingénieur-conseil de la Société de Recherches et Perfectionnements industriels, de mettre au point une amplification par lampe du courant cellule, qui semble devoir donner des résultats intéressants.

La glace mobile, placée sur le trajet des rayons lumineux, sert à diminuer leur intensité en éliminant, par réflexion, une partie variable avec l'inclinaison. Elle se déplace devant un secteur gradué et permet de faire les lectures par différences (méthode du zéro au galvanomètre) si l'on veut éviter les inconvénients du spot. Dans ce cas, on peut imaginer une amplification mécanique très simple qui augmente considérablement la précision des mesures.

L'appareil est conçu pour permettre la présentation successive, à des intervalles de temps très faibles, de deux échantillons à comparer. Le rapport des deux lectures sur la règle, ou sur le secteur gradué, donne la valeur relative des deux échantillons.

Application à la mesure du brillant. — Le brillant d'un corps n'est autre que son pouvoir réflecteur. On le mesure à l'appareil en dirigeant sur la cellule le faisceau des rayons réfléchis par l'échantillon à étudier. Si l'étalon et l'échantillon sont de couleur différente, il faut éliminer, à l'aide d'une seconde mesure en rayons diffusés, les différences de luminosité dues — en rayons réfléchis — aux écarts de ton et de coloration.

On peut considérer en effet qu'un faisceau de lumière blanche, après avoir frappé une surface colorée, se décompose en deux parties :

a) rayons *blancs*, ou rayons de « brillant », réfléchis sur la surface-miroir sous un angle égal à l'angle d'incidence;

b) rayons *colorés*, diffusés dans tous les sens autour du point d'incidence par le colorant mat et la matière elle-même.

Supposons que ces derniers rayons soient également et uniformément diffusés dans tous les azimuts. Soient dB la différence de brillant des deux échantillons, dC leur différence de couleur. En présentant les échantillons sur un pupitre à 45° par rapport au faisceau horizontal, nous mesurons à la cellule placée au-dessus du point d'incidence — donc à 45° par rapport au pupitre — la somme des deux écarts $dB + dC$. En faisant varier légèrement l'angle du pupitre, les rayons de « brillant » sortent de la cellule et nous mesurons uniquement dC . Par différence des deux mesures on calcule dB donc la différence de brillant, indépendamment de la couleur, ce que l'œil le plus exercé est absolument incapable de faire.

L'hypothèse précédente consiste à admettre que dC est le même dans les deux mesures. L'expérience faite sur des échantillons où $dB=0$ prouve qu'elle est tout à fait plausible et qu'en pratique on élimine parfaitement le facteur parasite dC à l'aide de la seconde mesure.

Avec notre appareil nous faisons les lectures sur deux pupitres d'angle différent : 45° et 22° .

Application à l'échantillonnage des couleurs. — Nous avons vu précédemment que la courbe de chaque couleur était déterminée par six points donnant la valeur ou intensité du violet, du bleu, du vert, etc., entrant dans sa composition. Pour déterminer ces six points, il suffit de se placer successivement en lumière violette, bleue, etc., à l'aide de filtres monochromatiques, de faire chaque fois deux mesures, l'une sur l'étalon, l'autre sur l'échantillon et d'en calculer le rapport. Chacun d'eux donne un point de la courbe. Les diagrammes précédents ont été obtenus ainsi.

L'étalon blanc peut naturellement être remplacé par un étalon coloré; c'est alors le problème pratique de l'échantillonnage des couleurs (fig. 3 et 4). Dans ce cas l'expérience prouve qu'il suffit généralement de déterminer non plus six points de chaque courbe, mais seulement les trois points correspondant à la dominante et aux radiations qui l'encadrent. Pour le teinturier, deux verts différents par l'intensité du vert proprement dit et par celle du bleu ou du jaune. Dans l'exemple précédent (fig. 4), avec ces trois points seuls, le teinturier pouvait facilement déduire les corrections à apporter au bain de teinture pour arriver au type.

L'interprétation des courbes de couleur peut, à première vue, paraître délicate. Avec un peu d'habitude on arrive cependant à les lire couramment comme on lit la musique. On commence alors à « réaliser » la couleur. Pour le teinturier comme pour le peintre, l'effort n'est pas sans intérêt car les applications sont nombreuses.

L'affinité des colorants pour un support déterminé, le pouvoir couvrant, deviennent faciles à mesurer.

Les écarts d'échantillonnage pouvant, nous venons de le voir, être chiffrés en plus ou en moins, les retouches sont faites en une fois sans tâtonnements.

Le contrôle des matières colorantes et des affirmations, généralement optimistes de leurs fabricants, aux points de vue de la concentration et des propriétés, devient facile.

La synthèse des bains de teinture, l'étude des produits de remplacement, deviennent simples; je n'en veux pour preuve que l'exemple suivant. Ayant à remplacer un certain noir au soufre A, jugé trop onéreux, je dus étudier successivement de nombreux produits industriels. Parmi ceux-ci : deux,

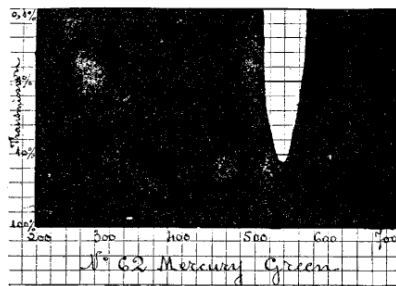


Fig. 6. — Spectre d'absorption d'un des filtres de l'appareil. Vert n° 62 de Kodak.

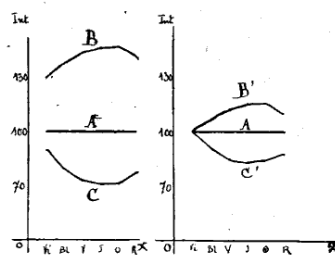


Fig. 7. — Courbes d'échantillonnage de deux noirs B et C par rapport à un troisième A pris pour étalon.

B et C, me donnèrent les courbes de la figure 7 par rapport à A pris pour étalon.

Surpris par le semblant de symétrie de la figure, je commençai par déterminer la concentration nécessaire pour obtenir la même intensité dans le violet, d'où les courbes B', A, C'; puis, par simple mélange à poids égaux des deux solutions, j'obtins du premier coup, avec B' et C', un colorant ayant les mêmes propriétés que A. La synthèse avait été réalisée sans aucun essai pratique. La teinture par la suite confirma les résultats théoriques.

Les essais dont je viens de parler ont naturellement été exécutés sur échantillons liquides étudiés par transparence, notre photo-colorimètre étant prévu pour utiliser des cuves de verre d'un modèle spécial. Ces cuves, auxquelles on peut faire varier millimètre par millimètre, à l'aide de calibres, l'épaisseur de la lame liquide à étudier, sont construites de façon à rendre leur nettoyage facile et rapide. C'est l'œuvre de mon ingénieux collaborateur, M. Castel, ici présent.

*
* *

Pour terminer cet exposé, je demande seulement la permission de passer très rapidement en revue les principaux usages que l'on peut réserver à l'appareil.

Je rappelle auparavant ce que j'ai déjà dit tout à l'heure : il peut être mis entre toutes les mains, il est robuste et ne craint pas les chocs, pas plus la cellule que le galvanomètre. Rien ne s'use sauf la pile qu'il faut remplacer tous les ans environ. La cellule ne bouge pas. Celle que vous avez sous les yeux fonctionne depuis plus de 18 mois dans un bureau d'essais, 4 heures par jour en moyenne. Sa sensibilité n'a pas varié.

La souplesse de l'appareil est très grande car on peut faire varier facilement la puissance de la source lumineuse avec la glace mobile et le voltage de la batterie de piles suivant la précision recherchée, la facilité de repérage du spot sur la règle, et l'intensité moyenne des échantillons étudiés.

C'est un appareil conçu et mis au point pour l'industrie et non pour les recherches scientifiques.

USAGES : en photométrie : Mesure du brillant des tissus et des fils (soie, soie artificielle, coton mercerisé, etc.); — Brillant du papier (mat, glacé, lissé); — Étude des vernis et des laques (résistance aux agents atmosphériques, cristallisation); — Mesure du poli et du grain d'un corps quelconque (polissage des métaux, du bois); — Polissage et dépolissage du verre; — Brillant ou soyeux naturel des fibres de coton, de lin, etc. (qualité essentielle à mesurer lors de la réception des matières brutes); — Mesure de la transparence (verres, liquides, papiers, etc.); — Étude de la concentration des solutions, précipités et floculations (applications nombreuses en médecine, étude des sérums).

en colorimétrie : Définition et comparaison des couleurs quel que soit leur support; — Classement des colorants, mesure de leur solidité en teinture, étude de leurs propriétés; — Préparation théorique des bains de teinture, étude des mélanges; — Mesure de l'affinité des fibres pour les différents colorants; — Étude des impressions sur étoffe ou support quelconque; — Blanchiment, pureté du blanc, jaunissement des toiles; — Étude des peintures; — Mesure de la solidité à la lumière, à la chaleur, à n'importe quel agent physique ou chimique, de toute matière colorante susceptible de s'altérer; — Contrôle des réactions chimiques par virage de témoins colorés (tournesol,

iodure d'amidon, hélianthine, phtaléine du phénol); — Essais de réception des poudres de guerre; — Mesure des hautes températures (métallurgie); — Application aux contrats (cahiers des charges); — Définition des tolérances; — Expertises : identifications de couleurs, falsifications.

Il est probable, il est certain, que d'autres applications peuvent être envisagées. J'en prends pour exemple la visite que me fit récemment un anatomiste distingué de l'université de Zurich. Ce docteur, qui s'intéresse tout particulièrement à la couleur et au pouvoir réflecteur de nos cellules épithéliales, m'a demandé de lui proposer un appareil, capable de mesurer la couleur des langues de souris et le brillant des ventres de grenouilles. De là à mesurer et à chiffrer la santé par l'état de la langue et le brillant des poils, il n'y a qu'un pas... et une jolie application du photo-colorimètre.

DISCUSSION.

M. MESNAGER. — Je ne crois pas qu'on puisse décrire exactement les couleurs avec la méthode indiquée. En particulier 6 points me paraissent insuffisants pour définir la couleur de la lampe à vapeur de mercure caractérisée par sept raies principales.

M. TOUSSAINT. — Notre appareil et notre méthode s'adressent, nous l'avons dit, aux industriels. Pour ceux-là, 4 points suffisent en général à définir une couleur. Si l'on veut plus de précision — cas de la lampe à vapeur de mercure — il est toujours facile d'augmenter le nombre des filtres colorés et, par conséquent, le nombre des points de la courbe.

M. MESNAGER. — Toutes les nuances ne sont pas à une seule dominante; il existe des couleurs composées, à plusieurs dominantes ayant par conséquent des courbes différentes de celles qui nous sont présentées.

M. TOUSSAINT. — Il y a en effet des nuances comme les kakis par exemple obtenues avec 3 colorants : rouge, jaune violet, qui ont plusieurs pointes dans leur courbe. Ces couleurs se définiront exceptionnellement par 6 cotes au lieu de 4. L'expérience prouve qu'elles sont rares.

M. TOUSSAINT montre des courbes d'échantillonnage de draps militaires kakis mettant en évidence le fait ci-dessus.

M. MESNAGER. — Quand les nuances sont aussi complexes que les kakis, quelle que soit la lumière dans laquelle on se place, l'échantillonnage à l'œil est très difficile et il y a toujours des divergences d'appréciation suivant la sensibilité de l'œil aux différentes radiations.

M. TOUSSAINT. — Nous sommes tout à fait d'accord. Les draps kakis dont nous venons de montrer les courbes ont été présentés pour échantillonnage à plusieurs coloristes expérimentés qui tous ont été d'un avis différent. Ceci prouve que l'œil est un instrument de mesure tout à fait imparfait, parfois même partial, tandis que notre photo-colorimètre n'a pas ces défauts et ne peut en tout cas encourir le reproche de partialité.

M. GERFAUT demande des renseignements sur la composition des filtres colorés de l'appareil et sur leur degré de stabilité à la lumière.

M. TOUSSAINT. — Les filtres sont des gélatines colorées de longueurs d'onde connues, préparées par la Maison Kodak, en Angleterre, sous le nom d'écrans Wratten-Kodak.

Ceux qui ont été choisis pour l'appareil ont été sélectionnés parmi les colorants offrant le plus de stabilité à la lumière. En fait, les filtres présentés servent depuis plus d'un an. Leur spectre d'absorption n'a pas varié.

Leur seul inconvénient est de mal supporter les hautes températures en raison de leur support, la gélatine. Il faut éviter de les laisser soumis à l'action de la chaleur du faisceau lumineux en dehors des mesures.

M. BACLÉ demande si pour la détermination des abscisses : violet, bleu, etc., les intervalles réguliers de l'axe des x sont conventionnels.

M. TOUSSAINT. — Les intervalles sont en effet conventionnels. Les longueurs d'onde exactes des filtres choisis sont, en $m\mu$: violet 400; bleu 450; vert 530; jaune 580; orangé 620; rouge 680.

C'est par raison de symétrie et pour mieux présenter les courbes que les intervalles ont été adoptés égaux sur l'axe des x . Cette convention, qui facilite la construction des courbes, n'entraîne en pratique aucune erreur sensible.

LES POLES MAGNÉTIQUES ⁽¹⁾

par M. J. ROUCH, capitaine de frégate.

Distribution des éléments magnétiques. — « La complication des phénomènes et l'ignorance où l'on est encore de leurs causes véritables sont peut-être un attrait particulier de l'étude du magnétisme. Ce qui manque, c'est un ensemble plus complet d'observations continues avec des méthodes qui en assurent l'exactitude, et surtout un réseau de stations permanentes sur une grande partie du globe où l'on ne possède jusqu'à présent que de rares observations isolées. Il reste donc à faire de grands progrès pour que l'on soit en mesure de condenser, en une sorte de synthèse, l'état magnétique du globe à une époque déterminée, et les variations de toute nature. »

Ce vœu, qu'exprimait E. Mascart en 1900, les nombreuses expéditions, qui se sont succédé dans les régions polaires depuis le début du siècle, sont venues le combler en partie. En partie seulement, et bien imparfaitement encore, car les observations magnétiques n'ont été que momentanées et éparses sur les vastes territoires voisins des pôles.

On sait que les éléments du magnétisme terrestre (intensité, déclinaison, inclinaison) varient d'un point à l'autre de la surface du globe et d'une façon assez irrégulière ⁽²⁾. Comme première et grossière approximation, leurs relations peuvent se traduire simplement.

Le méridien magnétique d'un lieu, c'est-à-dire le plan vertical qui passe par la direction d'une aiguille aimantée librement suspendue, coupe la terre suivant la circonférence d'un grand cercle.

Les différents méridiens magnétiques se coupent à peu près suivant une même droite, qui est l'axe magnétique du globe, et qui fait un angle d'environ 12° avec la ligne des pôles géographiques. Ses points d'intersection avec la surface sont appelés *pôles magnétiques*. L'équateur magnétique et les parallèles magnétiques sont respectivement perpendiculaires à l'axe magnétique.

Au même ordre d'approximation, le champ terrestre est symétrique par rapport à l'axe magnétique et symétrique, au signe près, par rapport au plan de l'équateur.

La déclinaison est nulle en tous les points du grand cercle passant par les pôles géographiques et les pôles magnétiques; elle est orientale dans l'un des hémisphères définis par ce grand cercle, et occidentale dans l'autre.

L'inclinaison est nulle et la composante horizontale du champ a une valeur maxima sur l'équateur magnétique.

En tous les points d'un parallèle magnétique, l'inclinaison et le champ total ont la même valeur.

Aux pôles magnétiques, l'inclinaison est égale à 90°, la composante horizontale est nulle, et le champ total est double de sa valeur à l'équateur.

A mesure que les observations se sont développées, on a constaté que cette distribution très simple des éléments magnétiques s'éloignait sensiblement de la réalité.

La ligne de déclinaison nulle, ou *ligne agonique*, au lieu d'être un grand cercle confondu avec le méridien géographique passant par le pôle magnétique, est une ligne gauche, orientée généralement du Nord-Ouest vers le Sud-Est.

Les lignes isogones aboutissent bien pour la plupart aux pôles magnétiques, mais quelques-unes d'entre elles sont fermées autour d'une région restreinte de la

(1) E. MASCART. *Traité de magnétisme terrestre*. — Ch. MAURAIN. *Physique du globe*. — Ch. MAURAIN. *Atlas magnétique*. — BRITISH ANTARCTIC EXPEDITION (1910-1913). *Terrestrial Magnetism*.

(2) La distribution des éléments magnétiques peut être représentée par des cartes, sur lesquelles sont tracées des lignes d'égale valeur des éléments pour une époque déterminée. Les lignes d'égale déclinaison sont appelées *isogones*, celles d'égale inclinaison *isoclines*, celles relatives à la force magnétique ou à ses composantes sont dites *lignes isodynamiques*.

surface du globe : c'est ainsi qu'un îlot de déclinaison occidentale, en Chine et au Japon, est englobé dans les régions de la terre à déclinaison orientale.

Les pôles magnétiques ne sont pas situés exactement à l'extrémité d'un diamètre de la terre.

Les lignes isoclines, qui devraient être des cercles perpendiculaires à la ligne des pôles magnétiques sont, en fait, des lignes ondulées, plus régulières cependant que les isogones.

Certaines lignes isodynamiques sont aussi des courbes fermées, entourant des îlots au voisinage de l'équateur et les valeurs du champ au pôle et à l'équateur sont dans le rapport de 2,4 à 1 (de 2,7 à 1 d'après certains auteurs) et non dans le rapport de 2 à 1.

Il existe d'ailleurs, dans les régions polaires, deux centres d'intensité maxima, qui ne coïncident pas avec les pôles magnétiques. D'après la carte de Neumayer, dressée en 1883, un maximum d'intensité existe en Sibérie, et un autre, plus important, dans le Nord du continent américain.

Dans l'hémisphère Sud, on aurait également deux maxima : l'un situé au Sud de l'Australie, par 52° de latitude Sud et 130° de longitude Est; l'autre dans les régions encore inexplorées de l'Antarctique.

Pôles magnétiques. — Les pôles magnétiques peuvent être définis de plusieurs façons, qui ne coïncident pas.

On peut considérer qu'ils sont :

- 1° l'intersection commune des méridiens magnétiques;
- 2° l'intersection commune des isogones;
- 3° les points où la composante horizontale du champ terrestre est nulle et où l'inclinaison est égale à 90°;
- 4° les points où la composante verticale du champ terrestre est maxima;
- 5° les points où le champ total est maximum.

Généralement on place les pôles magnétiques aux points de rencontre des méridiens magnétiques, ou des lignes isogones (en remarquant toutefois que les lignes isogones se rencontrent, dans chaque hémisphère, non seulement au pôle magnétique, mais aussi au pôle géographique ⁽³⁾).

Voici les positions approximatives des pôles magnétiques que l'on peut déduire des différentes cartes.

Pôle Nord magnétique.				
Année.	Auteur.	Latitude.	Longitude.	
1700.	Halley	75° N	114° W	Greenwich.
1770.	Hamsteen	66°	102°	—
1823.	Barlow.	68°	95°	—
1825.	Duperrey.	71°	96°	—
1888.	Neumayer	71°	96°	—
1895.	Amirauté anglaise	70°	95°	—

Le pôle magnétique septentrional fut atteint réellement le 28 mai 1831 par James Ross, qui le situa par 69° 34' N et 94° 34' W, dans le Sud-Ouest de la presqu'île de Boothia-Felix. « Les aiguilles aimantées horizontales se montrèrent inertes et immobiles, et celles suspendues de la manière la plus délicate dans un plan vertical s'arrêtaient à une minute d'angle de la normale à la surface de la terre. »

Amundsen, en 1903-1904, lors de son expédition au passage du Nord-Ouest, séjourna pendant plus de 2 années dans le voisinage de ce pôle magnétique, à une distance de 90 milles environ.

(3) En effet, par définition, la déclinaison est l'angle que fait la direction de l'aiguille aimantée avec la direction du méridien. L'aiguille aimantée a une direction parfaitement déterminée aux pôles géographiques, mais, suivant qu'on prend comme origine un méridien ou un autre, la valeur de la déclinaison change. On doit donc trouver aux pôles géographiques toutes les valeurs de la déclinaison. Aux pôles magnétiques, au contraire, la direction du méridien est déterminée, mais c'est l'aiguille aimantée qui peut avoir n'importe quelle direction.

Pôle Sud magnétique.				
Année.	Auteur.		Latitude.	Longitude.
1825.	Duperrey.		76° S	138° E Greenwich.
1885.	Neumayer.		74°	145° —
1895.	Amirauté anglaise.		73°	147° —

Le pôle magnétique austral a été atteint en 1909 par David, de l'expédition Shackleton. Sa position est assez différente de celle qui figurait sur les cartes anciennes : il est situé, sur la Terre Victoria, par 72° 23' de latitude Sud et 156° 16' de longitude Est. A cet endroit, l'inlandsis qui recouvre la Terre Victoria a une altitude de 2 400 mètres environ.

La ligne des pôles magnétiques ne se trouve donc pas dans un méridien géographique et est loin de coïncider avec un diamètre du globe.

La faible valeur de la force horizontale dans le voisinage des pôles magnétiques rend les compas de navigation inutilisables. Parry en fit le premier l'expérience dans son expédition à la recherche du passage du Nord-Ouest en 1819. « Dès l'entrée du détroit de Lancaster, dit-il, les boussoles avaient commencé à donner des indications très irrégulières et ne furent bientôt plus d'aucune utilité. On les relégua dans le magasin du charpentier. Pour naviguer par brouillard, nous nous trouvâmes dans une situation peut-être sans exemple depuis les premiers temps de la navigation. Quand le soleil était invisible et le brouillard très épais, il ne nous restait que le vent pour diriger notre course, à condition encore de supposer que le vent restait fixe en direction. »

Auprès de la Terre Adélie dans l'Antarctique, Davis, qui commandait l'*Aurora* de l'expédition Mawson en 1911-1913, éprouva des difficultés analogues. Il écrit : « Dans cette région si proche du pôle magnétique, le compas ne peut être d'aucun usage. Je pensais faire route au Sud, mais, dans le brouillard, le navire pouvait aussi bien faire route vers le Nord. »

Variation séculaire. — Si l'on calcule la valeur moyenne d'un élément magnétique pour toute une année, et qu'on fasse le même calcul pour des années successives, on constate que les valeurs varient d'une année à l'autre. C'est ce qu'on entend par variation séculaire.

Les mesures anciennes ne permettent pas de suivre ces variations avec une grande précision, mais indiquent, indiscutablement, des variations très amples. Par exemple, la déclinaison à Paris était orientale au xvi^e siècle : elle a passé par un maximum d'environ 9° vers 1580, a diminué ensuite jusqu'à être nulle vers 1662, puis, continuant son évolution dans le même sens en devenant occidentale, a passé par un maximum de 22° 5' vers 1816, et décroît depuis à une vitesse variable. La variation annuelle a été de 3' 5" en 1901, de 8' 7" en 1911, de 11' 4" en 1912. La variation séculaire n'est d'ailleurs pas la même en différentes stations, ce qui indique une déformation générale du champ terrestre.

L'inclinaison à Paris a diminué d'une dizaine de degrés depuis la fin du xvii^e siècle jusqu'au début du xx^e siècle. Ses variations paraissent plus irrégulières que celles de la déclinaison.

Les variations de l'intensité de la force magnétique, qui n'est mesurée exactement que depuis un siècle environ, sont encore mal connues. Il semble que, dans l'ensemble, depuis un siècle, l'aimantation générale du globe a diminué.

On admet, comme approximation assez grossière, que la variation séculaire des éléments magnétiques correspond à une rotation de l'axe magnétique du globe, et, par suite, des pôles magnétiques, autour de la ligne des pôles géographiques. Les observations anciennes sur l'emplacement des pôles magnétiques — emplacement d'ailleurs très difficile à déterminer avec exactitude comme nous allons le voir — ces observations sont trop incertaines pour qu'on puisse en déduire le déplacement de ces pôles ⁽⁴⁾.

(4) L'aimantation de certaines roches a été utilisée pour obtenir des renseignements sur la

Variations diurnes. — Chaque élément magnétique présente une certaine variation diurne. L'amplitude de ces variations n'est pas la même aux différents moments de l'année : elle est plus grande en été qu'en hiver. Elle est aussi plus grande au moment des maxima de taches solaires, c'est-à-dire qu'elle présente, comme les taches, une période un peu supérieure à 11 années. Le rapport des amplitudes des variations du moment des maxima au moment des minima des taches est de 1,4 environ.

Ces variations diurnes qui, en France, ont une amplitude de 8' pour la déclinaison, de 1' pour l'inclinaison, de 20γ pour la force horizontale (γ étant le cent millième d'unité C. G. S.), sont beaucoup plus importantes au voisinage des pôles magnétiques.

C'est ainsi qu'au Groenland, la variation diurne de la déclinaison atteint fréquemment 1°. A la Terre Adélie, par 67° de latitude Sud et 140°40' de longitude Est, et au cap Evans, par 77°38' Sud et 166°24' Est, l'amplitude moyenne de la variation diurne de la déclinaison est de 53', de l'inclinaison 2' et de la force horizontale 50 γ .

L'étude des observations faites simultanément en 1911-1912 dans ces deux dernières stations, dont la première est située au Nord-Nord-Ouest, et l'autre au Sud-Sud-Est du pôle magnétique, a apporté des résultats intéressants sur la variation diurne de l'emplacement du pôle.

Quand la force horizontale augmente à une station, elle diminue dans l'autre, et il en est de même pour l'inclinaison, ce qui implique une oscillation de la position du pôle magnétique : lorsque ce pôle se déplace vers le Nord-Ouest, la force horizontale diminue, et l'inclinaison augmente à la Terre Adélie, tandis qu'elles ont, au cap Evans, une variation en sens inverse⁽⁵⁾.

La variation de la force horizontale, à mesure que l'on s'éloigne du pôle magnétique, est d'environ 4,7 γ par kilomètre.

La moyenne des déplacements quotidiens du pôle magnétique Sud est grossièrement un cercle de 5 kilomètres de rayon.

Les heures où se produisent les maxima et les minima diurnes de la force magnétique à la Terre Adélie et au cap Evans diffèrent d'une quantité sensiblement égale à leur différence de longitude. Leur position respective par rapport au pôle magnétique ne paraît pas avoir d'importance : seul intervient le mouvement diurne. Dans les régions polaires, comme dans les régions tempérées, se vérifie ainsi l'hypothèse que la variation diurne des éléments magnétiques est due à un champ magnétique secondaire, qui tourne en une journée autour de l'axe du globe.

Perturbations magnétiques. — Les éléments magnétiques éprouvent parfois de tels écarts, soit pendant plusieurs jours consécutifs, soit seulement dans le cours d'une journée, que le caractère d'une perturbation importante n'est pas douteux.

Les perturbations magnétiques sont beaucoup plus importantes au voisinage des pôles magnétiques que dans les autres régions. C'est ainsi, par exemple, qu'une variation de plus d'un degré par jour dans la déclinaison est relativement rare en France, tandis qu'à la Terre Adélie, dans les mois d'été, la déclinaison a une variation dépassant 5° au moins un jour sur six.

Par tempêtes magnétiques, la position instantanée du pôle magnétique, défini comme le lieu où la force horizontale est nulle, doit varier en quelques instants de plusieurs dizaines de kilomètres, et même parfois de centaines de kilomètres. On voit combien il est difficile d'affirmer, en mesurant l'inclinaison, qu'on est arrivé exactement au pôle magnétique. David, au voisinage du pôle austral, a constaté un frémissement continu de l'aiguille d'inclinaison, dépassant plusieurs minutes.

Ces perturbations magnétiques sont souvent en relation très nette avec les aurores boréales, comme nous le verrons dans un prochain article. Elles sont liées

direction du champ terrestre à des époques reculées. P.-L. Mercanton a étudié à ce point de vue de nombreux échantillons de basaltes des régions arctiques : leur aimantation correspondrait à un champ ayant une inclinaison en sens inverse de l'inclinaison actuelle.

(5) *Magnetic Phenomena in the Region of the South Magnetic Pole*, par C. CHREE (*Proceedings of the Royal Society*, 1923).

aussi aux taches solaires. Elles sont dues sans doute, comme les aurores paraissent l'être, à l'action de particules électriques émises par le soleil.

Quelques auteurs (en particulier J. Bosler) considèrent que les orages magnétiques sont produits par des variations des courants telluriques, qui circulent en permanence à la surface du sol, alors qu'on considère souvent ceux-ci comme des courants induits produits par les variations du champ magnétique terrestre ⁽⁶⁾.

Ces questions complexes d'origine montrent, en tout cas, l'intérêt que présentent les observations magnétiques des régions polaires, où les perturbations magnétiques et les aurores sont fréquentes.

(6) Les courants telluriques n'ont jamais été mesurés dans les régions polaires. La région la plus proche du pôle où ces courants ont été mesurés est la Finlande, et il semble que l'activité tellurique soit très forte aux hautes latitudes.

LA THÉORIE DES HAUTS SALAIRES ⁽¹⁾

par M. ÉTIENNE VILLEY, *directeur du Groupe des Industries métallurgiques, mécaniques et connexes de la Région parisienne.*

Nous sommes à une époque de revision des conditions de la production.

Il est inutile d'insister longuement sur les modifications profondes apportées par la guerre dans ce domaine et qui expliquent cette situation : destruction de vies humaines, diminuant les facultés productives du monde entier : — destructions matérielles et interruption dans l'entretien normal de catégories entières de fournitures ; — changement de la carte industrielle, caractérisé, notamment, par une nouvelle phase de l'essor américain ; — bouleversement dans la carte commerciale avec les modifications de frontières, la création d'états nouveaux et la quasi disparition provisoire du marché russe ; — bouleversements aussi dans la situation financière et monétaire de tous les grands pays ; — évolution sensible des désirs individuels, orientés vers un plus grand besoin de confort....

Le problème de la réadaptation de la production à son cadre nouveau ne s'est pas manifesté immédiatement dans toute son ampleur, notamment en France, parce que les troubles monétaires ont entraîné un régime d'inflation qui a comporté un stimulant provisoire aux fabrications, et créé un instant l'illusion de la prospérité industrielle.

Il était cependant impossible de remettre indéfiniment la solution de ces difficultés. En Allemagne, notamment, où la crise financière avait abouti à un assainissement, sinon très recommandable, le problème se posait dans toute sa rigueur.

C'est dans ces conditions que les économistes, d'une part, et le monde des affaires, d'autre part, ont été amenés à porter une particulière attention à l'économie américaine, qu'on était en droit de considérer comme susceptible de comporter des enseignements, étant donné l'état de prospérité considérable acquise outre-Atlantique.

Les « méthodes américaines » se sont ainsi trouvées portées à l'ordre du jour des préoccupations des milieux d'affaires.

L'expression vise un ensemble de conceptions et de procédures, dont les formes qui furent d'abord retenues — et cela dès longtemps d'ailleurs, — étaient celles qui découlaient de l'analyse minutieuse de l'effort : il s'agissait d'adapter celui-ci, aussi parfaitement que possible, aux conditions d'une production optima : d'où toutes les études gravitant autour des préoccupations de taylorisation. Plus récemment, et à l'occasion des difficultés que je viens d'évoquer, l'attention se porta sur les autres aspects de l'économie américaine, dont le taylorisme et le fordisme ne sont que l'un des éléments. On se préoccupa des méthodes du Nouveau-Monde touchant l'approvisionnement, l'organisation commerciale, l'organisation bancaire. Parmi ces éléments d'appréciation, certains esprits ont particulièrement mis en relief le système américain des échanges : ils se sont arrêtés à cette conception, souvent dénommée « théorie des hauts salaires » en vertu de laquelle le producteur américain s'est engagé dans la voie de fabrications intensifiées, en liant la production à des salaires illimités, mais, bien entendu, proportionnés aux quantités produites. Les deux pièces maîtresses du mécanisme sont les suivantes : adoption de salaires de base larges, et multiplication de tous les moyens d'accroissement du rendement. L'ouvrier est ainsi stimulé à une production intensive, qui lui vaut des ressources très élevées. Par là, il devient lui-même le principal consommateur, augmentant sa

(1) Conférence faite par l'auteur le 30 mai 1927 à l'École supérieure de Perfectionnement industriel.

puissance d'achat dans la mesure où augmente sa production, en sorte que l'écoulement de celle-ci se trouve garanti.

Analysons d'un peu plus près la proposition qui vient d'être résumée. Si l'on considère un état de fait (qui est, d'ailleurs, actuellement réalisé aux Etats-Unis), dans lequel l'Américain, compte tenu du coût de la vie en Amérique et en France, est de 2,5 à 3 fois plus riche que le Français, on voit que les produits qui, en France, n'intéressent que le bourgeois jouissant déjà d'une certaine aisance, se trouvent, en Amérique, à la portée de catégories infiniment plus modestes. Il s'ensuit une extension considérable du débouché de nombre d'articles qui, dans un pays comme le nôtre, sont réservés à une petite minorité. Le mouvement des ventes, en dehors des objets de stricte nécessité, est, pourrait-on dire, en comparant l'un et l'autre pays, dans le rapport de la masse du peuple chez l'un, à une part restreinte de la bourgeoisie chez l'autre. En Amérique, disait M. Detœuf dans un compte rendu qu'il donnait à l'Union des Industries métallurgiques et minières en juillet dernier, d'un voyage d'études aux Etats-Unis, — compte rendu auquel je ferai de larges emprunts — la moitié au moins des ouvriers ont leur appareil de T. S. F., leur téléphone, leur aspirateur de poussières, leur automobile; ils auront prochainement leur machine frigorifique. Dans ces conditions, le développement du marché qui résulte des hauts salaires conduit à l'exécution de séries d'un ordre de grandeur tout différent des séries exécutées dans des pays comme le nôtre. En voici quelques exemples : les ventes annuelles d'automobiles portent sur 4 millions d'unités là-bas contre 200.000 chez nous : l'usage de l'automobile peut être apprécié à 1 pour 6 habitants, contre 1 pour 75 habitants. L'usage du téléphone est de 1 pour 9 habitants contre 1 pour 80 habitants. L'investissement dans les entreprises de distribution d'électricité est de 7 milliards de dollars en Amérique, contre 200 millions de dollars en France. Les ventes annuelles d'aspirateurs de poussières portent sur 1 million d'unités contre 25.000, etc.

L'importance des séries est de 15 à 30 fois plus grande aux Etats-Unis qu'en France.

L'établissement de ces très grandes séries amène, d'autre part et par réaction, une diminution considérable du prix de revient, et, par suite, du prix de vente : et voilà stimulée, par un nouveau canal, la consommation, et renforcé le volant de l'accélération de la production.

Mais ce n'est pas tout. A mesure que la série augmente, l'amortissement des frais de fabrication se répartit sur un nombre plus considérable d'unités : par là se trouve rendue possible l'utilisation d'un outillage très coûteux, mais très perfectionné qui se substitue au travail humain : nouvelle source d'économie qui concourt aussi à stimuler l'activité de la consommation.

Enfin, si l'on se place en présence d'un rythme de grandes séries généralisé, on perçoit de nouveaux chefs d'économie au départ même de la production, dans les diverses dépenses qui s'incorporent à la matière brute pour la rendre accessible au travail de transformation. Prenons l'exemple des frais de transport : le wagon de 40 t pèse, par tonne de houille transportée, beaucoup moins que le wagon de 10 t. Le nombre d'hommes employés pour la conduite d'un train de 3.000 t n'est guère plus élevé que celui d'un train de 300 t; les manœuvres de gare ne sont guère plus longues; et si le train de 3.000 t va d'un seul bloc de la même origine à la même destination, l'utilisation du matériel sera peut-être dix fois plus grande que celle d'un train de 300 t dont les 30 wagons sont répartis sur 15 expéditeurs et destinataires différents.

Ainsi, le régime des hauts salaires, partant d'un élargissement considérable de la couche des consommateurs, donne naissance à une cascade d'améliorations des conditions techniques de la production, qui permettent des prix de revient de plus en plus favorables et, de ce chef, élargissent à nouveau les débouchés : on aboutit à créer un cycle intérieur d'échanges qui, non seulement se suffit à lui-même, mais encore provoque, en quelque sorte, automatiquement, la prospérité des affaires.

Cette conception n'est-elle pas extrêmement tentante et ne doit-elle pas régler la ligne de conduite des employeurs dans leur politique des salaires?

J'ouvre, ici, une courte parenthèse. Je ne veux envisager la formule proposée que dans son expression théorique. Je ne veux pas rechercher si, en fait, il n'y a pas quelque exagération dans les descriptions qu'on apporte parfois du bien-être américain : les grandes villes américaines ne semblent guère plus exemptes que les nôtres du fléau de la misère ; la criminalité y est au moins aussi importante. Faut-il donc en conclure que l'organisation du travail envisagée favorise une élite de travailleurs et crée, comme en sous-produit, une classe prolétarienne particulièrement déshéritée ? On est porté à le croire et ces aspects pratiques de la question mériteraient une étude particulière. Mais je ne m'attarderai pas à ces considérations, parce qu'elles me mèneraient trop loin. Je me borne à rechercher si le système théorique exprimé dans la théorie des hauts salaires est transposable chez nous.

*
* *

La question ainsi posée conduit à évoquer cette vérité élémentaire et pourtant si souvent méconnue, même par le législateur, que les institutions ou conditions d'existence d'un pays ne peuvent pas être purement et simplement transposées dans un autre pays. Surtout en des matières aussi complexes que l'organisation moderne des fabrications et des échanges, il faut tenir compte des différences de milieu. Dans la question qui nous occupe, il y a deux séries de différences essentielles : les unes touchant à la technique de la production, les autres aux conditions de la consommation.

Au point de vue de la *technique de la production*, il faut tout d'abord marquer cette opposition essentielle entre les Etats-Unis et la France, que les premiers sont un pays complet au point de vue des ressources en matières premières, capable, par conséquent, de créer chez eux-mêmes un cycle de fabrications et d'échanges se suffisant à lui-même. La France, au contraire, est un pays incomplet, obligé de se livrer à l'exportation, ce qui introduit une difficulté considérable dans le fonctionnement du système envisagé.

Les Etats-Unis disposent d'à peu près toutes les matières premières. Il ne leur manque que le caoutchouc qu'ils ne tarderont d'ailleurs pas à récolter puisqu'ils se livrent présentement à d'importantes plantations. Ces matières premières sont d'ailleurs très abondantes et à très bon marché, ce qui favorise grandement la production : les réserves de minerai de fer et de houille représentent la moitié des réserves mondiales ! Rien n'interdit donc aux Etats-Unis de se donner un mur de protection douanière formidable, à l'abri duquel ils peuvent organiser à leur gré leur économie nationale. La France, au contraire, a besoin d'importer de la houille, des huiles minérales, tous les métaux sauf le fer, du coton, de la laine, de la soie, du caoutchouc, du café, du thé, du cacao. Pouvant se dispenser d'importer, les Etats-Unis peuvent se dispenser d'exporter. Nous sommes, nous, au contraire, obligés d'exporter pour payer nos importations. Nous sommes présentement obligés d'exporter pour une autre raison, d'ailleurs passagère : pour faire face à la situation financière débitrice dans laquelle nous a laissés la guerre.

Or, l'exportation, déjà chargée des frais de transport et de douane, est, par essence même, soumise à une concurrence très vive : elle exige une compression du prix de revient qui comporte un *réglage des salaires sur les bases pratiquées dans l'ensemble des pays producteurs entre lesquels s'exerce la concurrence*.

Voilà une première différence importante qui, du point de vue technique, ne permet pas de transposer purement et simplement chez nous le système américain du haut salaire.

Une autre condition extrêmement importante du développement de la production, c'est la *facilité du crédit*. Or, aux Etats-Unis, l'argent est plus abondant et meilleur marché que dans le reste du monde. Il ne faut pas oublier que, avant la guerre, les Etats-Unis devaient à l'Europe 4 milliards de dollars, et que cette dette s'est changée en une créance de 5 milliards de dollars. Et l'on sait que *la réserve d'or de l'Amérique est formidable : supérieure à celle de tout le reste du monde*.

D'autre part, et toujours au point de vue technique, l'économie américaine est

très différente de la nôtre quant aux fabrications produites. Sur le plan industriel, la production américaine s'applique dans le domaine de la fabrication courante, tandis que chez nous, les fabrications de luxe et de demi-luxe occupent une place fort importante, différence fondamentale quant aux procédés de travail et quant aux possibilités d'écoulement!

Enfin, la technique de la production doit encore tenir compte de cette différence entre les États-Unis et nous, que la mentalité de l'ouvrier comme producteur, en tant qu'il coopère à l'activité des fabrications, n'est pas la même. L'ouvrier américain a compris l'avantage qui résulte pour lui du rendement. Non seulement, il ne cherche pas à limiter son rendement, mais il concourt activement et cordialement au cycle des fabrications et des échanges que je vous ai décrit. Et, fait considérable, cette mentalité ouvrière s'est développée à tel point qu'elle s'est imposée aux syndicats. Ceux-ci ont senti qu'il leur était impossible de résister à ce point de vue de leur clientèle et il leur a fallu s'y adapter. Il ne semble même pas exagéré de dire que l'organisation actuelle du travail aux États-Unis a bouleversé profondément les bases mêmes du groupement professionnel : que le syndicat est en train de disparaître pour faire place à des groupements par établissements.

Il n'en va pas de même chez nous. Dans son action individuelle, l'ouvrier français se fixe généralement à lui-même un certain plafond de salaire, correspondant à son appréciation des besoins du moment : *une fois ce plafond de salaire atteint, l'ouvrier français s'arrête ou, tout au moins, ralentit considérablement son activité.* C'est un phénomène bien connu des employeurs, surtout dans certaines catégories de fabrications. Dans son action syndicale, le Français ne dédaigne plus seulement le haut salaire : il le combat. Il est dans la tradition du syndicalisme révolutionnaire, qui, comme vous le savez, est, en Europe, de beaucoup le plus pratiqué, de s'opposer aux méthodes d'augmentation du rendement, dans la crainte que cette augmentation soit monopolisée par le capitalisme, et ne confère pas à l'exécutant un avantage suffisant. En France, même la fraction modérée du syndicalisme pratique, au fond, cette hostilité contre les méthodes d'amélioration du rendement qui, seules, bien entendu, sont susceptibles de comporter des augmentations substantielles de salaires. Dans le débat qui est aujourd'hui, peut-on dire, ouvert sur l'opportunité d'un effort dans le sens de la « rationalisation », la Confédération générale du Travail a bien formulé une acceptation de principe, mais entourée de restrictions et de réserves qui semblent marquer la persistance des défiances qu'inspire au monde ouvrier la tendance à l'augmentation de la production.

Sans doute, cette mentalité changera. Elle changera quand l'ouvrier aura saisi que l'intensification du travail ne tarit pas les sources de l'activité, mais, au contraire, les alimente par le développement de la consommation, dont il sera, d'ailleurs, le premier bénéficiaire. Elle changera quand tous les chefs d'industries auront définitivement abandonné les errements déplorables qu'a trop longtemps connus l'institution du travail au rendement : je fais allusion à la revision des salaires ou des temps de base, se fondant sur une cadence obtenue par la stimulation *pour faire de cette cadence la nouvelle base normale*; c'est ce que les ouvriers, dans leur langage imaginé, appellent « le système des ciseaux ». Il n'est pas douteux que cette façon de faire est des plus condamnables; elle est à la fois déloyale et maladroite : elle supprime l'encouragement à la production, puisque l'ouvrier ne peut pas compter sur la compensation que doivent comporter la difficulté et la monotonie du travail spécialisé.

Tout cela changera, et est déjà en voie de changement. Mais cette évolution nécessite une éducation, une adaptation des esprits, auxquelles il faut travailler; elle ne peut pas se faire du jour au lendemain.

J'ai dit qu'à côté des difficultés d'une transposition chez nous du système des hauts salaires, quant aux conditions de la production dans les deux pays comparés, il existe des difficultés quant aux *conditions de la consommation*. On peut résumer ce nouvel aspect de la question en disant que *la psychologie du consommateur est très différente aux États-Unis et en France.*

La production en très grande série comporte l'uniformité des objets produits. Elle impose au consommateur de se contenter d'objets dont toutes les caractéristiques sont cataloguées d'avance.

En Amérique, cette uniformité n'est pas considérée comme un défaut : tout concourt, au contraire, à la provoquer et à la systématiser. On prête à Ford ce mot : « Nous laisserons à nos clients toute latitude pour choisir la couleur de leurs voitures, à la condition qu'ils la veuillent noire. » Non seulement, l'industriel fait des efforts constants pour imposer à ses clients l'uniformité, non seulement le client l'accepte sans résistance, mais le Gouvernement lui-même a fondé un bureau de standardisation où, de concert avec les industriels, on s'efforce d'établir, dans tous les domaines, la plus grande identité possible. On y recherche les meilleures qualités de produits, les meilleures méthodes de production, les moyens d'obtenir les meilleurs prix de revient. On peut d'ailleurs remarquer, — et ceci confirme ce que je disais du caractère de vase clos que présente le marché américain et du peu d'intérêt que les producteurs américains portent aux questions d'exportation, — que l'uniformité qui fait l'objet de toutes ces recherches est spécifiquement américaine. On standardise les vis, mais non sur le pas international, sur le pas américain ! On conserve le système des mesures anglaises, malgré les avantages incontestables du système métrique. On s'efforce, sans doute, de faire marcher tout le pays au même pas ; mais on le regarde comme assez grand pour se dispenser de marcher en mesure avec la musique internationale.

Eh bien, à la mentalité, à l'état d'esprit du consommateur américain que présuppose une telle organisation du marché et des échanges, comparez la mentalité, l'état d'esprit du consommateur français ! Le Français est individualiste dans ses goûts comme dans ses conceptions. Il a horreur de l'uniformité. La seule appellation d'« article de série » implique une appréciation de moindre qualité, d'infériorité de la marchandise envisagée. Prenez l'exemple des automobiles de série. Regardez autour de vous ce qu'est, en réalité, la voiture dite « de série » : nous sommes bien loin de l'obligatoire couleur noire de Ford. Chacun exige, sur tel ou tel point, une particularité, une note personnelle, une fantaisie, une anicroche au modèle-standard. Tous les fabricants, dans tous les domaines, sont d'accord pour dire que les exigences variées de la clientèle constituent un obstacle quasi insurmontable à la production en grandes séries.

Il est un autre aspect de la psychologie du consommateur français qu'il est indispensable de mettre en relief. Il faut examiner le mécanisme de la *consommation dans le monde agricole et paysan*, qui représente à peu près la moitié de la population de notre pays. Ce milieu est-il préparé à entrer délibérément dans le cycle des augmentations de consommation, gageant les développements ultérieurs de la production ? On peut en douter. On sait que le paysan français est caractérisé par ses habitudes d'épargne, sous la forme de thésaurisation, dont le légendaire « bas de laine » est le symbole. C'est ce qu'exprimait récemment une personnalité particulièrement qualifiée pour interpréter la mentalité de l'homme des campagnes. M. RICARD, appréciant dans une étude récente de la *Revue politique et parlementaire*, la question que j'examine présentement, écrit : « Notre agriculture est composée « surtout de petits propriétaires et d'épargnistes. Leur mentalité est la résultante « d'influences séculaires. On a beau blaguer leurs us et costumes, les vertus « ancestrales leur ont conféré une robustesse morale qui disparaîtrait avec elles. « Leur amour de la terre qu'on incrimine si étrangement est une cause d'attachement « au rude labeur des champs qu'il est bien imprudent de vouloir ruiner. En tant que « consommateurs, on voudrait qu'ils dépensent moins parcimonieusement. Croit-on « qu'ils puissent se transformer en quelques lustres au point de n'avoir plus le même « souci d'économie dans leurs achats de produits pour la ferme, d'articles ménagers, « de vêtements, etc. ? »

Quelque marquée que soit l'évolution qui, dans ces dernières années, a pu modifier à ce point de vue l'état des esprits et des mœurs dans nos campagnes, la thésaurisation reste un phénomène très répandu. Or, dans la mesure où elle se produit, elle arrête le cycle de la circulation qu'escompte le système des hauts salaires, puisqu'elle immobilise les moyens de consommation sur lesquels on comptait pour

alimenter les fabrications. Quand on songe, eu égard, notamment, à la destination d'une partie considérable des salaires industriels, à l'importance qu'occupe le portefeuille du paysan, agriculteur et viticulteur, dans le circuit des échanges, on ne peut pas ne pas être frappé de l'obstacle qui se trouve ainsi créé dans l'économie du système envisagé. Sans doute, ici comme en matière de mentalité ouvrière et comme en matière de psychologie du consommateur, une évolution est possible, voire probable; du moins, faut-il lui laisser le temps de se produire.

* * *

Dans quelle mesure peut-on donc retenir, en vue d'une adaptation aux conditions actuelles de l'économie française, les directives de l'organisation américaine de la rémunération du travail?

Le principe qui doit dominer la matière est certainement que l'organisation du travail doit être telle qu'elle rende possibles les perspectives d'augmentation des salaires. La loi de l'activité humaine est, en effet, la recherche du mieux-être. Il serait injuste, inhumain, de condamner toute une partie, et la plus nombreuse, de la population à un état de stagnation qui, en fait, étant donnée l'aspiration profonde de tout cœur humain, constituerait, relativement au milieu, une régression. D'autre part, cette politique serait profondément maladroite; elle irait à l'encontre du progrès industriel. Le progrès industriel repose, en dernière analyse, sur l'amélioration du rendement. Or, l'amélioration du rendement postule la collaboration, l'adhésion active et cordiale de tous les agents de la fabrication, exécutants comme dirigeants. La collaboration des exécutants ne saurait être cordiale et active s'ils se sentent confinés, quant aux fruits qu'ils en recueillent, à une situation médiocre et inexorablement plafonnée. Il faut donc ouvrir à tous des possibilités d'amélioration de leur sort, liées à l'intensification de leur production.

Cet idéal concorde, par ailleurs, avec la directive générale qui doit présider au progrès industriel, savoir *le développement constant de la production*.

Mais les obstacles que rencontre, dans une économie comme la nôtre, un aménagement de la production adapté à un accroissement rapide, oblige à des précautions, à une procédure appropriée, lorsqu'il s'agit de passer à l'application de ces principes.

Les précautions se rencontrent aux deux moments essentiels de la procédure que suit le système des hauts salaires : la fixation du salaire de base, d'une part, l'aménagement des bonifications liées à l'accroissement du rendement, d'autre part.

Le salaire de base est constitué par le salaire moyen normal d'un ouvrier se livrant à la fabrication envisagée, mais travaillant au temps. Dans l'état actuel des choses, cette notion est assez précise. On connaît, dans chaque profession, le taux normal du travail à l'heure.

Dans la fixation de ce salaire de base, le producteur français ne dispose pas, comme son concurrent américain, de la latitude que comporte un marché intérieur se suffisant à lui-même. Il lui faut tenir compte des exigences de la concurrence qui commande, au départ, la réduction du prix de revient. C'est là une différence sensible dans la situation des deux pays. En France, au contraire de ce qui se passe en Amérique, le salaire de base se trouve ainsi soumis à une adaptation assez stricte aux besoins ouvriers.

Du moins faut-il, cependant, qu'il satisfasse à ces besoins. C'est pour cela que le système des allocations familiales est très heureusement adapté à l'économie française, tandis qu'il n'offre guère d'intérêt dans l'économie américaine. Les besoins ouvriers, en effet, varient grandement suivant qu'il s'agit de célibataires, de personnes mariées sans enfants, ou de chefs de famille. Le système qui consiste à attribuer des suppléments proportionnés aux charges familiales, correspond très exactement au but cherché. Si, d'autre part, on répartit entre les établissements, par une procédure de compensation, les suppléments de la rémunération du travail qui correspondent aux charges familiales de l'ouvrier, on évite l'objection qui pourrait être faite au système, tirée des inégalités qu'il pourrait provoquer entre établissements, quant au prix de revient.

Le salaire de base étant ainsi défini et aménagé avec le perfectionnement des allocations familiales, dans quelle mesure y adaptera-t-on les méthodes américaines de bonifications liées à l'augmentation du rendement?

Il faut évidemment, ici, adopter le principe du salaire au rendement.

Je ne m'attarderai pas longuement à légitimer ce principe. Cette méthode de rémunération du travail est si évidemment rationnelle qu'elle a fini par s'imposer et par triompher des résistances que lui ont opposées les syndicats ouvriers. Suivant une comparaison familière, l'idée sur laquelle repose le salaire au rendement est celle-là même qui est aujourd'hui universellement admise dans les transports urbains : au vieux système de « la course » a été substitué le système plus logique du « taxi » fondant le tarif du transport sur la distance parcourue....

Mais, si le producteur américain peut faire fonctionner le taxi sans limitation, sans précaution particulière, parce qu'il est assuré d'emblée d'un écoulement de consommation sans obstacle et presque illimitée, le producteur français est, lui, placé devant un marché hérissé d'obstacles, qui l'oblige à discipliner et à fractionner son emprise. Si vous me permettez une comparaison militaire, le producteur américain me semble placé en face d'une vaste plaine qu'il lui suffit d'occuper par une charge impétueuse d'infanterie : le rôle des exécutants est de porter au maximum leur élan et rien ne les arrêtera dans leur marche en avant. Le producteur français, lui, doit conquérir une série de vallonnements dessinés par toutes les difficultés d'ordre technique ou psychologique qui caractérisent son régime de fabrications : vouloir les submerger d'un trait, d'un mouvement uniforme, est une impossibilité : il lui faut limiter ses objectifs, procéder par bonds, occuper et aménager chaque position avant de passer à la suivante.

La formule des bonifications de salaires doit être adaptée à l'allure générale d'un tel développement industriel, qui suivra ainsi une série d'étapes, marquées par une série de programmes successifs.

Si nous nous plaçons à un moment donné, tel producteur peut déterminer son régime optimum de fabrications : compte tenu de ses approvisionnements, de sa trésorerie, de ses crédits, de l'état d'activité de ses organes de vente, du degré de rendement de sa main-d'œuvre, il sait que sa production doit atteindre x ; il a tout avantage à atteindre cette cadence; il y aurait inconvénient à la dépasser, car il en pourrait résulter un stockage dans des conditions que la marche normale des affaires devrait rendre rapidement désavantageuses.

En effet, quand notre producteur aura lancé ses fabrications sur la base de la cadence x , il ne s'en tiendra pas là. Il procédera à une nouvelle étude, faisant entrer en ligne de compte tous les éléments d'appréciation : il recherchera tous les moyens susceptibles de provoquer une nouvelle baisse du prix de revient, amenant une réduction du prix de vente, et permettant, par suite, d'atteindre de nouvelles couches de consommateurs, de conquérir de nouvelles positions. Et, bien entendu, parmi les éléments de cette étude, figurera en bonne place l'appréciation des possibilités d'accroissement du rendement de la main-d'œuvre. Le producteur déterminera alors une nouvelle cadence y , plus grande que x . y deviendra son nouvel objectif, qui sera lui-même la base de nouvelles extensions, et ainsi de suite.

Dans un système présentant cette allure générale du progrès industriel, la formule adéquate de détermination du salaire consistera dans l'application, à chacune des étapes, d'une formule du type Rowan adaptée à cette étape, c'est-à-dire d'une formule de salaire au rendement comportant une phase d'augmentation du salaire proportionnelle à l'augmentation du rendement, suivie d'une phase décroissante, dans laquelle l'augmentation du salaire est inférieure à l'augmentation du rendement.

Dans la première partie, l'accroissement de salaire sera exactement proportionnel à l'accroissement de la production : les bureaux d'études connaissent exactement, pour chaque tranche de production, la part : de salaires, d'autres frais généraux, de bénéfices, que cette tranche doit comporter eu égard à la production totale de l'établissement; la courbe des bonifications de salaires sera exactement établie sur ces bases.

Dans la deuxième partie, l'accroissement de salaires sera inférieur à l'accroissement de production, suivant une courbe décroissante : autrement dit, l'avantage de l'ouvrier sera réduit.

Le point de passage de la première à la deuxième partie sera fixé par l'appréciation du rendement optimum dans le programme de fabrications que l'établissement s'est fixé. Qu'arrivera-t-il ? A peu près automatiquement, l'activité des ouvriers se réglera de telle façon que le rendement se place précisément au point optimum.

Dans un tel régime, la porte reste toujours ouverte aux augmentations de salaires, car l'amélioration du rendement constitue l'un des facteurs importants de la fixation des programmes successifs. Dans la mesure où le personnel exécutant témoigne de sa volonté à coopérer au rythme sans cesse progressif des fabrications, les étapes se succèdent rapidement, marquant les différentes phases du développement industriel. Mais, au lieu qu'il s'agisse d'augmentations laissées à la liberté de chaque exécutant, on aura un régime d'augmentations adapté à un plan général de politique industrielle, supposant une coordination rationnelle des efforts individuels.

*
* *

Bien entendu, ces observations ne visent qu'à donner une vue d'ensemble de l'organisation économique dans notre pays. Elles tendent, si l'on veut, à définir un « standing » moyen du régime de nos fabrications. Il n'existe pas, en pareille matière, de formules absolues. De même que certains domaines échappent absolument à toute méthode du travail au rendement (par exemple, le domaine des objets d'art ou du travail des pierres précieuses) de même, et inversement, on peut concevoir certaines fabrications où l'excitation immédiate à un accroissement indéfini du rendement ne présente pas d'inconvénients.

Sous ces réserves, ma conclusion est que la formule des hauts salaires, en tant que système théorique tendant à créer directement et immédiatement un cycle complet de production et de consommation, n'est pas transposable, telle quelle, dans l'état actuel de notre économie nationale. La progression de nos fabrications ne suit pas une ligne droite, mais une série de paliers. A chacun de ces paliers, les formules qui conviennent sont celles qui comportent une stimulation de la production adaptée à un équilibre du prix de revient, lui-même commandé par une concurrence dans laquelle le marché extérieur joue un rôle important.

**MACHINE A ESSAYER LES HUILES DE GRAISSAGE,
LES BRONZES ET ALLIAGES ANTIFRICTIONS
DE LA COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'EST**

Études antérieurement effectuées par la Compagnie de l'Est. — En raison de l'intérêt qui s'attache à la vérification directe des propriétés lubrifiantes des huiles de graissage, la Compagnie de l'Est a tenté à diverses reprises de réaliser un appa-

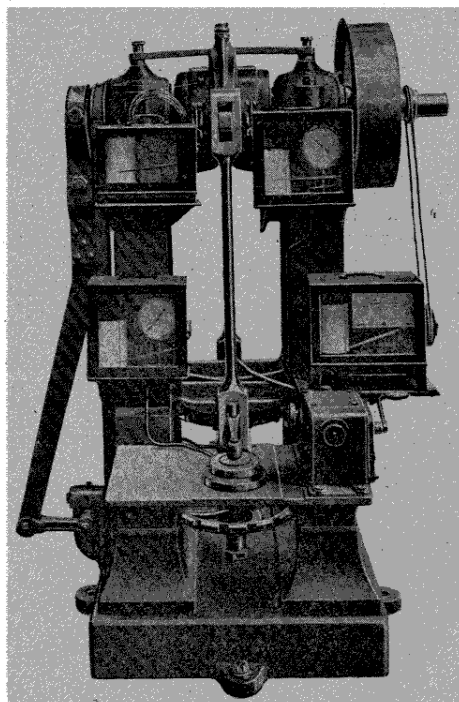


Fig. 1.

reil permettant d'effectuer cette vérification dans des conditions aussi peu différentes que possible des conditions de la pratique courante.

Une première machine fut établie dans ce but il y a une quarantaine d'années par M. NAPOLI, chef de laboratoire à la Compagnie de l'Est. Cette machine reproduisait les dispositions générales des organes de roulement des véhicules de chemins de fer : mêmes surfaces de frottement, même mode de graissage, même pression et même vitesse. Elle devait permettre de mesurer les coefficients de frottement ainsi que les échauffements correspondant à l'emploi des lubrifiants soumis aux essais.

Mais ce premier appareil ne donna pas satisfaction, en particulier parce que la résultante des efforts appliqués, ne passant pas constamment par le centre de la fusée, les diagrammes de frottement ne restaient pas comparables entre eux, toutes autres conditions demeurant les mêmes.

M. JONET, alors Inspecteur aux Ateliers de la Compagnie de l'Est, tenta de perfectionner cet appareil en modifiant les conditions d'établissement du dispositif de transmission des pressions. Mais les résultats ne furent pas encore suffi-

samment précis, les diagrammes de frottement accusant encore des divergences dans les mêmes conditions d'utilisation.

En 1922, l'étude de la question fut reprise à la Compagnie de l'Est suivant les directives de M. DUCHATEL, Ingénieur en Chef du Matériel et de la Traction, et une nouvelle machine fut établie en collaboration entre M. GUILLERY, administrateur-directeur des Etablissements Malicet et Blin, et MM. HAGUENAUER et JONET, ingénieurs de la Compagnie de l'Est.

Les figures 1, 2 et 3 montrent cette machine sous trois aspects différents.

Description de la machine. — Cette machine qui est installée aux Ateliers de Noisy où elle fonctionne depuis 1923, comporte (fig. 4) un bâti supportant un arbre *a* en acier, sur lequel a été ménagée une fusée *b*, rectifiée et galetée, afin de pouvoir donner à ladite fusée une surface durcie et polie aussi parfaite que possible. Cet arbre est maintenu par 2 paliers à roulements à billes *c*, et la fusée tourne dans une boîte à huile *d* analogue à celle des véhicules de chemins de fer. Le dessus de boîte *e*

repose sur la fusée par l'intermédiaire d'un coussinet *f* qui est normalement un coussinet en bronze régulé au métal AP2 de la Spécification technique unifiée des Réseaux français (composition : plomb 85, antimoine 10, étain 5). Ce coussinet, disposé sans jeu dans la boîte, comporte un jeu longitudinal de 4 mm sur la fusée et son alésage est supérieur de 3 mm à celui de ladite fusée, sauf sur la partie médiane où une portée de 25 mm a été ménagée au grattoir selon la pratique cou-

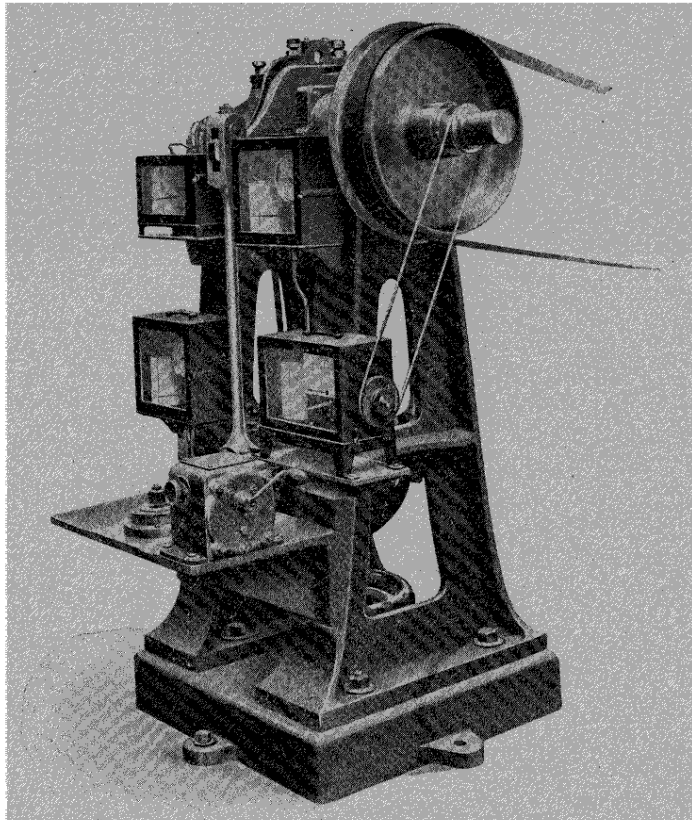


Fig. 2.

rante suivie à la Compagnie de l'Est pour l'ajustage des coussinets du matériel roulant.

Le graissage est assuré au moyen d'un tampon-graisseur *g* du type utilisé sur les véhicules de chemins de fer, et permettant une lubrification continue et régulière par capillarité.

Des charges variables peuvent être appliquées sur la fusée par l'intermédiaire d'un système parallélogramme *h, i, j, k*, dont les articulations sont montées sur couteaux, pour rendre le frottement négligeable. Ces charges proviennent d'un piston *l*, placé dans un cylindre *m*, recevant une pression de glycérine, donnée par une pompe à engrenages à main *n*.

Les charges sont contrôlées par un manomètre enregistreur de pression relié au cylindre *m*.

La vitesse de l'arbre est enregistrée par un cinémomètre enregistreur.

Les forces de frottement qui règnent au contact de la fusée et du coussinet, quand la machine est en fonctionnement, tendent à faire tourner le palonnier supé-

rieur AB autour de l'axe de la fusée et le palonnier inférieur DF autour du point d'application de la charge E; mais le prolongement F du palonnier inférieur porte une pointe *r* qui vient s'appliquer au centre d'un petit piston *s* appuyant sur une membrane élastique *t* fixée sur une cuvette hydraulique *u*; cette dernière est en relation avec une colonne d'équilibre à mercure *v*, en même temps qu'avec un deuxième manomètre enregistreur spécial. Une butée *w* permet de limiter le déplacement du levier et d'éviter tout forçement en cas de grippage par exemple. Un contrepoids *x* sert à équilibrer le palonnier inférieur.

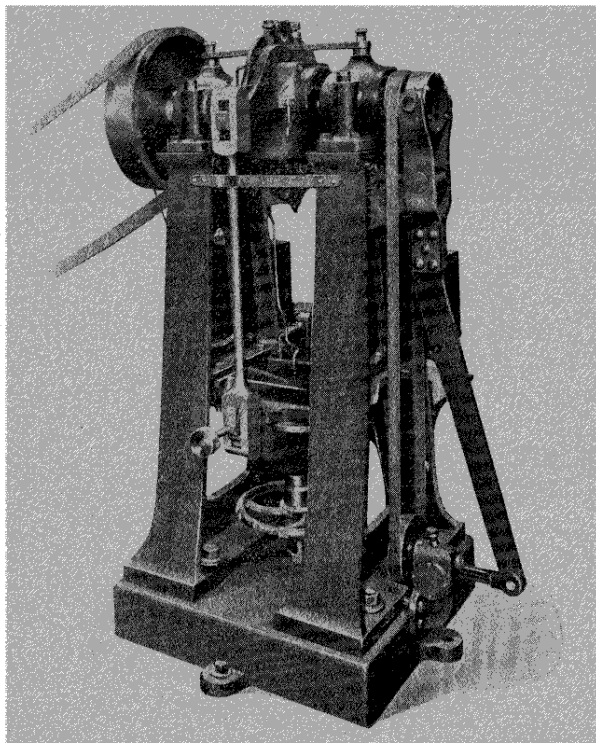


Fig. 3.

Il est facile de se rendre compte que, dans ces conditions, le coefficient de frottement est donné par la formule

$$f = k \frac{p_2}{p_1}$$

p_2 étant la pression unitaire sur la cuvette hydraulique,
 p_1 étant la pression unitaire sur la cuvette à glycérine,
 et k une constante qui, pour la machine de Noisy, est égale à 0,742.

Un enregistreur de température, dont le réservoir thermométrique est logé dans un conduit ménagé dans le bronze du coussinet, permet enfin de suivre les variations de la température dans cette partie du coussinet et d'avoir ainsi des indications sur les échauffements qu'il subit.

La machine comporte en outre un dispositif permettant de réaliser un déplacement longitudinal alternatif de l'arbre, d'amplitude variable, destiné à reproduire les déplacements relatifs des fusées et coussinets du matériel roulant en service.

Un moteur électrique de 3 à 4 ch, à vitesse variable, suffit à la commande de la machine.

Cette machine permet d'effectuer soit des essais comparatifs d'huiles de graissage, soit des essais comparatifs de bronzes et alliages antifrictions pour coussinets, soit des essais de dispositifs de graissage.

Essais d'huiles de graissage. — En principe les essais d'huiles de graissage sont effectués en employant un coussinet de forme et dimensions invariables réglé au métal AP₂ et un tampon-graisseur avec velours et mèches en laine, également de

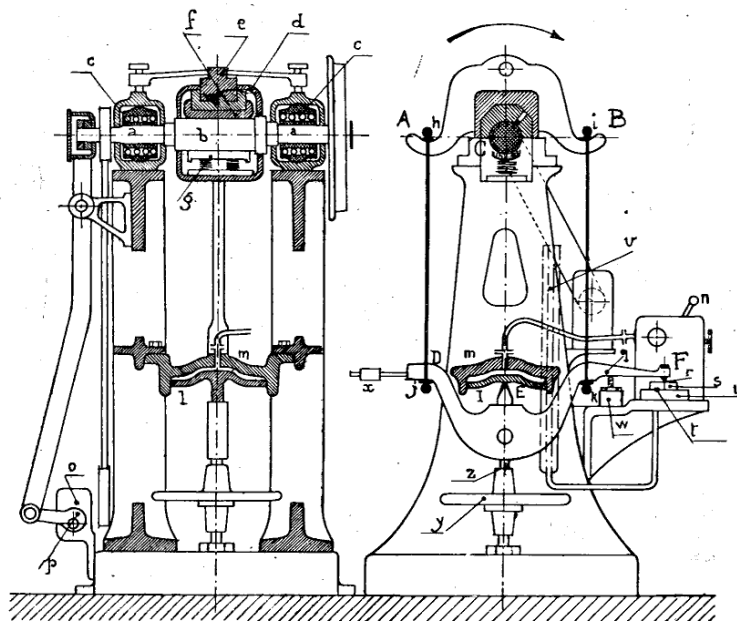


Fig. 4.

forme et dimensions invariables, l'essai ayant lieu dans les conditions de durée, charge et vitesse indiquées ci-après :

Pour chaque qualité d'huile à essayer, il est procédé avec un échantillon de ladite huile, à un essai dans des conditions bien spécifiées de vitesse, charge et durée; il est procédé ensuite à un essai comparatif analogue, c'est-à-dire dans les mêmes conditions, avec une huile-type de nature invariable.

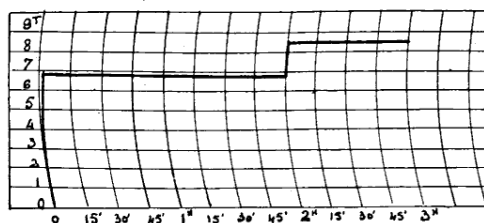
Les précautions suivantes sont prises préalablement à tout essai : le tampon-graisseur est imbibé dans l'huile soumise à l'essai, pendant une durée de 48 heures. La fusée est préalablement mise en parfait état et soigneusement essuyée, de même que le coussinet dont la portée doit être en même temps minutieusement vérifiée et rester rigoureusement constante pendant la durée des deux essais comparatifs. Après chaque essai le tampon-graisseur est remplacé.

Afin d'obtenir des diagrammes d'échauffement bien comparables, l'essai proprement dit ne commence qu'à partir d'une température uniforme de 25° au coussinet. A cet effet, on fait tourner la machine à blanc pendant quelques minutes au besoin, et on ménage ensuite, s'il y a lieu, une interruption de quelques minutes avant de commencer les observations effectives.

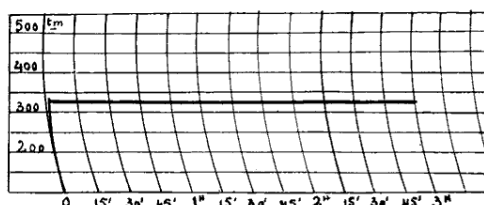
Les essais sont effectués, suivant le but qu'on se propose, soit à la vitesse de 250 tours par minute correspondant à celle d'un train marchant à 50 km : h (pour un diamètre de roue de 1,05 m), soit à la vitesse de 325 tours par minute (65 km : h), soit à la vitesse de 450 tours par minute (90 km : h).

L'effort appliqué normalement est celui qui correspond au poids d'un wagon chargé au maximum; mais des essais complémentaires sont généralement effectués avec 25 et 50 p. 100 de surcharge, la première partie de l'essai dont la durée est de

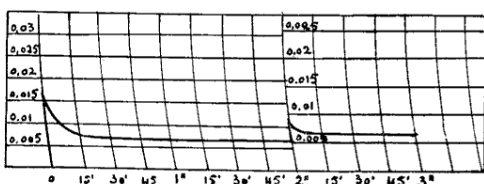
Charges appliquées sur la fusée



Vitesses



Coefficients de frottement



Températures

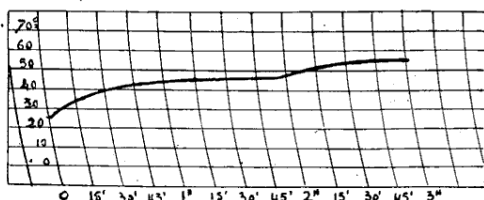


Fig. 5.

la température d'un point du coussinet, que ce point n'est pas rigoureusement le même sur les coussinets essayés et que la transmission de chaleur à travers le coussinet peut être très différente suivant que la surface de contact avec la fusée est plus ou moins grande.

Mais les indications données sur les coefficients de frottement suffisent généralement à différencier les métaux ou alliages mis en comparaison.

Essais de dispositifs de graissage. — Pour essayer des dispositifs de graissage tels que tampons-graisseurs spéciaux, bourrages, etc., il suffit de faire des essais comparatifs de ces dispositifs et du dispositif-type de la machine, en employant le même coussinet et la même huile.

2 heures s'effectuant à charge normale et l'essai se poursuivant d'abord avec 25 p. 100 de surcharge, ensuite avec 50 p. 100, jusqu'à ce que l'on ait atteint soit un régime de température stable, soit la température critique à partir de laquelle le grippage est susceptible de se manifester.

A chaque essai correspondent 4 diagrammes tels que ceux de la figure 5.

On voit qu'à partir du moment où la machine est mise en fonctionnement avec une charge et une vitesse données, la courbe des températures monte jusqu'à ce que l'équilibre soit réalisé entre la chaleur reçue par le coussinet et la chaleur qu'il perd. Pour tous les essais ainsi effectués avec un même coussinet, les différences entre les températures d'équilibre ainsi enregistrées et la température extérieure au moment de l'essai donnent des indications très utiles sur les tendances au chauffage que l'on peut avoir à redouter avec les différentes huiles essayées.

Essais de bronzes et alliages anti-frictions pour coussinets. — Tout alliage pour coussinets peut de même être essayé à la machine, et comparé à un alliage-étalon, en confectionnant avec l'alliage à essayer s'il s'agit d'un bronze, un coussinet de même modèle que celui de la machine, ou en garnissant un tel coussinet avec l'alliage à essayer lorsque ce dernier est un antifricition.

Ces essais sont particulièrement délicats, notamment en ce qui concerne les conclusions à tirer de la comparaison des températures enregistrées, en raison de ce que le thermomètre ne permet de mesurer que

*
**

Indépendamment des essais courants qui viennent d'être relatés, la machine permet de faire des études expérimentales très variées et notamment d'étudier les lois de variation du coefficient de frottement d'une part en fonction de la charge et, d'autre part, en fonction de la vitesse.

*
**

Modification envisagée dans la construction de la machine. — Un dispositif représenté figure 6 a été étudié par M. GUILLERY en vue de réduire l'usure qui se

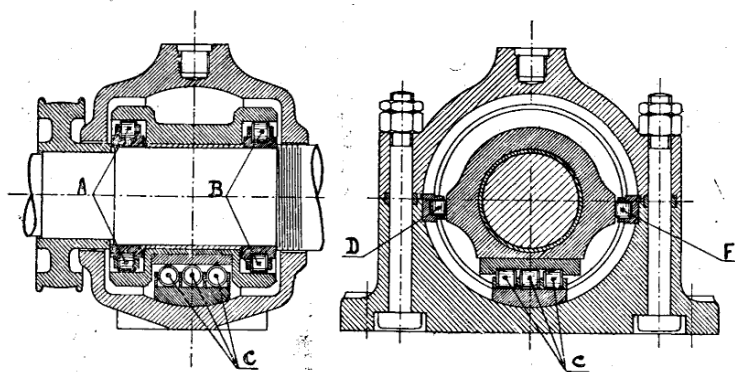


Fig. 6.

produit sur les cages à billes, suivant les lignes de contact des billes. A cet effet, les dispositifs destinés à supporter les charges radiales et à assurer le mouvement louvoyant de l'essieu seraient rendus indépendants et, pour cela, on a prévu le remplacement des 8 rangées de billes de chaque roulement par 2 rangées simples de rouleaux A et B. Le déplacement latéral de la fusée se produit ainsi sur 3 rangées de 3 rouleaux C et l'arbre est maintenu latéralement par 2 butées à rouleaux D, F.

L'OUVRAGE DE M. ALBERT PASSAGEZ SUR L'AZOTE ET LE PÉTROLE.

M. J.-M. BEL, *membre du Conseil.*

M. Albert Passagez, ex-chargé de cours à l'École militaire de Belgique, a publié en 1924 un ouvrage ⁽¹⁾ de 173 pages qui traite les deux grands problèmes de l'azote et du pétrole et qui porte en sous-titres : Les grands problèmes de paix et de guerre. L'auteur y traite aussi les questions qui se rattachent aux engrais, aux explosifs, à l'alcool, à la houille, aux travaux de Georges Claude.

Dans cet ouvrage, dédié à M. Georges Claude, l'auteur expose en termes concis et clairs, les questions qui préoccupent l'humanité, questions graves posées à la suite de la grande guerre et qui resteront obsédantes longtemps encore, tant qu'elles ne se présenteront pas sous un aspect de stabilité permettant d'espérer la paix et d'écarter toutes les appréhensions de guerre qui subsisteront sans doute, quoi qu'on fasse, durant une période indéterminée.

M. Passagez a apporté, dans son livre, un louable entraînement, préoccupé avec raison, de ne laisser de côté aucune des possibilités susceptibles de donner la solution des ardues problèmes envisagés. Il semble n'avoir qu'un seul parti pris, l'optimisme; mais c'est précisément une condition nécessaire à l'obtention des résultats quand on veut y parvenir.

Les questions traitées par M. Passagez n'ont plus toutes l'attrait de la nouveauté car des solutions ont été apportées à quelques-uns des problèmes qu'il posait en 1924 quand il écrivit son livre. Il s'en faut cependant de beaucoup que toutes les difficultés soient vaincues : le livre de M. Passagez reste donc d'actualité; d'ailleurs, on y trouve des idées personnelles à l'auteur qui méritent d'être signalées.

Après une préface flatteuse et méritée de M. Fernand Neuray, directeur de *La nation belge*, l'ouvrage commence par une première partie didactique, technique et historique, rappelant les diverses phases par lesquelles sont passées les deux questions de l'azote et des carburants; elle se termine par un chapitre intéressant spécialement la Belgique et relatif à la houille du Limbourg et aux fours à coke. Une deuxième partie reproduit des articles de l'auteur publiés avant le livre sur les mêmes questions. Nous nous bornerons à analyser la première partie.

L'AZOTE. — En 1880, les rendements et la consommation d'engrais étaient égaux en France et en Allemagne; les rendements à l'hectare de terre labourable étaient de 11 qu, le sol étant plus fertile en France. Mais lorsqu'on arrive en 1913, le rendement à l'hectare atteint seulement 13,9 chez nous et s'élève à 22 qu en Allemagne, grâce à l'emploi intensif des engrais sur des terres qui sont cependant de moindre qualité (190.000 t d'azote consommées à l'état d'engrais en Allemagne et seulement 60.000 t en France). Il nous suffirait de produire 18 qu pour devenir exportateurs de blé, au lieu de rester sous la dépendance de l'étranger pour cette chose primordiale qu'est l'alimentation du pays ⁽²⁾.

Mais, pour cela, il faut avoir les matières premières nécessaires à la fabrication des engrais, c'est-à-dire l'acide nitrique et la soude, aussi indispensables pour la défense nationale que pour la fabrication des engrais. Ces matières premières, on peut se les procurer, grâce aux procédés Haber, Claude, etc., qui peuvent être appliqués en France comme en Belgique.

La mise au point du procédé Haber détermina l'Allemagne à faire la guerre, et

(1) Agence Dechenne, 18-20, rue du Persil, à Bruxelles et Librairie Octave Doin, 8, place de l'Odéon, à Paris, éditeurs.

(2) Sans doute, une plus grande consommation d'azote par l'agriculture française augmenterait ses rendements; toutefois, le problème est moins simple que ne pourrait le laisser supposer cette affirmation (N. D. L. R.)

la déclaration de guerre coïncida justement, dit l'auteur, avec la mise en application industrielle du procédé. Heureusement pour nous, les prévisions allemandes étaient à court terme et la victoire de la Marne détruisit le plan allemand, trop court notamment en azote; les matières premières allaient manquer à l'Allemagne du fait du blocus; car une fois les hauts fourneaux éteints, les provisions de coke et d'ammoniaque diminuèrent rapidement. L'auteur ajoute que, déjà à la fin de 1914, l'Allemagne courait le risque, fort humiliant pour une nation militaire, de capituler sans avoir succombé sur le champ de bataille, car l'azote allait lui manquer. Cette situation fut cachée.

Le gouvernement allemand a rétabli cette situation par des avances de capitaux aux sociétés « Bayer », « Badische » chargées de réaliser dans les usines la fixation de l'azote atmosphérique en quantités telles que l'Allemagne devait être indépendante de l'étranger. 220.000 t d'azote puis, en 1922, 520.000 t devaient être fixées chaque année. Ce programme gigantesque fut exécuté sous la direction de Rathenau et 625 millions de francs furent avancés pour la synthèse de l'ammoniaque et de l'acide nitrique, la fabrication de la cyanamide calcique. Ainsi l'Allemagne, dès 1915, arrivait à libérer à jamais, et son agriculture et la fabrication de ses explosifs, de toute ingérance étrangère. Bien plus, un des directeurs de l'usine de Merseburg disait : « Notre seule limite de production est la capacité d'absorption mondiale », visant ainsi le monopole mondial de la fourniture de l'azote. Heureusement, dit M. Passagez, que, grâce à M. Georges Claude, ce beau rêve allait s'écrouler. Quoi qu'il en soit, l'Allemagne reste indépendante pour ses explosifs, ce qui ne peut que l'inciter à désirer une revanche.

L'auteur rappelle que le procédé Claude est basé sur la compression d'un mélange d'hydrogène et d'azote, non plus à 200 atmosphères, comme dans le procédé Haber, mais sous une hyperpression à 900 et 1.000 atmosphères pour l'obtention de l'ammoniaque synthétique. Dans ce procédé, on emploie l'hydrogène des gaz provenant de la distillation de la houille dans les usines à gaz ou les cokeries. Ces gaz renferment 50 p. 100 d'hydrogène pouvant être extraits par liquéfaction.

CARBURANTS. — Aujourd'hui le pétrole brut et tous les produits qu'on en extrait sont indispensables à la vie d'un pays industriel. Les seules huiles de graissage sont d'une importance considérable, et les Allemands en avaient déjà un besoin mortel en 1925, dit M. Gérard ambassadeur des États-Unis à Berlin. Ils purent cependant importer ce produit assez facilement au début de la guerre, en payant jusqu'à 90 livres ce qui n'en valait que 7. M. Guisclin, chargé par le Gouvernement français de classer par ordre d'importance les produits pétrolifères nécessaires, porta en première ligne les huiles de graissage, en seconde ligne seulement l'essence de pétrole, en troisième les huiles lourdes pour moteurs et en quatrième le pétrole lampant.

Comme les Anglais, on peut dire aujourd'hui « petroleum is king », car, comme facteur économique, il a détrôné la houille. L'aviation est venue confirmer ce qui précède, et l'industrie moderne ne pourra prospérer, ni même vivre, sans un approvisionnement assuré de pétrole.

D'autre part, l'importance militaire du pétrole n'est pas moindre, et on a admis « qu'une armée privée de pétrole, essence, huile, etc., est vouée à la défaite ». On sait du reste que le salut de Verdun a été dû aux 30.000 autos-camions qui ravitaillèrent cette place sans cesse, en hommes, munitions, etc. On se rappelle le câblogramme de Clemenceau au président Wilson, au lendemain de la défection russe, à la fin de 1917 : « Si les Alliés ne veulent pas perdre la guerre, il faut que la France combattante, à l'heure du suprême choc germanique, possède l'essence aussi nécessaire que le sang dans la bataille de demain. » L'Amérique cessa ses tergiversations, finit par comprendre, et, le 28 mars 1918, au moment de l'attaque de Ludendorff, la France disposait de : 170.000 t d'essence, 67.000 t de pétrole, que les 92.000 camions de Foch transportèrent sur tout le front, ce qui permit d'arrêter la ruée, d'attaquer à notre tour et enfin de vaincre.

La question de l'approvisionnement en pétrole est d'autant plus grave que les

États-Unis, qui sont les plus grands producteurs de pétrole, sont loin d'avoir tout apaisement. Si leur production atteignait 64,75 p. 100 de la production mondiale en 1922, M. Daniel Berthelot, président du Comité français du Carburant national, pouvait cependant écrire que les États-Unis tendent, non seulement à réserver à leurs propres besoins l'usage du précieux liquide, mais se préoccupent déjà de lui chercher des succédanés, et en effet, le service géologique américain a exprimé ses craintes formelles au sujet de l'épuisement des gîtes américains dans une vingtaine d'années. C'est pourquoi la politique américaine a songé à restreindre l'exportation des pétroles bruts et de ses produits raffinés suivant la suggestion de la Commission Fédérale de Commerce nommée par le président Coolidge en mai 1924.

Il faut remarquer qu'en 1922, les États-Unis comptaient 12.364.277 autos enregistrées, sur un total mondial de 14.743.468, soit 83 p. 100.

M. Hoover a estimé qu'en 1923 il existait aux États-Unis 13.500.000 moteurs à explosion dont la consommation d'essence était estimée au moins à 214.000.000 hl, à raison de 1.600 l par voiture, et cette consommation a été dépassée. L'auteur cite une déclaration faite par le Directeur de la Marland Refinery Company, au congrès de Los Angeles et que voici : « A moins que des mesures ne soient prises « pour remédier à la situation, l'existence industrielle, économique et militaire des « États-Unis sera bientôt compromise par la crise la plus grande que la nation ait « jamais connue : la conservation de toutes les ressources en pétrole et en explosifs « est la seule solution du problème. » C'est pourquoi certains parlementaires américains réclament l'interdiction des exportations d'essence.

Autrement angoissante est pour nous la question, tant pour la France que pour la Belgique, dont les États-Unis sont les principaux fournisseurs de pétrole. D'ailleurs la déclaration qui précède n'est pas la seule : M. Bedford, président de la Standard Oil Co, aurait fait à son tour les déclarations suivantes :

« Les événements des dernières années ont prouvé que la production normale du pétrole ne suffit pas pour garantir tout l'approvisionnement nécessaire. Ce sont les États-Unis qui produisent les plus grandes quantités de pétrole parmi tous les peuples de la terre. Ils sont également les plus grands consommateurs de pétrole.... L'importation du pétrole étranger s'est accrue aux États-Unis.... Pour que le monde ne souffre pas d'une pénurie d'essence, il sera nécessaire que tous les états encouragent les capitaux privés à s'intéresser à l'exploitation de cette huile. »

D'autre part, M. Cadman, ancien président du Conseil interallié du Pétrole, attaché actuellement à l'Anglo-Persian, bien qu'adversaire de M. Bedford, a fait une déclaration analogue : « La vie industrielle et sociale des États-Unis dépend plus qu'en aucun pays de l'huile minérale.... Ce fait montre qu'un accroc dans la livraison d'huile minérale mettrait le désarroi dans toute son existence et cela d'une manière dont on ne peut se faire aucune idée. Un autre fait est que l'Amérique ne peut satisfaire plus longtemps à ses propres besoins et ne peut alimenter par les produits de son sol son commerce d'exportation.... Elle est obligée d'importer.... D'ici 1930, les États-Unis devront avoir recours aux sources étrangères pour la moitié, peut-être même pour plus de la moitié de leur consommation intérieure. »

Ces déclarations, qui ne laissent guère de doute sur l'avenir, ont paru dans le *Manchester Guardian Commercial* qui les accompagna des renseignements suivants :

En 1913, les États-Unis importaient	0,13	de la production mondiale
en 1918	—	0,24
en 1920	—	0,43

En 1913, la production mondiale était de 384 millions de barils (le baril vaut 150 l environ).

La situation devenant inquiétante, les États-Unis ont immédiatement cherché à retirer de l'essence des gaz naturels, au lieu de les brûler. Ainsi, de 1915 à 1920, les quantités d'essence, extraites de ces gaz, passèrent de 2.840.000 hl à 18.280.000 hl.

Les Américains ont en outre appliqué le cracking qui consiste à faire subir à des huiles peu volatiles les actions simultanées de la chaleur et de la pression en

présence de catalyseurs. On obtient ainsi des huiles plus légères, des huiles plus lourdes, du coke et des gaz. Le procédé le plus connu est celui de Burton, de la Standard Oil. Ces essences, dites artificielles, comptent actuellement dans la production américaine pour 1/10, soit environ 20 millions d'hectolitres. D'ailleurs, nous-mêmes, pendant la guerre, avons utilisé les essences de cracking.

Enfin, en dehors des succédanés, les recherches des Américains n'ont pas cessé de se porter sur l'exploitation des nouveaux gisements de pétrole, aussi bien dans leur propre pays que dans le monde entier, combattant partout la politique anglaise et réclamant impérieusement la politique de la porte ouverte. C'est ainsi qu'ils découvrent, tous les ans, de nouveaux gisements aux Etats-Unis, dans l'Alaska, en Amérique du Sud.

Les Etats-Unis, qui sont les rois du pétrole, doivent servir d'exemple aux autres nations, car la période de 20 années prévue pour une crise du pétrole n'est pas très longue et la situation peut devenir critique pour tout le monde. Les gouvernements français et belge doivent s'en préoccuper au premier chef et ce n'est pas avec des subventions de quelques millions à leurs offices des essences qu'ils atteindront les résultats en temps voulu. Si l'on veut aboutir, ce sont des centaines de millions qu'il faut mettre en jeu, comme l'Allemagne n'hésita pas à le faire en 1913, en présence de sa pénurie d'azote.

Au surplus, cela n'alourdira pas relativement trop nos budgets, lesquels, paraissent d'ailleurs être arrivés à leur maximum.

Il ne faut cependant pas prendre à la lettre ce délai de 20 ans, car la question du pétrole synthétique fait quelque progrès.

Il y aurait peut-être une autre source à rechercher — c'est une idée que j'exprime sous les plus expresses réserves — mais n'a-t-on pas retrouvé du pétrole à la reprise des travaux de nos mines de Pechelbronn en Alsace, dans les anciennes galeries abandonnées ou inactives et qu'on a pu remettre en exploitation pour l'utilisation de venues de pétrole, au cours des années où la mine est restée inexploitée, du fait d'un véritable drainage des gouttelettes de pétrole des terrains avoisinants, venant se rassembler dans les galeries comme dans de véritables drains?

C'est pourquoi, dans ce même ordre d'idées, il y aurait peut-être lieu d'essayer dans certaines grandes exploitations par puits, de ne pas désarmer les puits qui pourraient arriver à épuisement, de les laisser se reposer pendant plusieurs années, en ayant soin seulement d'entretenir le matériel et même de les faire fonctionner de temps à autre. Si le même phénomène se reproduisait au fond des puits comme à Pechelbronn dans les galeries, pourquoi n'y aurait-il pas chance de retrouver dans ces puits un nouvel aliment de la production, provenant aussi de venues de pétrole des terrains avoisinants. Cette idée, que le lecteur pourra trouver téméraire, n'est-elle pas justifiée par ce fait que le débit d'extraction d'un gisement liquide au moyen de l'outillage actuel peut être incomparablement plus grand que celui qui correspond au rassemblement des gouttelettes de pétrole drainées à la longue dans d'anciennes galeries ou au voisinage d'anciens puits. En tout état de cause, l'expérience à faire serait loin de coûter ce que coûtent les puits neufs. Nous ne voulons pas dire que le pétrole se renouvelle, nous visons simplement une exploitation plus serrée et plus complète de gisements qui ont pu être considérés comme épuisés.

Situation de la Belgique. — Cette situation, qui n'est pas moins précaire que la nôtre, conduit M. Passagez à rechercher les solutions qui pourraient être utilisées, soit en découvrant chez elle des sources suffisantes de pétrole ou de succédanés, convenables, non seulement dans la métropole, mais aussi à l'extérieur et en particulier au Congo. La Belgique aurait besoin de 300.000 t de dérivés du pétrole (100.000 t d'essence, 60.000 de lubrifiants et 140.000 d'huiles diverses). Ce sont les besoins du temps de paix; en temps de guerre ils s'accroîtraient, malgré la diminution de la consommation industrielle.

La France, à l'armistice, consommait mensuellement 50.000 t d'essence pour l'armée et 3.000 t de carbures benzéniques pour la fabrication de la mélinite.

En Belgique, un savant M. Asselbergh, fut chargé d'étudier les possibilités

d'existence du pétrole dans le sous-sol belge. Il est résulté de son travail, paru aux *Annales des Mines belges* en 1921, que, par suite de la grande analogie géologique entre une partie de la Belgique et le Midland anglais, région pétrolifère, il ne serait pas illogique d'admettre la présence du pétrole en Campine, dans le Limbourg et les environs de Visé, bien que les sondages exécutés n'aient pas donné de résultats; il faudrait les pousser plus profondément, entre 1.500 et 2.000 m. Le même savant étend les possibilités de découvertes de pétrole à tous les bassins houillers de la Belgique, des schistes bitumineux, d'origine organique, ayant été signalés un peu partout. Il rappelle qu'une exploitation de schistes bitumineux a fonctionné à Aubange, dans le sud du Luxembourg, en 1860, et que leur richesse était voisine de celle des schistes d'Ecosse (11 p. 100 d'essence) et de celle des schistes d'Autun (7 p. 100). Il conclut qu'une prospection sérieuse du sous-sol belge s'impose.

En ce qui concerne le Congo belge, M. Passagez écrit :

« Dans cette colonie, il y a certitude que le pétrole existe. » Nous devons, nous, Français, nous en féliciter et en faire notre profit. Si on veut bien se reporter au commentaire que j'ai donné dans ce *Bulletin*, en juin 1925, du mémoire de M. Fourmarier, on y verra qu'il y a grande analogie dans la géologie des deux Congos et de leurs richesses minérales. Tous deux sont ainsi destinés à former deux véritables réserves pétrolifères pour les deux nations sœurs.

Nous savons, au surplus, que du Golfe de Guinée à Saint-Paul de Loanda, la côte atlantique présente des possibilités pétrolifères, que j'ai eu moi-même l'occasion de constater. Mais il faut se mettre au travail et les exploiter, ne pas se borner à en discourir. D'ailleurs, dans l'Angola portugais s'est déjà formée la *Companhia do Petroleo*, dans laquelle la société américaine Sinclair, et des Belges, ont des intérêts, et qui a déjà obtenu des résultats positifs.

Dans le bas Congo belge, en 1911, la Société Forminière exécuta des sondages dont les résultats ne sont pas connus.

En 1913, dans le Kasai, on annonça la découverte d'huiles minérales, puis le silence se fit. Enfin, récemment, le pétrole aurait été découvert à Kibero, sur la rive orientale anglaise du lac Albert. Sur la rive opposée, qui est belge, M. Antoine, ingénieur-conseil des Mines de Kilo-Moto, et quelques-uns de ses collègues ont déclaré en 1912, qu'il y a des possibilités pétrolifères entre Butiaba, voisin de Kibero, et Massiadi-town dans l'Ouganda.

Suivant M. Passagez lui-même, les trois régions du Congo belge, Mayombé, Kasai et la Province orientale peuvent être considérées comme pétrolifères.

Le Mayombé belge s'étend aussi au Congo français, dans l'hinterland de notre futur grand port, actuellement en construction à Pointe-Noire. La zone côtière fait partie de la bande atlantique signalée plus haut. Qu'attendons-nous donc pour faire des sondages nous aussi? Enfin l'auteur signale qu'entre Ponthiers-Ville et Stanley-Ville existent des gisements de schistes bitumineux évalués à 1.500.000 t, d'une teneur moyenne de 60 à 100 l d'huile à la tonne. C'est le résultat d'une prospection de la Compagnie du Chemin de fer du Congo supérieur aux Grands Lacs.

Ces renseignements se passent de commentaires, le lecteur saura en apprécier l'importance. La Belgique ne se borne pas à sa colonie du Congo; elle a visé et obtenu des concessions de pétrole en Roumanie et même en Amérique latine. Mais dans ce but, la Belgique compte sur l'appui politique des pays se trouvant dans une situation analogue à la sienne, c'est-à-dire sur la France, l'Italie et l'Espagne, escomptant ainsi peut-être la maîtrise de la Méditerranée pour pouvoir disposer en tout temps des pétroles roumains, russes et même de notre Afrique du Nord; mais c'est là un point sur lequel nous devons faire les plus grandes réserves.

En cas de pénurie d'essence, nous pourrions, dit M. Passagez, recourir à d'autres carburants : le gaz de gazogène, l'alcool et ceux qu'on peut extraire de la houille dont la Belgique possède de grandes réserves; tel est le gaz d'éclairage, dont 1.600 l équivalent à un litre d'essence et dont une utilisation intéressante fut faite par l'industrie privée à court d'essence par suite des besoins militaires. L'hydrogène doit être réservé pour de meilleurs emplois. Le méthane, qui peut être extrait des gaz des fours à coke, peut être obtenu par catalyse (procédé Sabatier et Mailhe). Nous possédons une source de gaz naturel à Vaux-en-Bugey, dans l'Ain;

son pouvoir calorifique est de 8.000 cal au mètre cube; il renferme 87 p. 100 de méthane. Une société belge s'est intéressée à son exploitation. Le débit au forage atteint 113.000 m³ par 24 heures. La question du moteur paraît résolue; la Société du Gaz de Paris possède trois autos marchant au gaz.

Enfin, M. Passagez cite les efforts faits en France dans l'emploi des gazogènes transportables au gaz pauvre, appliqués d'ailleurs aux poids lourds, et qui peuvent parfaitement être employés aux colonies. Les Belges ont envoyé au Congo une auto marchant au gazogène Warnant.

L'auteur traite la question de la production de l'alcool en Belgique; il passe en revue les procédés de fabrication de l'alcool et il pense que si l'on ne doit pas l'employer comme seul carburant, étant un produit national il peut être d'un appoint sérieux; l'alcool entra pour 30 p. 100 dans le carburant national des Allemands pendant la guerre (benzol, tétraline, alcool).

M. Passagez ne se dissimule pas les difficultés à vaincre pour arriver à la mise en production des diverses sources de carburants qu'il a envisagées tant en Belgique qu'au Congo et ailleurs. Il faudra attendre longtemps, le facteur temps étant souvent indépendant de la volonté humaine, et agissant suivant des circonstances, le plus souvent fortuites.

LA HOUILLE. — Il y a lieu de rechercher la forme sous laquelle il conviendra d'utiliser la houille au mieux.

Rathenau a dit : « C'est un non sens scientifique et une hérésie économique que de brûler la houille telle quelle; il faut en retirer le maximum possible des produits précieux qu'elle renferme, donc lui faire subir un traitement préalable. »

En Allemagne, dit M. Passagez, il est établi avec certitude que l'on peut traiter la houille par deux opérations différentes : la carbonisation (à haute ou à basse température) et la berginisation. Il cite les travaux de Fischer qui obtient un carburant liquide appelé le synthol, par la condensation de gaz obtenus à partir du coke.

Au point de vue du carburant, il examine la carbonisation à haute température et dit que c'est la solution la plus heureuse, mais qu'elle se heurte à des difficultés. Le rendement, d'après M. Charles Berthelot, est de 20 kg d'essence ou benzol à 600°, alors qu'il n'est que de 8 kg à 900°. Suivant un auteur allemand, la production de carburant pour moteur est de 9 l dans les cokeries à haute température et de 14 l dans celles à basse température.

En Belgique, c'est la distillation à haute température qui, seule, est pratiquée et les produits sont : le gaz, le benzol, les huiles lourdes pour Diesel, la naphthaline.

Le *benzol* obtenu est un combustible excellent pouvant presque remplacer l'essence. C'est un mélange de benzène, de toluène et de xylène; 90 p. 100 distillent au-dessous de 100°. On estime qu'une tonne de houille peut donner 3 kg de benzol, peut-être 8 kg.

L'auteur signale la nécessité de munir tous les fours à coke, d'appareils à récupération des sous-produits et en particulier du benzol : le gaz en renferme 30 g par mètre cube. Il cite la solution permettant d'enlever complètement le benzol des gaz de fours à coke, solution adoptée par les usines Claude; ce procédé procure de plus de l'éthylène et, le cas échéant, de l'alcool. Enfin, l'auteur insiste pour que le gaz d'éclairage soit à son tour débenzolé, cette opération n'ayant plus d'inconvénients grâce à l'emploi des manchons à incandescence. En France, la loi du 29 novembre 1916, d'abord abrogée, mais de nouveau promulguée, oblige à procéder à cette opération.

La production allemande en 1921, pour une extraction de 113 millions de tonnes de houille a été de 187.000 t de benzol soit $\frac{1}{600}$, celle de la Belgique n'étant que de $\frac{1}{2300}$.

La surproduction de la *naphthaline* n'est pas à craindre : elle sert à la fabrication de la poudre sans fumée, de matières colorantes, de résines synthétiques, etc., c'est un excellent combustible, de pouvoir calorifique élevé. On l'emploie à l'état solide

ou à l'état dissous sous le nom de cosmoline (procédé belge de M. de Cosmos) composée de 30 de naphthaline pour 70 de benzol.

La distillation de la houille à haute température donne comme carburants des produits variés; ce sont surtout : le benzol, les huiles lourdes, la naphthaline et l'hydrogène; il faut souhaiter que cette industrie prenne en Belgique toute l'ampleur possible, car elle peut donner les dizaines de milliers de tonnes de carburants vraiment nationaux.

Par la distillation à basse température, à 600° au plus, on augmente les quantités de produits liquides, mais on n'obtient qu'un semi-coke, nettement inférieur au coke ordinaire. Le goudron obtenu, dit pré-goudron, est d'une composition différente du goudron ordinaire mais on peut en tirer divers hydrocarbures et des phénols. Les huiles de graissage extraites sont d'un haut pouvoir lubrifiant, ce qui permet de dire qu'on a ainsi une source nationale d'huiles de graissage.

Néanmoins, cette opération n'a pas encore été faite en Belgique. Le professeur Connerade s'en est fait le défenseur au Congrès des Combustibles liquides de Paris, en 1922, où il déclara que le pays aurait ainsi une industrie nationale nouvelle et la défense de l'industrie nationale si on la limite à l'hydrogénation des huiles lourdes à haute pression par le procédé Bergius. Il y aura solidarité avec la fabrication industrielle de l'hydrogène, dont dépendront celles de l'ammoniaque synthétique, de l'acide nitrique, et des explosifs, et, l'on peut ajouter, celle des engrais azotés.

La conclusion de ce long compte rendu et qui termine cette partie de l'ouvrage consacrée aux carburants traite de la liquéfaction de la houille ou berginisation. L'auteur rappelle qu'un rapport rédigé par les professeurs Ranwez, Bruylants, Erculisse et l'ingénieur Nothomb, établit que :

1° Le charbon, déduction faite des cendres, titrant au plus 85 p. 100 de carbone, traité par l'hydrogène à 200 atmosphères, à une température de 400 à 450°, se transforme en un goudron liquide;

2° De ce goudron, on peut retirer 30 p. 100 d'essence pour autos, 30 p. 100 d'huiles pour Diesel, 30 p. 100 d'huiles de chauffage ou d'agglutinant pour agglomérés;

3° Il y a production de gaz (10 p. 100) à haut pouvoir calorifique et susceptible de rendre une partie de l'hydrogène fixé par la houille (3 à 4 p. 100 seulement).

Ce procédé n'est pas encore appliqué, mais on en poursuit la réalisation. La houille du Limbourg s'y prêterait admirablement. On aurait ainsi en Belgique une source inépuisable de pétrole permettant de supprimer les importations américaines.

D'autre part, le professeur Mailhe, de Toulouse, a écrit ce qui suit : « Les travaux de Bergius permettent d'envisager une production nouvelle de carburants à partir de la houille. Ils peuvent avoir des conséquences énormes au point de vue de la fabrication des carburants liquides dans les pays très riches en houille. » Malgré cet avis, on est resté longtemps hostile, en France, au procédé Bergius, bien qu'en 1924, le groupe Schneider ait obtenu l'autorisation de l'exploiter. Les groupes allemands de Stinnes ont au contraire suivi cette question de très près et M. Passagère déclare de son côté : « Je vois dans la berginisation de la houille, le moyen non seulement d'assurer notre propre consommation de carburants, mais aussi de pouvoir alimenter celles de nos voisins, la France, l'Italie, l'Espagne. »

Il rappelle, en outre, son espoir ancien de voir la Belgique exportatrice d'engrais azotés, M. Georges Claude ayant déclaré la chose possible, les cokeries d'Ougrée Marihay devant travailler à cet effet.

L'auteur ajoute : « Demain, également, la France produira plus de pain qu'il ne lui est nécessaire. Ce pain qui nous manque et qui nous devons payer si cher, en dollars ou en livres, nous pourrions, je l'espère, le payer avec notre pétrole et avec notre azote. »

Solutions diverses. — En manière de post-scriptum, l'auteur indique encore d'autres solutions au problème des carburants. Aux ressources que fournira le Congo, il y a en outre celle des huiles végétales et l'huile de palme en particulier, déjà employée pour moteur Diesel. Le Congo en fournira des quantités considérables.

M. Mailhe a montré qu'en distillant cette huile avec des chlorures métalliques, on obtient des produits analogues à ceux du pétrole, depuis les essences légères jusqu'aux huiles de graissage. Seule, la question de prix de revient resterait à résoudre.

L'auteur cite en outre le palmo-gaz de M. Tobiansky d'Altoy, provenant de la transformation en gaz combustibles de produits oléagineux divers du Congo. M. Sabatier a réalisé le premier l'hydrogénation de la naphthaline, ce qui a permis aux Allemands de préparer la tétraline qui leur rendit de si grands services pendant la guerre.

L'auteur émet le vœu que ce soient les Français et les Belges qui mettent au point la transformation de l'huile de palme en huile de pétrole.

Quant à des moteurs nouveaux susceptibles de s'adapter aux divers carburants, contrairement à la pratique opposée employée jusqu'ici d'après laquelle le carburant doit s'adapter aux moteurs, il convient de rappeler que M. de Coninck proposa de porter les efforts non plus sur la recherche d'un carburant national, mais sur la réalisation d'une machine motrice qui emploierait les combustibles nationaux de toute espèce, volatils ou non, même solides, et qui serait le moteur national. Il rappelle que M. de Coninck présenta une turbine à air chaud plus économique pour l'aviation que le moteur actuel.

On sait que les constructeurs d'automobiles se préoccupent de réaliser des moteurs brûlant un combustible à bon marché, comme les huiles lourdes; la Maison Peugeot a déjà sorti un moteur dit « Tartrai » marchant au gaz-oil.

RÉSUMÉ. — M. Passagez tire les conclusions suivantes de sa grande étude : La Belgique tributaire de l'étranger pour 100.000 t d'essence et 60.000 t d'huiles de graissage, peut-elle espérer arriver par ses seuls moyens à produire de pareils tonnages qui ne feront que grandir? M. Passagez répond affirmativement, mais la Belgique devra avoir une politique nationale du pétrole, comprenant :

- 1° Une politique des stocks;
- 2° Une politique de la recherche du pétrole et produits similaires en Belgique et au Congo;
- 3° Une politique étrangère du pétrole (Roumanie, Russie, Amérique latine);
- 4° Une politique du traitement du pétrole brut en Belgique (raffinage, cracking, etc.);
- 5° Une politique de l'emploi judicieux des ressources nationales (gaz combustibles, alcool, dérivés de la houille, huiles végétales, électricité), politique dans laquelle une attention toute spéciale doit être donnée à l'alcool et à la houille.

L'auteur conseille en outre, après avoir appliqué pareille politique, de s'adonner à la recherche du pétrole en Belgique même. Il porte tout son intérêt à l'emploi des gaz combustibles et à une production triplée, peut-être quadruplée, d'alcool, surtout grâce à la houille belge; cela suffirait à la Belgique pour supprimer ses importations.

La recherche du pétrole en pays lointains lui paraît accessoire, même au Congo belge. M. Passagez entrevoit même que la Belgique pourrait un jour exporter du pétrole, et dit qu'il appartient au Gouvernement belge de protéger les jeunes industries qui se créeront dans cet ordre d'idées et de les protéger sérieusement contre un dumping éventuel des puissants trusts étrangers.

Gisements houillers du Limbourg. — M. Passagez donne des indications très intéressantes sur la houille du Limbourg et indique que ce sont les fours à coke qui sauveront la Belgique. Il fait remarquer que, parmi les importations que la Belgique pourrait éviter prochainement, se trouvent les engrais azotés (nitrate du Chili), les produits pétrolifères et la houille.

La Belgique consomme environ 100.000 t de nitrate; en 1923, 126.632 t, d'une valeur de 135 millions de francs. Elle a importé en 1923, pour plus de 230 millions de produits pétrolifères, soit 280.000 t. Elle a importé en 1923, 800 millions de francs de charbon, bien que le sous-sol belge soit très riche en charbon. Elle possède deux vastes bassins, celui du Sud et celui du Nord : le premier a produit, en 1923, 21 millions de tonnes, celui du Nord (Limbourg), 780.000 t, alors que la France

en produisait (avec la Lorraine et la Sarre), 42 millions, l'Angleterre 255, l'Allemagne 110, et les États-Unis 450 en 1922.

La Belgique est obligée d'importer surtout des charbons industriels, sa production étant abondante en charbons domestiques.

Le bassin campinois se partage entre six charbonnages dont deux sont encore en recherches. L'extraction se fait entre 600 et 850 m et se fera ensuite entre 1 200 et 1500 m. On y a découvert des veines de 3 m et 2,20 m et au-dessous.

L'auteur estime que l'extraction en Campine sera très rémunératrice; elle fournit le type du charbon industriel : très gras, très pur; certaines veines ne donnent que 2 p. 100 de cendres et jusqu'à 40 p. 100 de matières volatiles, en moyenne 20 à 35 p. 100. Six concessions sont en activité avec trois sièges d'exploitation.

La houille du Limbourg paraît se prêter admirablement à la berginisation qui ne consommera qu'une faible partie de la production, moins de 2 p. 100; le restant pourra être traité pour en retirer le maximum de produits : des corps de grande valeur, comme le gaz, le benzol, le goudron, le brai. M. Passagez conseille de taxer les charbonnages qui n'utilisent pas complètement leur charbon, et qui, par conséquent, gaspillent des matières premières de très grande valeur. Il dit que l'on devrait pouvoir distiller en Belgique tous les charbons qui se prêtent à cette opération et que la houille du Limbourg devrait aller aux cokeries et aux usines à gaz. On peut réaliser la carbonisation à haute ou à basse température; celle-ci donne beaucoup plus de produits liquides que la première, et ils ressemblent à ceux qu'on extrait des pétroles d'Amérique, dont des huiles lubrifiantes (la Belgique en achète 60.000 t par an).

La Belgique cokéfie annuellement 5.500.000 t de houille, dont 56 p. 100 sont d'origine étrangère. Le Limbourg permettra de supprimer les importations de houille grasse, de coke et de brai et, plus tard, d'exporter des tonnages importants de houille et de sous-produits, y compris les engrais azotés (160.000 t d'azote).

M. Passagez remarque que la France souffre d'une pénurie terrible d'azote, qu'elle cherche partout des carburants et que sa production houillère sera toujours déficitaire; la Belgique pourra donc lui envoyer sa surproduction. « La France dit-il, n'attend que des engrais abondants et bon marché pour pouvoir augmenter presque de moitié sa production agricole; elle produit déjà assez pour se suffire à elle-même; le blé qu'elle ne pourra consommer, elle nous le vendra contre notre azote, ou ce que nous auront rapporté nos exportations d'azote dans d'autres pays, notre pétrole et notre houille. La Belgique, qui elle-même assurera le pain à son industrie, pourra trouver à proximité immédiate et non plus, au delà des océans, le pain de ses habitants. La Belgique et la France pourraient se suffire à elles-mêmes, formant un bloc splendide, ayant le blé, la houille, le fer et le pétrole, et, sans craindre aucune pression, veiller comme elles l'entendraient à leur propre sécurité. »

Cet avenir ne paraît pas éloigné à l'auteur, grâce au développement des mines du Limbourg et aux installations industrielles utilisant les procédés Claude, Bergius, Damiens, etc.

L'auteur pense que ces usines pourront se multiplier, qu'il faut se féliciter de voir les industriels belges entrer dans cette voie et qu'il faut espérer que la Belgique comptera assez d'hommes d'affaires énergiques pour faire de ce pays une puissance exportatrice de houille, de pétrole et d'azote.

Telles sont les contributions éloquentes que l'ouvrage de M. Passagez apporte aux leçons de la grande guerre en ce qui concerne l'azote, le pétrole et les carburants, au point de vue belge. Dans le même ordre d'idées, le lecteur pourra lire d'autre part, avec fruit, les non moins éloquentes leçons qui figurent dans un ouvrage d'intérêt général, dû à la plume du contre-amiral M. W. W. P. Consett, et intitulé : *Le triomphe des forces économiques*. Exposé des transactions à la faveur desquelles l'Allemagne put s'approvisionner pendant la grande guerre avant sa débâcle sous la pression des forces économiques. Cet ouvrage, traduit de l'anglais par le capitaine de frégate Guette, a été édité en 1924, à Paris, par l'ancienne Maison Challamel, 17, rue Jacob.

UN CONSEIL PARITAIRE DE CONCILIATION DANS UNE MANUFACTURE SEPT ANNÉES DE FONCTIONNEMENT

Sous ce titre M. André Guillaume, avocat-conseil de la Société des Biscuits Pernot, vient de publier un ouvrage où il relate le fonctionnement du conseil paritaire de conciliation qui existe dans les usines de cette société depuis 1919 ⁽¹⁾.

Dans son introduction, l'auteur examine d'abord les différents types de conseils de conciliation qui existent tant en France qu'à l'étranger. Il montre que cette institution appelée à maintenir la paix entre les capitalistes et les travailleurs, est très peu développée en France. Sous sa forme paritaire, celui de la Société des Biscuits Pernot est même chez nous unique à l'heure actuelle (Il faut avoir soin, en effet, de distinguer le conseil de conciliation d'une part, et les délégués d'ateliers d'autre part, ceux-ci étant beaucoup moins rares en France). Au contraire, les conseils de conciliation ont, depuis quelques années, pris un développement considérable dans certains pays, notamment aux Etats-Unis et en Angleterre.

Aux Etats-Unis, en 1924, un conseil existait dans 814 usines comprenant au total 1.177.000 ouvriers. Et, dans cette liste, se trouvent des sociétés comme The International Harvester Co qui possèdent 20 usines, la Standard Oil et la Bethlehem Steel, qui sont parmi les plus puissantes et les mieux organisées du monde.

I

Dans le premier chapitre, l'auteur examine d'abord l'historique de ce conseil. Il fut créé en 1919, sur la proposition de la Direction elle-même, lors du premier contrat collectif qui intervint entre la Direction et le Personnel. Depuis, il subit des modifications lors des divers contrats collectifs qui se succédèrent. L'auteur examine ici les œuvres sociales très développées dans cette Société, afin de montrer quelle était l'atmosphère qui régnait lors de la création du Conseil.

II

Le chapitre suivant est consacré à la composition du Conseil. Les éléments de ce Conseil sont :

a) *Les conseillers.* — Ils sont au nombre de 8, 4 élus par le Personnel, 4 nommés par la Direction. Il y a en outre 4 conseillers suppléants : 2 pour les ouvriers et 2 pour la Direction. M. André Guillaume indique à ce propos l'erreur commise par certains conseils des Etats-Unis, où le nombre des conseillers est fort élevé. Il est peu probable que dans ces conditions, les discussions y soient courtes et claires.

En ce qui concerne les conseillers nommés par la Direction, il est absolument nécessaire de choisir des chefs de services d'un rang élevé. Certains conseils ont échoué parce qu'on avait confié à des employés secondaires le soin de représenter la Direction; il faut que les conseillers nommés par elle aient assez d'influence ou d'initiative pour prendre la responsabilité d'une contre-proposition, d'une transaction.

En ce qui concerne les représentants du Personnel, l'auteur démontre tout d'abord que ceux-ci doivent être élus. Il n'y a pas lieu de craindre à ce point de vue

(1) *Un conseil paritaire de conciliation dans une manufacture, sept années de fonctionnement*, par M. ANDRÉ GUILLAUME, avocat, docteur en droit, docteur (sciences naturelles) de l'Université de Paris, docteur ès lettres de l'Université de Dijon. 1 vol. in-8°, de xvii-163 pages et 2 graphiques, 15 fr. Paris, 1927; Marcel Rivière, édit. 31, Rue Jacob.

l'influence politique de meneurs qui viendraient fausser le résultat de l'élection. D'autre part, les conseillers qui ne seraient pas élus n'auraient pas suffisamment d'influence sur leurs camarades pour leur faire accepter les décisions du Conseil. Par contre, il est préférable que l'élection ait lieu au second degré, ce qui introduit plus de pondération dans le Conseil. Les conditions d'électorat et d'éligibilité sont, dans tous les conseils, des conditions d'âge et de durée de présence dans les usines. A la Société des Biscuits Pernot, il faut 18 ans pour être électeur sans condition de présence. Pour être élu au premier degré, il faut en outre 2 ans de présence. Pour le second degré il fallait 10 années de présence, mais en 1923, par suite de la rareté des candidats, on dut réduire cette durée à deux ans, comme pour le premier degré.

L'auteur examine ensuite la question de savoir s'il est préférable que tous les conseillers soient nommés au scrutin de liste par l'ensemble du Personnel ou s'ils doivent être nommés au scrutin uninominal, à raison de 1 pour chacune des 4 usines que la société possède à Dijon.

On n'a pas tardé à s'apercevoir que certains ouvriers se désintéressaient des élections, surtout lorsque celles-ci avaient lieu après le travail; aussi la Direction proposa elle-même le vote obligatoire et trouva une heureuse formule, qui consistait à faire voter un jour de paye et exiger le bulletin de vote en échange de l'enveloppe de paye. C'est là une particularité qui paraît unique, non seulement en France mais même à l'étranger.

b) *Le président.* — L'auteur estime que c'est une erreur de faire présider le conseil de conciliation par le patron ou l'administrateur-délégué, car c'est lui faire perdre un temps précieux. D'autre part, cela peut l'obliger à donner son avis sur les questions importantes qui ne sont pas de la compétence du conseil de conciliation. A la Société des Biscuits Pernot, le président est nommé par la Direction, en dehors des conseillers. En 1921, les ouvriers demandèrent que le président fût pendant un mois un délégué de la direction et, pendant le mois suivant un délégué du Personnel. La Direction ne put leur accorder satisfaction sur ce point. D'après le contrat collectif, le président n'avait pour rôle que la direction des débats, mais en pratique, ce rôle s'est élargi. M. André Guillaume reconnaît qu'il lui est arrivé souvent d'indiquer les objections qui pouvaient être faites à une thèse ou, plus souvent encore, de proposer une formule de conciliation.

c) *Le secrétaire.* — Il n'a qu'un rôle purement administratif : la préparation des séances. C'est un employé des bureaux à qui ce rôle fut confié. En 1921, les ouvriers demandèrent également que le secrétaire fût pris parmi eux, mais il sembla que cela entraînerait des inconvénients pratiques.

d) *Les commissions d'ateliers.* — Les rouages précédents se retrouvent dans tous les conseils. Il semble au contraire que celui-ci soit spécial à la Société des Biscuits Pernot : beaucoup de réclamations émanent d'ouvriers qui désirent monter d'un échelon dans l'échelle des salaires. La Direction n'est pas directement intéressée à ces promotions, parce que les ouvriers travaillent aux pièces et en brigades, et qu'il lui est à peu près indifférent de savoir comment le gain total de la brigade sera réparti entre ceux qui la composent. Or, personne ne connaît mieux les qualités professionnelles d'un ouvrier que ses camarades, et le conseiller paritaire ouvrier, (de même que son chef de service), ne peuvent connaître exactement les capacités de tous les ouvriers de leur usine; aussi sur la demande des ouvriers, en 1921, on divisa chaque usine en une série d'ateliers, dont chacun élisait une commission composée de 3 membres qui, à titre simplement consultatif, donnaient son avis sur les capacités de chaque réclamant.

III

La compétence des conseils de conciliation est extrêmement variable. L'auteur la subdivise comme suit :

a) Le conseil peut collaborer au développement matériel de l'entreprise, par des échanges de vues et des suggestions intéressantes, sur la meilleure organisation du travail et de l'outillage, l'intensification de la production, etc.

C'était le but principal visé par les conseils anglais. À la Société des Biscuits Pernot ce rôle a été très restreint.

b) Le conseil de conciliation peut servir d'organisme de transmission à la direction des questions qui dépassent sa compétence.

c) Le Conseil est surtout un organisme de conciliation. À ce point de vue, le premier contrat fixait sa compétence aux questions secondaires. S'il s'agissait de questions importantes, il devait seulement les transmettre à la Direction qui les tranchait après avoir pris, si elle le désirait, l'avis du Conseil. On peut s'étonner de voir la compétence du Conseil ainsi limitée, mais les conflits prennent le plus souvent naissance dans une difficulté minime; c'est par la solution continuelle des petites difficultés que l'on évite les conflits graves.

Il est vrai que, dans sa compétence normale, on avait toujours compris les promotions et rétrogradations de chaque ouvrier dans l'échelle des salaires. Nous avons vu, en effet, que la Direction n'y est pas directement intéressée, puisque les ouvriers travaillent le plus souvent aux pièces et en brigade, mais évidemment, ces questions ont une grande importance pour chaque ouvrier individuellement.

De plus, cette compétence restreinte fut considérablement étendue dans le contrat collectif de décembre 1922, puisque la Direction concédait au Conseil le droit de fixer le coût de la vie, ce qui entraînait la variation automatique des salaires.

Que devait-il se passer en cas d'incompétence? Les divers contrats n'étaient pas très précis sur ce point. En fait, le Président se bornait à renvoyer la question à la séance suivante, et, dans l'intervalle, la Direction examinait si elle ne devait pas laisser le Conseil se saisir de la question, ou si, au contraire, celui-ci devait l'étudier à titre simplement consultatif.

Inversement, le rôle du Conseil a dû être limité. Dans un sens opposé, on lui a retiré l'examen des réclamations qui ne soulèvent pas de difficultés. L'ouvrier doit tout d'abord, en effet, s'adresser à son chef de service, et ce n'est que s'il n'obtient pas satisfaction, qu'il peut déférer la question au Conseil; jusque-là, il n'y a pas de conflit.

d) Enfin, le conseil de conciliation peut être appelé à jouer un certain rôle au point de vue de la loi de 8 heures. On sait que cette loi oblige l'inspecteur du travail à demander dans certains cas, l'avis des organisations patronales et ouvrières. Le conseil de conciliation, surtout sous sa forme paritaire, représente précisément les deux organisations.

IV

Le chapitre iv est consacré à la procédure.

Avant la séance, chaque réclamation doit être formulée par écrit, par l'intéressé lui-même ou par le conseiller paritaire.

Une séance a lieu tous les mardis, pendant les heures de travail, la Direction acceptant de payer aux conseillers leur salaire pendant ce temps. Naturellement, les séances ne sont pas publiques, règle commune à la presque totalité des conseils.

M. André Guillaume signale que la discussion fut quelquefois assez orageuse au début du fonctionnement du Conseil, puis elle ne tarda pas à s'adoucir et à devenir tout à fait courtoise.

Au cours de la séance, il pourrait sembler que l'on dût souvent aboutir à un vote, mais celui-ci n'eut lieu que très rarement; dans l'immense majorité des cas, l'intéressé abandonnait sa demande s'il n'obtenait pas satisfaction ou bien on arrivait à une transaction. Dans deux ou trois cas, le vote aboutit à un partage de voix. Dans cette hypothèse rien n'était prévu. Le président du conseil d'administration de la Société vint pour départager le Conseil. C'était, en effet, assez logique puisqu'il s'agissait d'une question sur laquelle on avait cru nécessaire de procéder au vote, c'est qu'elle était d'importance essentielle et dépassait par conséquent la compétence normale du conseil de conciliation.

V

M. André Guillaume examine ensuite l'exécution des décisions. Tout d'abord, celles-ci sont rendues publiques par un procès-verbal qui, après de nombreuses vicissitudes, est maintenant affiché dans les ateliers. On y indique non seulement les décisions, mais les motifs mêmes qui ont déterminé le Conseil, l'opinion de chaque conseiller devant d'ailleurs rester impersonnelle.

Dans certains conseils de conciliation, on a prévu une voie de recours à un tribunal supérieur. A la Société de Biscuits Pernot, on admet seulement que l'intéressé pourrait demander à être entendu, afin de fournir verbalement des explications complémentaires et que, si celles-ci paraissaient justifiées, le Conseil pourrait revenir sur sa décision.

Une fois celle-ci définitive, il y a chose jugée; et le conseil de conciliation ne pourrait revenir sur la question que si l'on démontrait qu'il y eut modification dans la situation.

VI

Le chapitre VI, intitulé « Influence du Conseil paritaire », est un des plus intéressants, et, parmi ces relations, la plus importante est celle qui concerne le Syndicat.

L'auteur examine tout d'abord, au point de vue théorique, deux questions de principe. En premier lieu, il expose, que dans certains conseils et notamment aux Charbonnages de Mariemont, les créateurs du conseil de conciliation ont toujours cherché à renforcer l'autorité du Syndicat, estimant que ce n'est que sous l'influence des syndicats puissants que les décisions du conseil de conciliation seront observées par la masse. C'est aussi la théorie des membres de la Commission Withley. D'autres auteurs en sont, il est vrai, adversaires. Quoi qu'il en soit, à la Société des Biscuits Pernot, on n'a jamais pris position sur cette question de principe, le Syndicat n'a jamais été encouragé mais, par contre n'a jamais été l'objet de la moindre hostilité.

L'autre question de principe est de savoir s'il faut introduire dans les élections, la représentation proportionnelle entre syndiqués et non syndiqués. C'est en Hollande surtout, que cette représentation existe et, quand il y a plusieurs syndicats, chacun d'eux a droit à un nombre de conseillers proportionnel au nombre de ses membres. En France, il est douteux que ce système réussisse, les syndicats devant avoir une certaine répulsion à indiquer leur effectif.

Ceci dit, M. André Guillaume examine en pratique quelle est l'influence du conseil paritaire sur le Syndicat. Au début, celui-ci était dirigé par les éléments d'humeur batailleuse; aussi, dès la fondation du Conseil, les attaques ne tardèrent pas, parfois vives, non seulement dans le fond, mais aussi dans la forme. Le conflit atteignit son acuité au milieu de 1920. Le secrétaire du Syndicat, qui était alors conseiller paritaire, démissionna et, quelques jours après, le Syndicat remit une note où il prétendait que le conseil paritaire n'étant compétent que pour les réclamations individuelles, les réclamations collectives devaient être discutées entre le Syndicat et la Direction. La Direction résista énergiquement et le Syndicat n'insista plus. Depuis, peu à peu, les rapports avec le Syndicat se détendirent et on apprit au bout de quelque temps que le secrétaire primitif, peu disposé à la collaboration, avait donné sa démission et était remplacé par un ouvrier, ardent syndicaliste certes, mais très désireux d'établir l'entente. L'auteur attribue ce revirement à l'influence exercée par le conseil paritaire et au résultat de la collaboration. D'ailleurs, un syndicat communiste essaya par la suite de se fonder, mais cette tentative échoua. Il faut noter que si le Syndicat est à tendance modérée, il est très convaincu de ses prérogatives, qu'il exagère même. C'est ainsi qu'en 1924, il émit la prétention de faire démissionner un conseiller qui avait refusé de continuer à faire partie du Syndicat, prétendant. « Que le conseil paritaire est l'émanation même du Syndicat. » Le Président dut protester énergiquement contre cette thèse et eut beaucoup de peine à faire comprendre aux conseillers que le Conseil représentait non pas le Syndicat, mais l'ensemble du personnel.

En terminant sur ce point, M. André Guillaume dit quelques mots des relations officielles qui s'établirent entre lui et le secrétaire du Syndicat, relations officielles où l'on tâta le terrain et qui permettaient d'éviter des frictions lorsque la question était ensuite portée devant le Conseil.

VII

Le septième chapitre intitulé « La Jurisprudence » est des plus curieux. Il nous fait vivre de la vie du Conseil.

L'auteur y a étudié seulement les principales questions examinées par le Conseil et les principes élaborés peu à peu par lui dans ce domaine.

a) *Durée du travail.* — L'auteur examine surtout la question des heures supplémentaires, celles de récupération des heures perdues et des dérogations permanentes, les accords auxquels on était parvenu sur ce point devinrent caducs lorsqu'en août 1923, parut le décret qui appliquait à la biscuiterie la loi de 8 heures. Il est toutefois très intéressant de noter que lorsque parut ce décret, le Conseil paritaire, à l'unanimité, déclara qu'il regrettait le système ancien, plus souple que le système légal.

L'auteur consacre ensuite tout un paragraphe au règlement des pannes. On est surpris de voir combien il fallut de réunions pour décider quelle serait, au point de vue des salaires, la répercussion des pannes d'électricité et des arrêts provenant des cas de force majeure.

b) *Salaires.* — Le conseil de conciliation a d'abord déterminé quel devait être le critérium pour distinguer le manoeuvre du spécialisé; puis il rechercha quelle devait être l'influence de l'introduction d'apprentis ou de nouveaux ouvriers dans une brigade; quel devait être le salaire d'un ouvrier qui en remplace un autre, d'une femme qui occupe un poste d'homme; dans quelle catégorie professionnelle devait être placé un ouvrier qui rentrait après une absence, etc.

Mais la grosse question fut évidemment celle du coût de la vie. Dans le contrat collectif de décembre 1921, la Direction avait accepté que les salaires suivissent désormais le coût de la vie. Au début, on se basa sur celui qu'établissait la Commission de Dijon, puis, celle-ci ayant commis des erreurs indiscutables, les ouvriers demandèrent en 1922 que le coût de la vie fût fixé par le Conseil paritaire. La Direction y consentit et cette fixation qui d'abord était annuelle, devint semestrielle. Elle eut lieu chaque fois, sans incident notable, et l'auteur nous montre tous les détails de cette fixation.

Ajoutons que, chaque semestre, en même temps qu'on fixait le coût de la vie, on examinait les prix de pièces dits anormaux, mais pour répondre à l'objection faite par les adversaires du salaire aux pièces, à savoir que dès que les ouvriers gagnent trop, on réduit les prix de façon, la direction accepta que, toutes les fois qu'un prix de pièces paraîtrait trop élevé, la diminution qu'on apporterait sur le prix serait compensée par une augmentation d'égale importance sur des articles trop peu payés, mais inversement, si les ouvriers demandaient l'augmentation d'un prix trop bas, il faudrait qu'ils proposassent une diminution d'égale importance sur un prix trop élevé.

VIII

Ce sont évidemment les conclusions qui constituent la partie la plus intéressante. L'auteur montre d'abord les excellents résultats donnés à l'étranger par les conseils de conciliation. Il indique notamment qu'aux Etats-Unis, lors de l'enquête de 1919, le Directeur d'une Société employant 12.000 ouvriers reconnaissait qu'une expérience de 4 ans l'avait convaincu de la valeur de cette organisation « qui avait été une révélation pour les ouvriers et leurs patrons ».

L'auteur se demande si le conseil de conciliation doit procurer les mêmes résultats en France et il examine successivement ses avantages et ses inconvénients.

AVANTAGES. — a) Tout d'abord, un conseil de conciliation dans une grande entreprise décharge la Direction de l'examen d'une foule de réclamations indivi-

duelles. Dans une petite entreprise, le chef connaît tous ses ouvriers et peut écouter leurs doléances. C'est pourquoi le Conseil n'est utile que dans une usine d'une certaine importance, alors que le Directeur général serait débordé s'il devait recevoir toutes les réclamations.

b) Le conseil de conciliation introduit plus de justice dans les relations avec le Personnel. La plupart des conflits naissent de frictions entre les ouvriers et leurs supérieurs immédiats (brigadiers et contremaîtres). Ceux-ci sont le plus souvent de dévoués collaborateurs, mais ils peuvent ne pas avoir la compétence nécessaire pour trancher les questions délicates et, de plus, ne sont pas toujours d'une impartialité absolue.

c) Le conseil de conciliation introduit l'unité de jurisprudence. S'il n'existe pas, les brigadiers et contremaîtres et, au-dessus d'eux, chaque chef de service peuvent apporter à des cas identiques des solutions différentes. Le conseil de conciliation unifie toutes ces solutions et pose les principes.

d) Mais le principal avantage, c'est d'arriver à la collaboration entre le Personnel et la Direction. Cette collaboration doit se traduire surtout par une modification de l'esprit général, l'esprit de lutte de classes doit disparaître et être remplacé par un désir de collaboration.

C'est ainsi que M. André Guillaume explique la transformation indiquée plus haut dans les tendances du Syndicat.

Cet esprit de collaboration se traduira en pratique, soit par des échanges de vues, des suggestions intéressantes tendant au développement matériel de l'entreprise, soit par la diminution du nombre des conflits et notamment des grèves. C'est peut-être grâce au développement des conseils, qu'aux Etats-Unis, le nombre des grèves est tombé de 4950 en 1917 à 1083 en 1922. Evidemment l'existence d'un conseil de conciliation n'empêche pas le recours à l'action directe, mais il est presque toujours limité à de minimes fractions du personnel qui arrêtent le travail sans vouloir en référer au conseil de conciliation ou obéir à ses décisions. Les conseillers finissent presque toujours par faire entendre raison à leurs camarades.

OBJECTIONS. — *a)* On a prétendu que le conseil de conciliation provoquerait une extension du nombre des réclamations. Cela paraît peu probable. Par un tableau et deux graphiques, M. André Guillaume montre que tout au moins le nombre des réclamations collectives, les seules importantes, n'ont pas sensiblement augmenté pendant ces sept années.

D'ailleurs, si les réclamations peuvent paraître plus nombreuses c'est parce que, auparavant, certaines de celles-ci étaient étouffées au premier stade, celui des brigadiers et des contremaîtres, ou parce qu'un ouvrier pouvait hésiter à formuler une réclamation ne sachant à qui la soumettre. Or, ces griefs sourds, contenus, constituent des germes de grèves.

b) On a objecté que le conseil de conciliation ne tarderait pas à s'immiscer dans la gestion de l'entreprise. L'auteur montre que, à la Société des Biscuits Pernot, ce n'est qu'une fois ou deux que les conseillers ouvriers ont émis des idées qui pouvaient indirectement constituer une immixtion dans la gestion. D'ailleurs dès qu'on le leur fit remarquer, ils n'insistèrent pas.

c) L'objection la plus sérieuse est que le conseil de conciliation aboutira à des atteintes à la discipline; car appelé souvent à trancher des conflits entre ouvriers et contremaîtres, il affaiblira l'autorité de ceux-ci, s'il donne raison à ceux-là. Il faut évidemment procéder avec beaucoup de doigté mais il ne faut pas hésiter à donner tort à un contremaître lorsque la justice et l'impartialité le commandent. Les ouvriers sont, en effet, très sensibles à ce qu'ils considèrent comme des dénis de justice.

Le conseil de conciliation ne diminue pas la discipline, mais il en modifie le caractère. A la discipline aveugle, il substitue la discipline consciente et acceptée. Il faut reconnaître que le temps est passé de la discipline brutale, de l'ordre qu'on devait exécuter parce que c'était l'ordre. Il est excellent que l'ouvrier connaisse le motif qui guide ses supérieurs, il exécutera l'ordre avec plus d'intelligence et peut-être même son opinion sur eux en sera-t-elle modifiée.

COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ
CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE DU 14 MAI 1927

Présidence de M. SAUVAGE, *président*.

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 30 avril 1927 est adopté.

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

M. le baron GABET (Francisque) (*), conseiller du Commerce extérieur de la France, agent de change honoraire, 30, boulevard des Italiens, Paris (9^e), présenté par MM. Sauvage et de Fréminville.

M. PONTIÈRE (Maurice), publiciste, 28, rue Victor-Hugo, Bois-Colombes (Seine), présenté par MM. de Fréminville et Androuin.

M. SAUVAGE, *président*. — Dans la séance qu'il vient de tenir en comité secret, notre Conseil d'Administration vient de nommer deux nouveaux membres :

M. Jean FIEUX, qui fera partie du Comité des Arts mécaniques;

M. Eugène ROUX, qui fera partie du Comité d'Agriculture.

Conformément aux statuts, ces nominations seront soumises à la ratification de la prochaine assemblée générale.

M. SAUVAGE, *président*. — Pour la seconde fois, la Société industrielle de Rouen a distribué des récompenses aux ouvriers et agents des entreprises industrielles comptant de nombreuses années de présence dans le même établissement. Ces récompenses consistent en médailles de trois sortes, pour les agents ayant plus de 40, plus de 30 et plus de 20 années de service.

Cette cérémonie, qui a réuni une nombreuse assistance, a eu lieu dans le cirque de Rouen le dimanche 8 mai 1927. Sur l'estrade, autour de L. Nicolle, député du Nord, président d'honneur de la Société industrielle du Nord, et de M. Renard, président de la Société industrielle de Rouen, avaient pris place les diverses autorités du département de la Seine-Inférieure et plusieurs autres invités, parmi lesquels le président de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

Près de 600 médailles ont été distribuées; dans la première catégorie, comprenant les services de plus de 40 ans, nombreux étaient les ouvriers et les ouvrières dépassant 50 ans de travail.

La cérémonie s'est déroulée avec le plus grand ordre, grâce à une excellente organisation; l'aspect du personnel récompensé a laissé aux assistants la plus heureuse impression.

Toutes nos félicitations à la Société industrielle de Rouen et à son actif président M. Renard.

Je crois devoir signaler à ceux de nos membres qui s'y intéressent qu'ils peuvent consulter à notre Bibliothèque le *Bulletin de la Société industrielle*

de Rouen. Nous en possédons la collection complète depuis la fondation, qui remonte à 1873.

MM. H. HITIER et CH. DE FRÉMINVILLE, *secrétaires généraux*, présentent quelques ouvrages récemment entrés dans la Bibliothèque.

M. CH. DE FRÉMINVILLE présente les ouvrages suivants :

Les perturbations orageuses du champ électrique et leur propagation à grande distance. Une application de l'électromètre amplificateur, par Pierre LEJAY, Paris, E. Chiron, 40, r. de Seine (6^e). (Don de l'auteur);

Simple notions sur les changes étrangers, par Gabriel FAURE et Marcel BOURBEAU. 3^e édition revue et augmentée. Paris, Dunod, 92, r. Bonaparte (6^e), 1927;

Pour le photographe et le cinéman. Recettes, procédés, formules, tours de mains et « trucs » divers pour la photo et le cinématographe, pour l'amateur et le professionnel, par J. DE THELLESME. Paris, Dunod, 1927;

Manuel des laboratoires sidérurgiques. Méthodes analytiques conventionnelles de la communauté Arbed Terres-Rouges, publiées par la Commission des Laboratoires. Bruxelles, Office de publicité; Paris, Dunod, 1927;

Toutes les soudures. Plomberie, ferblanterie, électricité, zingage, tôlerie, chaudronnerie, par AN. ENGINEER, Paris, Ch. Béranger, 19, r. des Saints-Pères (6^e), 1927;

Que faire pour développer l'industrie automobile en France? Conférence faite le 12 avril 1927 aux membres de la Société des Ingénieurs de l'Automobile, par Maurice GOUDARD, Paris, l'Édition artistique, 34, av. de St-Ouen. (Don de M. Alby, membre du Conseil);

La liquéfaction du charbon, par Georges PATART. (Extrait de la *Revue pétrolifère*, n° 208), Paris, La Revue pétrolifère, 19, r. de Marignan (8^e). (Don de l'auteur, membre de la Société);

Les ouvriers actionnaires. La propriété à la portée de tous. Le capitalisme intégral, par BOURDIL. Paris, Le Génie civil, 6, r. de la Chaussée-d'Antin, 1921. (Don de l'auteur);

Considération sur l'emploi des gaz comprimés à la propulsion des véhicules automobiles. Conférence faite à Lyon et à Bordeaux, les 19 et 30 mars 1927, par C. SIMON. (Rallye des Carburants nationaux, du 12 mars au 3 avril 1927). Paris, Société pour l'Exploitation des Tubes électro-frettés, 6, r. de Messine (8^e). (Don de l'auteur);

Sur la meilleure utilisation des combustibles liquides, par P. DUMANOIS. (Extrait des *Annales de l'Office national des Combustibles liquides*, 1^{re} année, 1^{re} liv.). Paris, Société d'Éditions techniques, 31, av. de l'Opéra, 1926;

Laboratory methods of determining the inflammability of coal dusts, by A.-L. GODBERT. (Mines Department. Safety in Mines Research Board, Paper n° 31). London, His Majesty's Stationery Office, 1927;

Les appareils de tournage pour locomotives à grand empattement, employés sur le réseau P.-L.-M., par M. HUBERT. (Extrait de la *Revue générale des Chemins de fer*, avril 1927). Paris, Dunod, 1927.

M. H. HITIER présente les ouvrages suivants :

UNION COLONIALE FRANÇAISE. — *Congrès d'agriculture coloniale*, 21-25 mai 1918. Compte rendu des travaux publiés sous la direction de M. J. Chailley, par M. D. Zolla. Tome IV : Agriculture indigène. Élevage. Hygiène. Forêts. Pêcheries. Paris, A. Challamel, 17, r. Jacob, 1920. (Don de M. Roy, membre du Conseil);

La transformation industrielle des charbons en produits organiques d'usage technique, par Georges PATART. (Extrait de *Chimie et Industrie*, novembre 1926). Paris, Chimie et Industrie, 49, r. des Mathurins. (Don de l'auteur);

Synthèse directe des composés organiques et en particulier des alcools par catalyse sous pression. Conférence faite le 30 janvier 1927 au Conservatoire national des Arts et Métiers, par Georges PATART. (Don de l'auteur);

Projet de règlement international pour le numérotage des systèmes cycliques organiques, par Austin M. PATTERSON. (Don des Etablissements Kuhlmann, membre de la Société);

Etude critique des nouveaux procédés de rectification des liquides industriels. Production de l'alcool absolu et de l'acide acétique des pyroliqueux. Communication présentée au 6^e Congrès de Chimie industrielle, 4-11 octobre 1925, par C. MARILLER. (Extrait du 6^e Congrès de Chimie industrielle, numéro spécial, septembre 1925), Paris, Chimie et industrie, 49 r. des Mathurins.

M. René TOUSSAINT, ancien élève de l'Ecole polytechnique, fait une communication sur *La mesure des couleurs dans l'industrie* et présente un photo-colorimètre à cellule photo-électrique, à mesures indépendantes de l'œil⁽¹⁾.

M. J. E. GABREAU, lauréat de la Société, fait une communication sur une *nouvelle pile thermo-électrique de son invention* et sur son application au contrôle d'extinction des lanternes de signaux de chemins de fer.

Le dispositif présenté contrôle à distance l'allumage ou l'extinction des lanternes de signaux de chemins de fer. M. Gabreau s'est arrêté au système, adopté par la Compagnie du Nord, qui utilise la variation de force électromotrice d'une sorte de pile thermo-électrique, dispositif qui a l'avantage de ne pas nécessiter l'emploi d'une source auxiliaire d'énergie électrique au pied du signal.

Le détecteur est constitué par un fil fin de constantan sur lequel on a déposé électrolytiquement du cuivre ou de l'argent et qui est enroulé en spirales aplaties sur une lame plane isolante de mica. Il est placé au-dessus du verre de la lampe dans un circuit comportant un relais faisant fonctionner un appareil pourvu d'un signal à la fois optique et acoustique. En cas de court-circuit ou de rupture de la ligne, ces signaux fonctionnent tout de suite. L'écart de temps entre l'extinction, si l'éclairage était normal, et le fonctionnement du signal est de 30 à 40 secondes; il peut atteindre 70 secondes au plus si l'éclairage était mauvais. Au dispositif peut être adjoind un interrupteur de fin de course contrôlant la position correcte de la lanterne par rapport au disque.

E. L.

M. SAUVAGE, *président*. — Je remercie très vivement M. TOUSSAINT et M. GABREAU de leurs intéressantes communications. Si j'en juge par l'intérêt qu'elles ont suscité, je n'ai qu'un regret à exprimer, et que partagent certainement tous nos collègues du Conseil, c'est que de pareilles communications ne nous soient pas faites plus souvent. Le rôle principal de notre Société est en effet de faire connaître aux techniciens les inventions récentes, les perfectionnements nouveaux qui intéressent l'industrie. Je prie nos collègues de vouloir bien songer à nous adresser les jeunes inventeurs qui ont quelque chose de nouveau à présenter. Comme par le passé, nous leur ferons le meilleur accueil.

La séance est levée à 18 h. 15 m.

(1) Voir à la page 421 du présent *Bulletin* le texte de cette communication et la discussion qu'elle a provoquée.

SÉANCE PUBLIQUE DU 28 MAI 1927

Présidence de M. SAUVAGE, président.

Le procès-verbal de la séance du 14 mai 1927 est adopté.

Est présenté pour devenir membre de la Société et admis séance tenante :

M. CONSTANTINESCO (Mititsa) (*) avocat, docteur en droit, 7, Strada Plantelor, à Bucarest (Roumanie), présenté par MM. Sauvage et de Fréminville.

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

M. DE FRÉMINVILLE présente les ouvrages suivants :

L'organisation industrielle américaine appliquée aux entreprises européennes, par Jules ROMAN. Paris, Dunod, 92, r. Bonaparte (6^e), 1927;

Principes d'organisation scientifique, par Frédéric WINSLOW TAYLOR. Traduction de Jean Royer, Ed. définitive. Paris, Dunod, 1927;

Manuel de ganterie. (Bibliothèque professionnelle), par C. TOULOUSE. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, r. Hautefeuille (6^e), 1927;

Preliminary report on stabilization of Illinois Coal Industry, prepared for District twelve United Mine Workers of America, par M. OTTO RAU, 1925. (Don de M. Charles de Fréminville, Secrétaire général de la Société);

Notice sur le photo-colorimètre T. C. B. Paris, Laboratoires Maillard-Dantzer, 143, r. Alézia (14^e);

Quelques idées sur l'électrodynamique. Théories nouvelles sur l'oscillateur de Plank et le mouvement autonome exposées devant la Société française de Physique, par R. FERRIER. Paris, Albert Blanchard, 3, pl. de la Sorbonne (5^e), 1927;

Initiation aux progrès récents de la mécanique des fluides. Leur relation avec l'électrodynamique, par M. G. DARRIEUS. (Extrait des Mémoires de la Société des ingénieurs civils de France, Bulletin de septembre-octobre 1926). Paris, 19 r. Blanche (9^e), 1926;

Le choc des corps solides. Théorie, expérimentation, utilisation, par A. BOULANGER. Leçons choisies de mécanique. Paris, Gauthiers-Villars, et C^{ie}, 53, q. des Grands-Augustins (6^e), 1927;

Les principes de la mécanique des ressorts, par A. BOULANGER. *Leçons choisies de mécanique*. Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 1927.

M. H. HITIER présente les ouvrages suivants :

Fabrication de la margarine et des graisses alimentaires. Oléomargarine, saindoux, saindoux artificiels, beurre de coco (végétaline) etc., par J. FRISTCH. 2^e éd. Paris, A. Legrand, 93, B. Saint-Germain (6^e), 1927;

Fabrication et raffinage des huiles et graisses d'origine animale. Huiles et graisses d'animaux terrestres, huiles et graisses d'animaux marins, par J. FRISTCH. 2^e éd. Paris, A. Legrand, 1927;

Traité théorique et pratique de la fabrication de l'alcool et des produits accessoires (éther sulfurique, acétone par fermentation, alcool synthétique), par J. FRISTCH et A. VASSEUX. Paris, A. Legrand, 1927;

Les concasseurs à noix de palme, par G. PASSELÈGE. (Bibliothèque de l'Institut national d'Agronomie coloniale). Paris, Emile Larose, 11, r. Victor-Cousin (5^e). (Don de M. Emile Prud'homme).

M. Henri GONDET, Ingénieur E. P. C. I. fait une communication sur *la production et l'utilisation du vide poussé dans les appareils métalliques démontables (pompe à vide moléculaire, tubes métalliques à rayons X, lampes T. S. F. métalliques, spectrographes à réseau dans le vide, oscillographes cathodiques)* et présente divers appareils notamment l'oscillographe cathodique DUFOR.

Il faut entendre par vide poussé, ou vide moléculaire, un vide différent du vide ordinaire en ce que les molécules de gaz qui s'y trouvent peuvent être considérées comme isolées, leur libre parcours moyen, c'est-à-dire sans qu'elles rencontrent d'autres molécules, étant de l'ordre de plusieurs centimètres et même du décimètre. C'est à peu près l'ordre de grandeur des dimensions des récipients dans lesquels on fait le vide.

Il y a 45 ans, on ne songeait pas à construire des appareils métalliques démontables à vide parce que les pompes à grand vide et à grand débit n'existaient pas. Les pompes connues à cette époque avaient un débit trop faible aux basses pressions. C'était sans grand inconvénient avec les appareils de verre clos, parce que les gaz et vapeurs que leurs parois retiennent occlus peuvent être éliminés à la longue par un chauffage pratiqué en même temps que l'on fait le vide; dans ces conditions, même avec des pompes à faible débit, on arrivait à maintenir un grand vide : ce n'était qu'une question de temps. Cette manière de faire est impraticable avec les appareils métalliques démontables, car leurs diverses parties sont assemblées par des rodages, plans ou coniques, dans lesquels on interpose une graisse ou un mastic qui fondent à une température relativement basse.

Dès que le vide doit descendre au-dessous de $1/100$ de millimètre de mercure, vide moléculaire, les pompes ordinaires ont un mauvais rendement et il faut recourir aux pompes nouvelles. Elles sont de deux types : les pompes à diffusion et les pompes rotatives. Toutes deux nécessitent un vide préalable, obtenu généralement à l'aide d'une pompe à huile.

La *pompe à diffusion à vapeur de mercure* entraîne les molécules de gaz raréfié qui est diffusé dans la vapeur de mercure; celle-ci vient se condenser dans un récipient refroidi par de la neige carbonique dissoute dans l'acétone ou l'air liquide; le gaz est évacué par une pompe préparatoire. Ces pompes sont peu employées.

La *pompe moléculaire rotative Holweck*, dont le fonctionnement est basé sur le même principe que la pompe moléculaire de Gaede. Si les parois d'un récipient sont animées d'une très grande vitesse, les molécules gazeuses s'y accumulent; il y a entraînement mécanique des molécules de gaz raréfié par suite des chocs successifs de ces molécules sur la partie tournant à grande vitesse, placée à l'intérieur d'un corps de pompe fixe. L'intérieur de l'appareil est placé entièrement dans le vide et le dispositif d'entraînement est obtenu de l'extérieur par un champ magnétique tournant. Ces pompes tournent à une vitesse de 6.000 à 7.000 t.m. Leur construction est extrêmement délicate.

Le plus répandu industriellement, parmi les appareils métalliques utilisant un grand vide, est le *convertisseur à vapeur de mercure*. Ce redresseur transforme le courant polyphasé en courant continu à des tensions variables de 500 à 6.000 V. Sa puissance est de l'ordre de quelques centaines de kilowatts.

La *lampe de T. S. F. métallique*, due également à M. Holweck, est un autre transformateur de courant servant pour les postes d'émission. La puissance du circuit-plaque de ces lampes est généralement de l'ordre de 10 kW, mais des lampes de plus grandes puissances ont été réalisées.

Les *tubes métalliques à rayons X* possèdent sur les tubes de verre l'avantage qu'on y peut changer facilement un filament ou la nature du métal constituant l'antécathode. Une circulation d'eau permet d'employer une puissance de l'ordre de 2 kW. Ces tubes ont été jusqu'ici utilisés presque uniquement au point de vue des

recherches spectrographiques sur les rayons X. Le tube à rayons positifs rentre dans la même catégorie d'instruments de recherches et, là encore, la facilité de son démontage rend ces recherches beaucoup moins longues.

Ces différents appareils ne sont démontables qu'accidentellement. Les suivants, par contre, doivent être très souvent ouverts afin de pouvoir recevoir intérieurement, dans le vide, certaines pièces, telles que plaques photographiques, qui ne servent que pour un seul essai.

Le *spectrographe à réseau dans le vide*, destiné à étudier les radiations de l'extrême ultra-violet et donnant jusqu'à 1.200 raies par millimètre, possède comme organes intérieurs un réseau (une plaque photographique et les métaux entre lesquels jaillit l'étincelle) que l'on commande de l'extérieur à l'aide de clés à rodages coniques. La plaque photographique, sur laquelle on peut faire les inscriptions, doit être changée, une fois impressionnée. Une porte à rodage plan sert à l'introduction de cette plaque; une pompe à grand débit est donc indispensable si on ne veut pas perdre de temps entre deux opérations.

Enfin, l'*oscillographe cathodique Dufour*, destiné à enregistrer des phénomènes électriques (courant ou tension) pouvant osciller jusqu'à plusieurs centaines de millions de fois par seconde, est un admirable instrument de recherche qui utilise comme dispositif d'inscription un faisceau de rayons cathodiques d'inertie pratiquement nulle, venant impressionner soit un écran fluorescent, soit des plaques photographiques placées dans le vide et commandées de l'extérieur.

E. L.

M. SAUVAGE, *président*. — Nous remercions très vivement M. Gondet, de sa très intéressante communication; elle est remarquable à un triple point de vue me semble-t-il : 1° par l'ingéniosité et la précision des appareils présentés qui sont des merveilles de construction mécanique; 2° par les applications nombreuses auxquelles se prête le vide moléculaire; 3° par l'habileté d'expérimentateur de M. Gondet. Il nous a présenté d'une façon impressionnante tous les appareils qu'il nous a décrits si on songe que la vaste installation que nous avons devant nous n'est que provisoire, toute de fortune et a été faite en quelques heures, quelques minutes presque. M. Gondet a présidé d'ailleurs à la construction, à la réalisation et à la mise au point des appareils qu'il nous a présentés. Au nom de notre Société, je l'en félicite très vivement.

La séance est levée à 18 h. 30 m.

BIBLIOGRAPHIE

Les concasseurs à noix de palme, par M. G. PASSELÈGUE, Ingénieur-agronome, chargé de cours à l'Institut national d'Agronomie coloniale, chef de travaux à la Station d'Essais de Machines. Un vol. de la Bibliothèque de l'Institut national d'Agronomie coloniale (25 × 16 cm) de XIII + 162 p. avec 54 fig. gravées d'après les dessins de l'auteur et 23 photographies. Paris, 1927. Émile Larose, édit., 41, rue Victor-Cousin. Prix : 25 fr.

La France doit exploiter ses richesses coloniales. Telle est la phrase qu'on trouve couramment dans les communiqués, les journaux et dans de nombreux discours; elle est répétée par tous, même par ceux qui ignorent la nature des richesses en question et quelles sont nos colonies.

On ajoute aussi que *nous ne sommes pas assez nombreux en France pour nous disperser dans le monde*, ce qui est exact au sujet de la main-d'œuvre, l'agriculture métropolitaine étant obligée d'avoir recours à de très nombreux travailleurs étrangers. Mais la phrase ci-dessus ne peut s'appliquer à une élite intelligente et instruite au point de vue technique, capable de constituer des chefs d'exploitations coloniales.

Ce qui précède est répété à partir de la guerre de 1870-1871, d'où recommence notre expansion coloniale qui servit de dérivatif à l'activité des jeunes Français d'alors.

Le principe d'exploitation de nos richesses coloniales, excellent, qui aurait dû être réalisé depuis de nombreuses années, nécessite l'application d'un programme bien défini, suivant certains principes généraux et des principes spéciaux à chaque cas particulier.

Une mise en valeur quelconque implique toujours une avance préalable; cette dernière doit être faite judicieusement, en toute connaissance de cause, pour ne pas être vouée à la stérilité. Il faut se rappeler que les échecs sont amplifiés et se propagent bien plus facilement que les bons résultats en décourageant l'initiative privée, laquelle remplace le plus souvent les idées générales par la généralisation d'un fait.

L'encouragement de l'initiative privée est un des rôles du Gouvernement devant extraire de la société ce qui lui est utile, pour le mettre ensuite à la disposition de la collectivité.

Avant d'engager les particuliers à exploiter tel ou tel produit, dont la mise en valeur doit rapporter financièrement et moralement à la colonie comme à la métropole, le Gouvernement doit réunir la documentation nécessaire; lui seul peut le faire d'une façon parfaite avec les moyens d'action dont il dispose et que ne peuvent avoir les individus ou les sociétés, car les fournisseurs de fonds songent surtout à une rémunération rapide de leurs capitaux investis, ce qui eut trop souvent pour conséquence de faire perdre de vue certaines dépenses préparatoires, d'une utilité incontestable, cependant, et dont la répercussion sur le résultat final pouvait être d'une importance capitale.

De très nombreux problèmes sont et seront continuellement soulevés pour tirer parti des richesses agricoles, si variées, de nos colonies.

* *

Pour l'exécution de certains travaux, il faut avoir recours aux machines, et celles qui sont destinées aux colonies sont les plus intéressantes et, en même temps, les plus difficiles à étudier.

De nombreux ingénieurs et constructeurs de France ont entrepris de semblables études; ils ont dressé des projets, établi des modèles et ont procédé à des essais ne portant généralement que sur d'infimes quantités de matière qu'ils se

procuraient très difficilement, à grands frais, et qui leur arrivaient, souvent, dans un état anormal.

Je me suis occupé, depuis 1888, de diverses machines destinées aux traitements à faire subir aux colonies à divers produits agricoles : défibreuses de ramie, de sansevières, d'agaves, de bananiers, du jute, etc., dépulpeurs de café, décortication des riz de l'Afrique centrale et de Madagascar, égrenage du coton du Dahomey, traitements des noix de coco, concasseurs de noix de palme et de divers produits, etc. Je ne pouvais opérer chaque fois que sur de petites quantités, souvent altérées par le transport et, par suite, se trouvant dans un état différent de celui sous lequel ils se présentent dans la colonie devant utiliser la machine étudiée.

On parle souvent de l'immense réservoir d'hommes de nos colonies; si cela était exact, nous disposerions d'une main-d'œuvre suffisante. Les statistiques montrent que la population est peu nombreuse par unité de surface; de plus, le travailleur indigène est faible (conséquence de sa mauvaise alimentation et du climat) peu courageux et souvent inhabile.

Il convient donc d'utiliser des machines, car, *si l'on peut avec un indigène, et le secours d'une machine, exécuter le travail qu'on ferait sans elle avec cinq personnes, c'est comme si l'on quintuplait le nombre des indigènes préposés audit travail.*

* *

La question des *matières grasses* fut surtout envisagée pendant la dernière guerre, et, parmi les récoltes qui semblent intéressantes, il faut citer les *noix de palme* dont la production, spontanée, est très abondante dans l'Afrique occidentale française.

Après le traitement que l'indigène fait subir à la pulpe pour obtenir l'*huile de palme* — qu'il faudra chercher à améliorer dans l'avenir — il reste la *noix* qu'on brise pour en extraire l'*amande* exportée en Europe, où l'on en retire l'*huile de palmiste*.

Lorsque M. Prudhomme, directeur de l'Institut national d'Agronomie coloniale sur la demande du Gouvernement général de l'A. O. F., me fit part de son projet, relatif à l'étude du concassage mécanique des noix de palme, après plusieurs entrevues et examen de la question, j'acceptai de me charger de la direction générale de ces recherches, à la condition d'avoir toutes les facilités pour les réaliser d'une façon aussi complète que possible.

Il fallait avoir, au moins, un type de chaque système de concasseur, afin d'en déterminer les avantages ou les inconvénients au point de vue de la qualité du travail : il faut briser les coques, mais respecter l'amande, en la libérant de son enveloppe; fixer le débit et la force motrice nécessaire; estimer la durée probable de certaines pièces travaillantes, etc.

Il fallait avoir à mon entière disposition, sans limite de temps, un exemplaire de chacun des divers systèmes actuellement proposés, et surtout une grande quantité de noix de palme afin de soumettre chaque machine à des essais de longue durée.

Mon collaborateur, M. Gilbert Passelègue, chef de Travaux à la Station d'Essais de Machines, se chargea de la partie matérielle de ces essais qu'il effectua avec le plus grand dévouement et les plus grands soins; on peut s'en convaincre en compulsant les très nombreuses constatations résumées dans son rapport.

M. Prudhomme me fit envoyer de l'A. O. F. près de 15 t de noix de palme provenant de la Guinée, de la Côte d'Ivoire et du Dahomey.

Après l'étude théorique de tous les concasseurs de noix de palme proposés, nous en dressâmes une liste éliminant ceux qui faisaient double emploi, et le Gouvernement général de l'A. O. F. fit l'acquisition de ce matériel nous permettant ainsi de travailler en toute tranquillité. Aux 10 machines achetées en France, en Angleterre et en Allemagne vinrent s'ajouter deux autres : une de France et une de Hollande, qui nous furent prêtées, plus un trieur et deux séparateurs, soit un total de 15 machines.

Cet ensemble, important, permit de fixer les avantages et les inconvénients des divers systèmes de concasseurs de noix de palme : à mâchoires, à cylindres, à cônes, à force centrifuge avec enveloppe fixe ou mobile.

Le cassage de la noix exige des pressions souvent élevées; dans notre appareil d'essai, certaines noix ont résisté à une pression statique de plus d'une demi-tonne.

Les machines exigent une certaine quantité d'énergie fournie par l'homme, travaillant à la manivelle, ou par un moteur inanimé.

Je n'ai malheureusement pas de documents sur l'énergie qu'un indigène de l'A. O. F. peut développer en travail pratique à la manivelle. Mais comme nos machines vont être envoyées dans la Colonie, et que nous connaissons leur dépense en force motrice pour des vitesses et des débits déterminés, cette lacune sera comblée par des constatations qu'on ne manquera pas de faire sur place.

A l'avenir, il faudra certainement envisager l'emploi de moteurs inanimés. La production économique de la force motrice, aux colonies, est un des problèmes les plus urgents à étudier, surtout pour les petites puissances de 3, de 5 et de 10 ch dont l'application sera la plus fréquente dans nos exploitations coloniales.

* *

Le concassage des noix de palme n'est pas seul à considérer; il faut procéder à la séparation des amandes avec les fragments de coques.

Dans la méthode actuelle des indigènes, la femme casse, une par une, les noix en effectuant de suite la séparation des amandes entières et même celles qui sont plus ou moins brisées, ou qui restent adhérentes à des fragments de coque.

J'ai prié mon collègue Paul Ammann, professeur de technologie coloniale à l'Institut national d'Agronomie coloniale, qui fit de nombreux séjours dans diverses parties de l'A. O. F., de reproduire, au laboratoire, le travail des indigènes. Entre deux pierres, l'une formant enclume, l'autre jouant le rôle de marteau, il cassa les noix en triant les produits au fur et à mesure.

En 60 minutes de travail, il cassa et tria 2 kg de coques au maximum. Comme comparaison, une de nos plus petites machines à manivelle, exigeant une puissance ne dépassant pas 2 kgm : s, c'est-à-dire bien peu, débite, en 60 minutes, 9 à 10 kg de coques, à la vitesse de 40 tours par minute, c'est-à-dire 4,5 à 5 fois plus qu'avec le procédé manuel des indigènes.

Le triage automatique du produit fourni par les concasseurs doit faire l'objet de recherches spéciales.

Je ne suis pas partisan de l'emploi de l'eau salée qui sera toujours coûteux et conduira à des manutentions pour obtenir la dessiccation des amandes afin d'éviter les moisissures.

L'idéal est le triage mécanique. Nous n'avons eu qu'un seul petit modèle dont le fonctionnement laissait à désirer, mais M. Passelègue a pu indiquer, dans son rapport, les modifications qu'on pourrait y apporter afin d'obtenir une grande amélioration du système. Il me semble que d'autres dispositifs pourraient être employés; ils sont à étudier.

* *

Pour ma part, je suis très reconnaissant au Gouvernement général de l'A. O. F. de nous avoir permis de procéder aux essais très complets des différents types de concasseurs de noix de palme, dont les résultats, discutés dans le rapport de M. Passelègue, permettent de fixer le choix des machines actuelles, tout en donnant d'utiles indications, pour l'avenir, au grand profit des colonies intéressées.

* *

L'ouvrage de M. Passelègue comprend les chapitres suivants, après les considérations générales sur les noix de palme et la description des concasseurs essayés. l'interprétation des résultats constatés : les influences dues à la vitesse des pièces travaillantes des appareils et à la grosseur des noix, les essais dynamométriques, le choix d'un concasseur et l'examen des séparateurs de coques et d'amandes.

Le tout occupe 162 pages in-8, illustrées de 34 figures gravées d'après les dessins de M. Passelègue et 23 photographies.

MAX RINGELMANN.

* *

La fabrication des colles et gélatines, traitement industriel des animaux abattus, par VICTOR CAMBON, Ingénieur des Arts et Manufactures. Un vol. (14 × 21 cm) de 11 + 269 p. avec 49 fig. Paris, Dunod édit.

Les sous-produits provenant de l'abatage des animaux et les déchets animaux ont une très grande valeur. Cependant, il s'en fallait de beaucoup, en France, avant la guerre, qu'ils fussent bien utilisés : la fabrication des colles et gélatines notamment était une industrie où la science avait peu pénétré : ceux qui l'exerçaient s'en tenaient à des tours de main qu'ils s'efforçaient de garder secrets ; aussi, pour obtenir les mêmes produits, des usines différentes employaient-elles souvent des méthodes et des appareils différents. M. P. Cambon, qui avait fabriqué ces produits autrefois, et qui avait aussi visité à l'étranger de nombreuses usines où l'utilisation des sous-produits et déchets animaux était bien meilleure qu'en France, a exposé le résultat de son expérience personnelle et de ses observations dans son livre sur la fabrication des colles et gélatines. L'expérience acquise pendant la guerre et au cours de laquelle des déchets animaux ont été étrangement gaspillés ou perdus en quantités considérables, nous a appris à mieux tirer parti de nos richesses ; l'industrie des colles et gélatines s'est donc quelque peu perfectionnée ; il reste cependant beaucoup à faire. Dans son ouvrage, M. Cambon fait connaître les derniers perfectionnements réalisés en France, quelques-uns par lui-même, mais surtout ceux qui ont été réalisés à l'étranger :

Voici les questions traitées dans l'ouvrage :

Traitement des os : triage, concassage, dégraissage, lavage et blanchiment, dégelatinisation, travail à l'autoclave, filtration des bouillons ;

Fabrication de la colle : coulage, démoulage, coupage, séchage ;

Traitement des sous-produits : graisse, os dégelatinisés, séchage des os dégelatinisés, pulvérisation, superphosphate d'os ;

Essais des os et des colles ;

Organisation d'ensemble d'une fabrique de colle. L'auteur a donné un assez grand développement à cette question ; il s'est inspiré des principes d'organisation scientifique du travail dont il a été jusqu'en ses dernières années un ardent protagoniste ; il donne un type d'installation pour traiter, par jour, 10 t d'os bruts, produisant 1500 kg de colle sèche, par les procédés précédemment indiqués.

Fabrication des gélatines par traitement des os aux acides : traitement à l'acide chlorhydrique ; osseïne et solutions chlorhydriques de phosphate de chaux ; traitement à l'acide sulfureux, procédé Bergmann.

Colles et gélatines de peaux : dégraissage des peaux, gélatine fine pour plaques photographiques ;

Aménagement d'une fabrique de colle de peaux ;

Traitement industriel des animaux abattus, industrie de l'équarrisseur.

E. L.

* *

Aide-mémoire du commerce et des industries du bois, par PAUL RAZOUS. Un vol. (13 × 21 cm) de 382 p. avec 28 fig. École de Sylviculture, du Commerce et des Industries du Bois à Sainte-Maure-de-Touraine (Indre-et-Loire) édit. Prix, br. 12,50 fr.

Cet ouvrage renferme de très nombreux renseignements : 1° sur les bois de la France métropolitaine, principalement ; sur ceux de quelques-unes de nos colonies et des principaux pays producteurs et importateurs de bois ; 2° sur l'utilisation et le commerce des bois. C'est ainsi qu'on trouve : chapitre II, les régions de France dans lesquelles on rencontre les principales essences forestières, celles-ci étant classées par ordre alphabétique du nom vulgaire ; chapitre III, les usages de ces bois. D'autres chapitres sont consacrés à l'exploitation forestière, au travail et au débit des bois, à

leur conservation, aux principales industries du bois parmi lesquelles la distillation et la carbonisation auxquelles l'auteur donne une place assez importante; les industries des résines font l'objet d'un chapitre distinct. L'ouvrage se termine par des notions de législation forestière.

E. L.

La géochimie, par W. VERNADSKY, membre de l'Académie des Sciences de Russie, professeur agrégé à l'Université de Paris. Un vol. (12×19 cm) de 404 p. de la nouvelle Collection scientifique Émile Borel. Paris, Librairie Félix Alcan édit. Prix br. 12 fr.

La géochimie étudie les éléments chimiques en tenant compte surtout du rôle qu'ils jouent dans l'écorce terrestre et autant que possible dans le globe terrestre tout entier. L'importance de ce rôle dépend à la fois : 1° des réactions chimiques auxquelles l'élément a pris ou prend part, de la nature et de la fréquence de ces réactions; 2° de l'abondance relative de l'élément dans la composition chimique du globe.

On sait maintenant que les éléments ne sont pas distribués d'une façon quelconque dans l'univers; la géochimie s'efforce de trouver les lois de leur distribution. C'est ainsi qu'il y a une relation entre l'abondance de certains éléments dans l'écorce terrestre et la structure de leurs atomes. D'après ce que l'on sait déjà du rôle joué par les éléments et de cette distribution, on peut les répartir en six groupes : 1° gaz nobles (5), hélium, néon, argon...; — 2° éléments neutres (6), ruthénium, rhodium, palladium, osmium, iridium, platine; — 3° éléments cycliques (42), hydrogène, bore, carbone, azote, oxygène, fluor, sodium, magnésium, aluminium, silicium, phosphore, soufre, chlore, potassium,..... bismuth; — 4° éléments dispersés (9), lithium,... brome,... iode...; — 5° éléments fortement radioactifs (7), polonium,... radium,... thorium,... uranium; — 6° éléments des terres rares (14), lanthane, cérium....

On peut remarquer que dans le premier groupe les masses atomiques de tous les éléments sont paires, dans le quatrième groupe, impaires.

Ces six groupes sont évidemment homogènes au point de vue chimique; les éléments, qui y sont classés par ordre de masses croissantes, se retrouvent disposés à peu près comme dans la table de Mendéléef; l'auteur montre qu'au point de vue des réactions qui se passent où se sont passées réellement dans la nature, et notamment dans l'écorce terrestre, au point de vue du mode de gisement, l'homogénéité est plus grande encore que ne l'indiquent les propriétés chimiques.

Les poids approximatifs de chacun de ces groupes dans l'écorce terrestre, exprimés en tonnes métriques sont : 10^{14} ; 10^{12} ; entre 10^{18} et 10^{19} ; 10^{16} ; 10^{15} ; 10^{16} . On voit que le troisième groupe représente plus de 99,7 p. 100 du poids de l'écorce terrestre.

La première partie de l'ouvrage, 120 pages, est consacrée à des considérations générales où l'auteur étudie par exemple : l'histoire de l'iode et du brome, celle de l'oxygène libre, celle du manganèse, la matière vivante, les diverses enveloppes de l'écorce terrestre; la seconde partie est consacrée au silicium et aux silicates; la troisième au carbone et à la matière vivante; la quatrième, aux éléments chimiques radioactifs.

Cet ouvrage abonde en conceptions originales; malheureusement elles ne nous apparaissent pas toujours d'une très grande clarté : l'auteur a dû penser en russe tout en écrivant en français, et il est à craindre que ceux qui lui ont rendu le service de revoir son texte au point de vue de la correction de la langue ne se soient trop bien acquittés de cette tâche ingrate et n'aient quelque peu sacrifié le fond à la forme.

E. L.

Le lin, sa culture et son industrie dans l'Europe occidentale, par N. A. LAZARKE-VITCH. Un vol. (16 × 23 cm) de 407 p. avec 158 fig. et 5 plans ou cartes. Paris, Gauthier-Villars édit.

Cet ouvrage est la traduction française grandement remaniée d'un livre du même auteur publié en russe en 1921 et dont nous avons rendu compte dans le *Bulletin* de février 1912. Voici les raisons qui ont amené l'auteur à écrire son livre et à apporter des modifications à l'édition russe.

Dans ces dernières années, la culture du lin a subi en Europe occidentale des changements profonds dont les effets se sont fait sentir sur la production : on a augmenté les surfaces emblavées; on a apporté des perfectionnements à la culture et surtout au rouissage qui est devenue quelquefois une opération vraiment industrielle. La guerre mondiale a contribué grandement à hâter ces transformations par suite de la disparition sur le marché mondial des lins de Russie et de l'occupation allemande des régions linières de France et de Belgique. L'auteur a étudié sur place ces transformations dans les pays linières de l'Europe occidentale.

L'édition française, mise à jour, contient quelques pages consacrées à la Russie qui ne figuraient pas dans l'édition russe. L'auteur, malgré le désir qui lui en a été exprimé, ne prend parti pour aucun des procédés de rouissage bien que cette opération ait fait des progrès importants depuis 1921; il se contente de les décrire tous très consciencieusement.

Voici les grandes divisions de l'ouvrage : Culture du lin; — Préparation des fibres; — Production mondiale des fibres; — L'industrie linière mondiale; — Marchés et débouchés; — Annexes. Parmi les annexes, il convient de citer : les descriptions, accompagnées de plans détaillés, de huit usines de rouissage suivant les systèmes : belge, irlandais, Etrich, Peufaillit, à l'eau chaude, Rossi, et une liste des principales filatures de lin d'Irlande, de France, de Belgique, d'Allemagne, de Tchécoslovaquie, des Etats-Unis, d'Italie et de Suède.

L'auteur, fixé en France depuis de longues années, connaît bien notre langue; il a écrit son livre avec sobriété et concision, qualités assez rares chez les savants ou techniciens russes. Son livre ne sent pas la traduction et n'a rien de slave.

E. L.

.*.*

The Alkali Industry (*La grande industrie chimique*), par J. R. PARTINGTON, professeur de chimie à l'Est London College de l'Université de Londres. 2^e édit. Londres. Un vol (15 × 23 cm) de xii + 344 p. avec 85 fig. Baillière, Tindall and Cox. édit. Prix, relié, 12 shill. 6 pence.

Cet ouvrage ne fait pas double emploi avec le volumineux traité de Lunge qui s'adresse surtout aux ingénieurs. M. Partington, cherchant à atteindre surtout un public d'étudiants, futurs ingénieurs ou non, s'est efforcé, dans son ouvrage, de faire avant tout ressortir les bases scientifiques des opérations industrielles; il ne décrit celles-ci que dans la mesure où cela est nécessaire à leur compréhension. De plus, il a tenu compte des tout récents progrès ou modifications introduits dans l'industrie; il signale même des tentatives dont l'issue est encore incertaine mais qui sont intéressantes soit au point de vue purement scientifique, soit au point de vue technique. De même, les références bibliographiques sur les faits les plus récents sont extrêmement nombreuses. A cet égard, l'ouvrage peut rendre service à des techniciens engagés trop à fond et depuis trop longtemps quelquefois dans la production pour pouvoir se tenir au courant des nouveautés. En opérant ainsi, l'auteur semble réagir contre une tendance qui est assez fréquente en Grande-Bretagne, mais tout à fait inconnue aujourd'hui aux Etats-Unis. Il pense aussi que la thermodynamique ne doit pas être étrangère aux ingénieurs-chimistes, et il en donne quelques notions qui lui paraissent indispensables.

Voici les grandes divisions de l'ouvrage : L'industrie du sel; — L'acide sulfurique; — Procédé Leblanc; — Soude à l'ammoniaque; — Soude électrolytique; — Chlore et produits dérivés; — Acide azotique; — Ammoniaque et sels ammoniacaux; — L'oxydation de l'ammoniaque; — Les industries de la potasse et notamment l'industrie de Stassfurt : brome, magnésium, lithium.

Les indications bibliographiques sont données à la fin de chaque chapitre; elles sont classées suivant la nature du produit. Ainsi on trouve : 6 références pour le chlore, 7 pour le procédé Weldon, 13 pour le procédé Deacon, 4 pour le procédé Weldon-Péchiney, 11 pour la constitution du chlorure de chaux, 11 pour sa fabrication, 2 pour les hypochlorites, 9 pour les chlorates et perchlorates, 1 pour le chlore liquide.

Les figures sont toutes des dessins au trait, souvent simplifiés et très schématisés, toujours très clairs.

E. L.

* *

Éléments d'astrophysique. Introduction à l'énergétique solaire et stellaire, par ALBERT NODON, docteur ès sciences, ex-adjoint à l'Observatoire de Meudon. Un vol. (14 × 21 cm) de 244 p. avec 42 fig. Paris, 1926. Librairie scientifique Albert Blanchard, édit. Prix, br. 20 fr.

De nombreux et importants travaux ont été entrepris dans ces dernières années dans le domaine de la physique du soleil et des étoiles; ils ont abouti à des résultats et à des conclusions sur lesquels l'accord s'est fait entre les chercheurs, de sorte qu'on est en droit à l'heure actuelle de considérer la nouvelle science qu'est l'astrophysique comme définitivement assise sur des bases solides; cette science cependant ne date guère de plus de 25 ans. On sait que Janssen fut un des premiers à présenter son importance et que c'est à lui qu'est due la création de l'Observatoire de Meudon, spécialement consacré à l'étude de cette science.

Les études d'astrophysique ont fait aussi des progrès considérables à l'étranger où, généralement les laboratoires et les observatoires sont mieux outillés et plus largement subventionnés que chez nous.

L'ouvrage de M. Nodon est le résumé de conférences faites à Bordeaux devant un public peu familiarisé avec l'astrophysique; aussi l'auteur en a-t-il exclu toutes les formules trop abstraites. L'ouvrage s'adresse néanmoins à un public cultivé, attiré par les questions d'intérêt général et d'ordre purement spéculatif.

Une première partie de l'ouvrage est consacrée à des considérations générales telles que la constitution de l'atome, les spectres lumineux, les quanta, l'éther, les ondes électromagnétiques, la pression de radiation et la gravitation dans les étoiles, l'ionisation, la classification des étoiles, leur thermodynamique. Les parties suivantes sont : une véritable monographie consacrée au soleil, et un recueil de données techniques et numériques.

E. L.

* *

L'Antarctide. Voyage du « Pourquoi-Pas? » (1908-1910) par J. ROUCH. Un vol. (20 × 26 cm) de 172 p. avec 3 cartes et XVI pl. hors texte. Paris, 1926. Société d'Éditions géographiques, maritimes et coloniales, édit.

Cet ouvrage fait le plus grand honneur à la fois à l'auteur — car les relations de voyages polaires exécutés par des Français sont rares —, et à l'éditeur qui s'est prêté à la présentation de l'ouvrage sous une forme attrayante, quasi impeccable, ce qui devient de plus en plus rare même pour les ouvrages de luxe.

L'Antarctide dont il est question dans cet ouvrage est la région antarctique située au sud du continent américain; elle est bordée au nord par une série d'îles :

les Shetlands du Sud, les arcades du Sud, les îles Sandwich, fréquentées aujourd'hui en été par les baleiniers norvégiens et chiliens et aussi par les chasseurs de phoques. C'est par ce secteur qu'une douzaine d'expéditions scientifiques, dans ces dernières années, ont cherché à gagner le pôle Sud. L'une d'elles est celle du *Pourquoi-pas?* dirigée par le Dr Charcot et à laquelle le commandant Rouch a pris part. C'est la plus importante expédition polaire que la France ait jamais organisée.

Le *Pourquoi-pas?* hiverna près de l'île Petermann, voisine de la Terre de Graham, par 65° 10' de latitude Sud, et les membres de l'expédition purent faire une ample moisson de découvertes importantes. Le 11 janvier 1910, le *Pourquoi-pas?* découvrit par 70° de latitude Sud et 75° de longitude Ouest, une terre nouvelle, qui fut appelée Terre Charcot, puis il fut obligé de suivre la lisière de la banquise en se dirigeant vers l'Ouest, où il découvrit une mer relativement libre et où le 70° parallèle fut dépassé à nouveau de quelques minutes.

La collection des travaux scientifiques de l'expédition comprend déjà une trentaine de gros volumes mais qui ne s'adressent qu'aux spécialistes. Le commandant Rouch, par son texte, M. L. Gain, par ses magnifiques photographies, ont essayé dans *l'Antarctide* d'évoquer l'atmosphère de cette expédition polaire et de dire quelle en fut la vie. Elle est quelquefois monotone, notamment pendant l'hivernage, mais elle a de tels charmes et elle cimente de si solides amitiés qu'on s'explique très bien la fascination irrésistible qu'exercent les régions polaires sur ceux qui les ont vues une fois.

E. L.

*
*
*

Géographie générale et économique, par MAURICE GRIGAUT, professeur à l'École nationale d'Arts et Métiers de Paris. Un vol. (14 × 21 cm) de vi × 338 p. avec figures et cartes. Paris 1926. Dunod édit. Prix, br. 21,60 fr.

Cet ouvrage s'adresse aux élèves des cours et des écoles techniques qui ont besoin d'avoir des connaissances générales mais précises en géographie. C'est un tour de force que d'avoir fait tenir le monde entier en un si petit espace : aussi le style est-il bref, les opinions péremptoires et les exposés se réduisent-ils souvent à une énumération un peu sèche. L'élève doit, par exemple, se faire une idée exacte de l'Argentine et de son importance économique en lisant une page et demie de texte; du Japon y compris la Corée en lisant trois et demie, de la Russie actuelle en lisant trois.

Comme dans beaucoup de géographies, on trouve des formules toutes faites qui ne répondent à aucune réalité mais auxquelles, par habitude, le lecteur ne fait plus attention. Ainsi la Roumanie continue à être classée, on ne sait pourquoi, parmi les états balkaniques, bien qu'elle soit tout entière ou presque, au nord du Danube, alors que les Balkans sont tout entiers au sud de ce fleuve.

Quoi qu'il en soit l'auteur a tenu grand compte des modifications profondes apportées aux conditions économiques et aux divisions politiques par la guerre mondiale et les événements qui en ont été la conséquence; il y insiste même beaucoup et comme il convient.

La France, en 106 pages, et les colonies, en 27 pages, sont traitées avec un certain développement. L'étude par régions y est en honneur; les cartes, dressées à l'appui des exposés, sont excellentes. A noter en particulier un plan de la région parisienne montrant clairement et presque d'un coup d'œil, quelles sont les industries principales de la capitale et de ses environs.

L'ouvrage se termine par une liste des principaux produits classés méthodiquement, à la suite de chacun desquels sont donnés les principaux pays producteurs classés par ordre d'importance, et par une conclusion un peu amère, mais hélas! trop juste, sur ce que l'on peut espérer des derniers traités de paix.

E. L.

*
*
*

Les services d'hygiène publique dans les colonies françaises, par le D^r S. ABBA-
RUCCI, médecin principal de 1^{re} classe des Troupes coloniales, membre du
Conseil supérieur de Santé des Colonies. Un vol (19 × 24 cm) de 186 p. avec
des cartes dans le texte ou hors texte et des diagrammes, des Publications de la
Société des Nations, Section d'Hygiène, Genève 1926. En vente à Paris à la
Librairie Berger-Levrault, 136, boulevard Saint-Germain (6^e arr.).

Le Français averti des choses coloniales lira cet ouvrage avec le plus vif intérêt mais sans étonnement. Cependant sa publication a été une révélation pour beaucoup d'étrangers, même à Genève, qui étaient bien loin de se douter de l'immensité et de la beauté de la tâche accomplie par les services sanitaires de nos colonies. Nous sommes toujours victimes de ce préjugé que le Français ne sait pas coloniser. En réalité, il colonise à sa manière, qui n'est peut-être pas la plus mauvaise, et il s'est toujours préoccupé, avant tout, inconsciemment sans doute, de se faire pardonner « cet acte de spoliation qu'est une colonisation à ses débuts » par beaucoup d'humanité, en donnant aux indigènes deux biens précieux et indiscutables qui leur manquaient presque toujours avant notre arrivée : la sécurité et la santé. C'est à n'en pas douter le meilleur moyen de se faire respecter des indigènes, sinon de se faire estimer et aimer d'eux. C'est peut-être aussi, en définitive, le moyen le plus habile de réussir, car si nous voulons mettre nos colonies en valeur, il leur faut de la main-d'œuvre : nos colons ne peuvent la fournir, et elle ne peut être qu'indigène car nos colonies ne ressemblent en rien aux dominions britanniques, où les Anglo-Saxons peuvent vivre dans des conditions à peu près normales.

Nos médecins coloniaux n'ont point grand effort à faire pour agir humainement : le Français n'a pas le mépris de l'indigène et il n'est que trop porté peut-être à le traiter en égal. Les crédits affectés aux services de l'assistance médicale indigène aux colonies se sont élevés en 1900 à 2.800.000 fr, en 1922 à 52 millions; en 1924, à 79 millions, en 1925 à 83.700.000 fr.

L'ouvrage du D^r Abbatucci se divise en deux parties. Dans la première, l'auteur met tout d'abord en relief l'œuvre du Service de Santé dans les colonies françaises pendant la guerre mondiale, œuvre qui se trouvait en plein développement en 1914 : nos colonies nous ont fourni 600.000 combattants et 200.000 travailleurs qu'il a fallu recruter de façon à n'introduire en Europe que des sujets non atteints de maladies contagieuses, qu'il a fallu choisir de telle sorte qu'il pussent s'adapter à des conditions de vie nouvelles et qu'il a fallu ensuite préserver des dangers auxquels les exposait leur transplantation. C'est ainsi qu'une lutte antituberculeuse active a été engagée en raison de la réceptivité spéciale du noir à l'égard du bacille tuberculeux. Les mesures appliquées ont eu pour résultat de prévenir la propagation de la maladie en A. O. F., jusqu'à ce jour à peu près indemne de tuberculose. Deux grands centres ont fonctionné : l'un à Dakar, l'autre en Indochine.

La première partie de l'ouvrage traite aussi en détail les questions suivantes : Rôle, attribution et fonctionnement du service de santé aux colonies; — Plan de campagne sanitaire; — Lutte contre les maladies sociales (alcoolisme, tuberculose, lèpre, maladies vénériennes), endémiques (paludisme, dysenterie, trypanosomiase ou maladie du sommeil, trachome qui entraîne souvent la cécité, pneumococcie) et épidémiques (variole, peste, fièvre jaune, fièvre récurrente, choléra, méningite cérébro-spinale); de véritables monographies sont consacrées à chacune des plus importantes de ces maladies; le non initié, en les lisant apprendra quelles mesures prophylactiques, thérapeutiques, administratives et économiques sont prises dans les différents cas, quels remèdes sont employés; — Protection de l'enfance et de la maternité, obtenue surtout par le concours des infirmières visiteuses en pays islamique ou par la formation de sages-femmes indigènes ailleurs, et partout par la création, due à l'initiative privée, de « berceaux », création relativement facile car, pour des raisons religieuses ou morales, presque toutes nos races autochtones

mettent une réelle bonne volonté à s'assurer une postérité nombreuse; — Écoles de médecine indigènes (à Pondichéry, Hanoi, Madagascar, à Dakar) et centres secondaires d'enseignement (à La Guadeloupe et à La Réunion); — Instituts Pasteur (à Saïgon, à Nha-Trang, à Dakar, à Bamako, à Kindia, à Bassam, à Brazzaville, à Douala, à Tananarive, à Saint-Denis de La Réunion, à Nouméa, à Fort-de-France, à Saint-Laurent-du-Maroni).

La deuxième partie de l'ouvrage est une série de monographies médicales relatives aux différents groupes coloniaux. Pour chaque groupe, l'Indochine par exemple, l'auteur donne : un aperçu géographique, la climatologie, un aperçu économique, la géographie humaine, la politique sanitaire, l'organisation générale des services sanitaires et médicaux, les ressources budgétaires, la composition du personnel sanitaire, les formations sanitaires, les établissements scientifiques, le mouvement des malades, un aperçu de l'état sanitaire, la prophylaxie des maladies épidémiques spéciales à la colonie, la police sanitaire maritime, les œuvres d'assainissement (adduction d'eau potable, construction d'égouts, traitement des déchets de la vie, etc.).

Bien que cet ouvrage soit bourré de chiffres et de renseignements statistiques, sa lecture est extrêmement captivante. On lira notamment avec le plus vif intérêt certains chapitres spéciaux, comme, par exemple, la province de Laos, son déblocage et son organisation sanitaire, et les nombreuses pages consacrées à la maladie du sommeil et à ses médications, à la peste, à la lèpre, aux maladies de carence, au trachome, au paludisme, à la méningite cérébro-spinale, aux helminthiases, à la fièvre récurrente.

E. L.

*
* *

Les régions polaires, par J. ROUCH, capitaine de frégate, ancien chef du Service météorologique des Armées et de la Marine. Un vol (12 × 19 cm) de 220 p. de la Nouvelle Collection scientifique Émile Borel. Paris 1927. Librairie Félix Alcan, édit. Prix, br. 15 fr.

Voici un livre qui répond à une question que se sont souvent posée des personnes fort instruites. « A quoi servent les expéditions polaires ? » On est étonné, en lisant l'ouvrage du commandant Rouch, d'apprendre combien sont nombreux et précieux les renseignements qu'une expédition polaire peut fournir et combien ils intéressent de sciences; la moins intéressée n'est pas la physique de notre globe, dont l'histoire, l'évolution, et l'avenir s'expliquent en partie par les phénomènes dont les régions polaires sont le siège. Ces régions occupent en effet sur le globe terrestre une place beaucoup plus importante qu'on ne se l'imagine généralement et jouent dans la vie du globe un rôle de premier ordre : un esprit curieux ne peut donc rester indifférent devant des phénomènes dont il peut le cas échéant ressentir les effets; en tout cas, il doit désirer connaître un peu mieux cette petite boule terraquée sur laquelle il est appelé à vivre si peu de temps et dont, en définitive, il connaît bien peu de chose, bien qu'aujourd'hui il en ait tôt fait le tour. En prenant connaissance des derniers résultats scientifiques fournis par les récentes expéditions polaires, le lecteur rendra mieux hommage à la vaillance de ceux qui, au prix de mille souffrances et au péril de mille dangers, sont allés à la conquête pacifique du savoir humain.

Une expédition polaire renseigne sur : l'aplatissement de la terre et sur sa forme qui n'est pas tout à fait un ellipsoïde de révolution, sur le déplacement des pôles aux époques géologiques, sur l'opposition des caractères des deux régions polaires, sur la valeur de l'hypothèse du tétraèdre de Lowthian Green, sur les différences de climat et de faune de ces deux régions, sur les différents types de glaces polaires : neiges perpétuelles; glaciers polaires, très différents des glaciers de montagnes; calotte glaciaire ou inlandsis; piedmont-glaciers; barrière de glace; glaciers fossiles; sur les différents types de glaces marines : glace de terre ou d'eau douce et icebergs, glace de mer et *pancake*, banquise, floes, *pack hummocks*, glace

de fond; sur l'influence que les glaces exercent sur le climat; sur les courants marins, les marées; sur les phénomènes optiques de l'atmosphère (mirage, arc-en-ciel, arche crépusculaire, scintillement des étoiles, halos), sur les pôles magnétiques, les aurores polaires, l'électricité atmosphérique, la flore, la faune et les peuplades polaires.

Les 27 chapitres dont se compose l'ouvrage sont tous intéressants à des titres divers et renseignent sur des faits peu connus, qui expliquent, jusqu'à un certain point, le succès ou l'insuccès des dernières expéditions polaires; ce sont, par exemple, les renseignements qui concernent le climat des deux régions polaires, la plus ou moins grande difficulté d'accès de chacun des deux pôles en raison de ce climat et de la nature du terrain sur lequel les explorateurs ont évolué ou qu'ils ont survolé. Citons une autre constatation fort curieuse, concernant la vie sur le globe : aujourd'hui les naturalistes n'admettent plus que deux espèces animales, marines, communes aux deux pôles : une annélide et un gastéropode, qui ont pu émigrer d'un pôle à l'autre par les régions abyssales de l'océan où règne une température voisine de 0°. L'ours polaire est inconnu dans l'Antarctique, dont l'animal caractéristique est le pingouin; les régions polaires connaissent bien toutes deux des phoques et des baleines, des oiseaux, mais ils sont d'espèces très différentes. Un oiseau cependant, le *sterna paradisæa* ou macroure, qui niche dans les mers arctiques se dirige vers l'Antarctique dès que les jeunes sont assez forts. C'est probablement un besoin de lumière qui le pousse à faire ce voyage de 17.000 km.

E. L.

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE EN MAI 1927

UNION COLONIALE FRANÇAISE. — **Congrès d'agriculture coloniale, 21-25 mai 1918.** *Compte rendu des travaux*, publiés sous la direction de M. J. CHAILLEY, par D. ZOLLA. Tome IV : *Agriculture indigène. Élevage. Hygiène. Forêts. Pêcheries*. In-8 (25 × 16) de 726 p. Paris, A. Challamel, 1920. (*Don de M. Roy, membre du Conseil*). 17279

LEJAY (PIERRE). — **Les perturbations orageuses du champ électrique et leur propagation à grande distance.** Une application de l'électromètre amplificateur. In-8 (25 × 16) de 67 p., 33 fig. Paris, E. Chiron. (*Don de l'auteur*). 17280

FAURE (GABRIEL) et BOURBEAU (MARCEL). — **Simple notions sur les changes étrangers.** 3^e édition revue et augmentée. In-8 (21 × 14) de x + 128 p. Paris, Dunod, 1927. 17281

DE THELLESME (J.). — **Pour le photographe et le cinéman.** Recettes, procédés, formules, tours de mains et « trucs » divers pour la photo et le cinématographe, pour l'amateur et le professionnel. In-12 (19 × 12) de viii + 239 p., 139 fig. Paris, Dunod, 1927. 17282

Manuel des laboratoires sidérurgiques. Méthodes analytiques conventionnelles de la communauté Arbed Terres-Rouges, publiées par la COMMISSION DES LABORATOIRES. In-8 (23 × 13) de viii + 310 p., 67 fig. Bruxelles, Office de publicité; Paris, Dunod, 1927. 17283

ENGINEER (AN.). — **Toutes les soudures.** Plomberie, ferblanterie, électricité, zingage, tôlerie, chaudronnerie. In-8 (22 × 14) de viii + 102 p., 149 fig. Paris, Ch. Béranger, 1927. 17284

TOULOUSE (C.). — **Manuel de ganterie.** (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de 407 p., 275 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1927. 17285

FRITSCH (J.). — **Fabrication de la margarine et des graisses alimentaires.** Oléomargarine, saindoux, saindoux artificiels, beurre de coco (végétaline), etc. In-8 (23 × 14) de viii + 208 p., 21 fig. 2^e édition refondue et mise à jour. Paris, A. Legrand, 1927. 17286

FRITSCH (J.). — **Fabrication et raffinage des huiles et graisses d'origine animale.** Huiles et graisses d'animaux terrestres, huiles et graisses d'animaux marins. 2^e édition entièrement refondue et augmentée. In-8 (25 × 16) de viii + 439 p., 34 fig. Paris, A. Legrand, 1927. 17287

FRITSCH (J.) et VASSEUX (A.). — **Traité théorique et pratique de la fabrication de l'alcool et des produits accessoires** (éther sulfurique, acétone par fermentation, alcool synthétique). In-8 (25 × 16) de xvi + 587 p., 90 fig. Paris, A. Legrand, 1927. 17288

PASSELÈGUE (G.). — **Les concasseurs à noix de palme.** (*Bibliothèque de l'Institut national d'Agronomie coloniale*). In-8 (25 × 16) de xiii + 162 p., 54 fig., XXIII pl. Paris, Émile Larose, 1927. (*Don de M. Émile Prud'homme*). 17289

ROMAN (JULES). — **L'organisation industrielle américaine appliquée aux entreprises européennes.** In-8 (25 × 16) de x + 251 p., 72 fig. Paris, Dunod, 1927. 17290

TAYLOR (FREDERIC WINSLOW). — **Principes d'organisation scientifique.** Traduction de JEAN ROYER. Édition définitive. In-8 (25 × 16) de 117 p., 11 fig. Paris, Dunod, 1927. 17291

GOUDARD (MAURICE). — **Que faire pour développer l'industrie automobile en France?** Conférence faite le 12 avril 1927 aux membres de la Société des Ingénieurs de l'automobile. In-12 (18 × 13) de 48 p. Paris, L'Édition artistique, 34, av. de St-Ouen. (*Don de M. Alby, membre du Conseil*). Pièce 13201

PATART (GEORGES). — **La transformation industrielle des charbons en produits organiques d'usage technique.** (Extrait de *Chimie et Industrie*, novembre 1926). In-4 (27 × 21) de 17 p., 6 fig. Paris, Chimie et industrie, 49, r. des Mathurins. (Don de l'auteur, membre de la Société). Pièce 13202

PATART (GEORGES). — **Synthèse directe des composés organiques et en particulier des alcools par catalyse sous pression.** Conférence faite le 30 janvier 1927 au Conservatoire national des Arts et Métiers. In-4 (32 × 24) de 10 p. (Don de l'auteur, membre de la Société). Pièce 13203

PATART (GEORGES). — **La liquéfaction du charbon.** (Extrait de la *Revue pétrolifère*, n° 208). In-4 (31 × 24) de 7 p., Paris, La Revue pétrolifère, 19, r. de Marignan (8°). (Don de l'auteur, membre de la Société). Pièce 13204

BOURDIL. — **Les ouvriers actionnaires. La propriété à la portée de tous. Le capitalisme intégral.** In-8 (24 × 15) de 10 p. Paris, Le Génie civil, 6, r. de la Chaussée-d'Antin, 1921. (Don de l'auteur). Pièce 13205

PATTERSON (AUSTIN M.). — **Projet de règlement international pour le numérotage des systèmes cycliques organiques.** In-8 (21 × 13) de 16 p. (Don des Établissements Kuhlmann, membre de la Société). Pièce 13206

SIMON (C.). — **Considération sur l'emploi des gaz comprimés à la propulsion des véhicules automobiles.** Conférence faite à Lyon et à Bordeaux, les 19 et 30 mars 1927. (Rallye des carburants nationaux, du 12 mars au 3 avril 1927). In-8 (24 × 16) de 16 p. Paris, Société pour l'exploitation des tubes électro-frettés, 6, r. de Messine (8°). (Don de l'auteur). Pièce 13207

DUMANOIS (P.). — **Sur la meilleure utilisation des combustibles liquides.** (Extrait des *Annales de l'Office national des combustibles liquides*, 1^{re} année, 1^{re} liv.). In-8 (21 × 13) de 12 p. Paris, Société d'Éditions techniques, 31, av. de l'Opéra, 1926. Pièce 13208

GODBERT (A. L.). — **Laboratory methods of determining the inflammability of coal dusts.** (Mines Department. Safety in Mines Research Board, paper n° 31). In-8 (24 × 15) de 68 p., 21 fig. London, His Majesty's Stationery Office, 1927. Pièce 13209

MARILLER (C.). — **Étude critique des nouveaux procédés de rectification des liquides industriels.** Production de l'alcool absolu et de l'acide acétique des pyroligneux. Communication présentée au 6^e Congrès de Chimie industrielle, 4-11 octobre 1925. (Extrait du 6^e Congrès de Chimie industrielle, numéro spécial, septembre 1925). In-4 (27 × 21) de 11 p. Paris, Chimie et industrie, 49, r. des Mathurins. Pièce 13210

HUBERT (M.). — **Les appareils de tournage pour locomotives à grand empattement, employés sur le réseau P.-L.-M.** (Extrait de la *Revue générale des Chemins de fer*, avril 1927). In-4 (30 × 22) de 20 p., 17 fig., I pl. Paris, Dunod, 1927. Pièce 13211

RAU (OTTO M.). — **Preliminary report on stabilization of Illinois Coal Industry,** prepared for District twelve United Mine Workers of America. In-4 (31 × 23) de 39 p. 1925. (Don de M. Charles de Fréminville, secrétaire général de la Société). Pièce 13212

Notice sur le photo-colorimètre T. C-B. In-8 (21 × 13) de 15 p., fig. Paris, Laboratoires Maillard-Dantzer, 143, rue d'Alésia (14^e). Pièce 13213

FERRIER (R.). — **Quelques idées sur l'électrodynamique.** Théories nouvelles sur l'oscillateur de Plank et le mouvement autonome exposées devant la Société française de Physique. In-8 (21 × 13) de 48 p. Paris, Albert Blanchard, 1927. Pièce 13214

DARRIEUS (M. G.). — **Initiation aux progrès récents de la mécanique des fluides.** Leur relation avec l'électrodynamique. (Extrait des *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France*, Bulletin de septembre-octobre 1926). In-8 (24 × 16) de 67 p., 39 fig., I p. Paris, 19, rue Blanche (9^e), 1926. Pièce 13215

BOULANGER (A.). — **Le choc des corps solides.** Théorie, expérimentation, utilisation. Leçons choisies de mécanique. In-8 (23 × 14) de 64 p., 23 fig., II pl. Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 1927. Pièce 13216

BOULANGER (A.). — **Les principes de la mécanique des ressorts.** Leçons choisies de mécanique. In-8 (23 × 14) de 86 p., 41 fig. Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 1927.

Pièce 13217

..

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. — DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX ET FORÊTS. — **Annales.** Fasc. 55 : *Documents officiels. Jurisprudence. Rapports et notes techniques (France et étranger)*. Paris, Imp. nationale, 1925. Pér. 9

SOCIÉTÉ LIBRE D'ÉMULATION DU COMMERCE ET DE L'INDUSTRIE DE LA SEINE-INFÉRIEURE. — **Bulletin.** Exercices 1924, 1925. Rouen, Imp. Albert Lainé, 1926. Pér. 6

COMITÉ DES TRAVAUX HISTORIQUES ET SCIENTIFIQUES. (Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts). — **Bulletin de la Section de Géographie.** Tome XLI, année 1926. Paris, Imp. nationale; E. Leroux, 28, rue Bonaparte. Pér. 26

PRÉFECTURE DU DÉPARTEMENT DE LA SEINE. — DIRECTION DE L'HYGIÈNE DU TRAVAIL ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALE. — **Annales des Services techniques d'hygiène de la Ville de Paris.** Tome VI : *Comptes rendus des travaux en 1924*. Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 1925. Pér. 188

INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS. — **Proceedings, 1926**, vol. II (june-dec.). London, S. W. 1., Storey's Gate, St. James's Park. Pér. 114

INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. — **Minutes of Proceedings.** Vol. 222, 1925-26 (part 2). London, Great George Street, Westminster, S. W. 1. Pér. 189

NATIONAL PHYSICAL LABORATORY. — **Report for the year 1926.** London, H. M. Stationery Office, Adastral House, Kingsway, W. C. 2. Pér. 62

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Scientific Papers**, Vol. XXI (1926), n^{os} 537 : *Formula for the inductance of a helix made with wire of any section*, by C. SNOW, p. 431-519, 5 fig. — 538 : *Spectral energy distribution of the light emitted by plants and animals*, by W. W. COBLENTZ, C. W. HUGOES, p. 521-534, 7 fig. — 540 : *Measurement of surface tension*, by N. E. DORSEY, p. 563-595, 2 fig. **Bibliography**, p. 592-595. — 541 : *A review of the literature relating to the critical constants of various gases*, by S. F. PICKERING, p. 597-629. — 542 : *Electric field of a charged wire and a slotted cylindrical conductor*, by C. SNOW, p. 631-646, 4 fig. Pér. 61

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Technologic Papers**, Vol. XXI (1927), n^o 334 : *Relationships between the Rockwell and Brinell numbers*, by S. N. PETRENKO, p. 195-222, 7 fig. Pér. 61

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Circulars**, n^{os} 288 (2d ed., 1926) : *United States Government muster specification for hose, tender (corrugated)*, 4 p. — 309 (1926) : *Gas-measuring instruments*, 109 p., 69 fig. **Bibliography**, p. 102-109. Pér. 61

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE. — BUREAU OF STANDARDS. — **Simplified practice recommendation**, n^{os} 55 : *Tinware, galvanized and japanned ware*, 11 p. — 57 : *Wrought-iron and wrought-steel pipe valves and fittings*, 11 p. Washington, 1926. Pér. 61

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE. — **Elimination of waste series. Recommended building code requirements for working stresses in building materials.** Report of building code Committee, June 1, 1926, 53 p., 4 fig. Washington, 1926. Pér. 61

SOCIETY OF NAVAL ARCHITECTS AND MARINE ENGINEERS. — **Transactions.** Vol. XXXIV. 1926. New York, 29 West 39 th Street. Pér. 53

GEOLOGICAL INSTITUTION OF THE UNIVERSITY OF UPSALA. — **Bulletin.** Vol. XX (1925-1927). Pér. 221

L'agent général, gérant.

E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

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

COMPOSITION ET UTILISATION CHIMIQUE DU CHARBON ⁽¹⁾

par M. CH. BERTHELOT

I. — LE MARCHÉ DE LA HOUILLE, DES PÉTROLES
ET ENGRAIS AZOTÉS EN FRANCE.

Depuis l'époque, déjà ancienne, où l'homme a commencé à faire usage du charbon, et jusqu'à ces dernières années, la houille n'a été considérée que comme une source d'énergie calorifique. C'est la gloire des ingénieurs du XIX^e siècle d'avoir réussi, progressivement, à le transformer en énergie mécanique, électrique ou lumineuse, dont la demande croît parallèlement aux progrès de la civilisation.

En même temps, d'autres besoins naissent. Au monde moderne, il faut des quantités toujours plus grandes de combustibles liquides et d'engrais. La science et l'industrie viennent de réussir à les lui procurer en étudiant et en traitant le charbon d'une manière si habile qu'il constitue, aujourd'hui, le point de départ d'une série de réactions chimiques plus ou moins complexes donnant des composés isolés et définis. Parmi ceux qui nous intéressent ici d'une manière particulière, il faut citer : les alcools méthylique et éthylique, les hydrocarbures de la série du pétrole, l'ammoniac. Si le charbon a été choisi comme matière première de la nouvelle industrie chimique, c'est que le sol en renferme des réserves considérables, pratiquement illimitées, d'où une sécurité relative au point de vue des approvisionnements et des prix d'achat pour les industries vouées à sa transformation.

Néanmoins une réserve s'impose. Quel peut être l'intérêt d'un pays, tel que le nôtre, importateur de 20 millions de tonnes de charbon par an, à créer, sur son territoire, des fabriques de pétrole synthétique, grandes consommatrices de houille, non seulement pour l'objet même de leur production mais encore pour engendrer l'énergie électrique et l'énergie calorifique que nécessitent les réactions à réaliser?

L'objection mérite qu'on s'y arrête. Nous verrons plus loin, en effet, qu'on évalue la consommation de houille à 7 fois environ et au minimum le poids des essences à obtenir par voie de synthèse. A l'intervention de ces moyens

(1) Communication faite en séance publique par l'auteur le 30 avril 1927.

pour la production de 3 millions de tonnes d'essences — équivalant à notre consommation prévue pour l'année 1930 — correspondrait donc une consommation nouvelle d'au moins 21 millions de tonnes de charbon. Peu importe, croyons-nous, car les plus pessimistes ne peuvent dénier que la valeur de ces dernières est près de dix fois plus faible que celle de l'essence qu'elles serviraient à fabriquer. Au surplus, toutes ces opérations de transformation donnent naissance à des sous-produits : gaz, ammoniac, goudron, benzol, qui assurent des recettes appréciables ayant pour effet d'alléger notablement le prix de revient des carburants, objet principal de cette industrie de transformation chimique de la houille. Son intérêt économique apparaît donc immédiatement.

Retenons encore de cet exposé que, pour l'année 1926, la valeur de nos importations en combustibles solides s'est élevée à 2 milliards, et pour les combustibles liquides à 3 milliards de francs. Pour ces deux chapitres, seuls, nous sommes donc appauvris de cinq milliards de francs. Le problème de notre approvisionnement en combustibles demeure et demeurera, de plus en plus, par conséquent, à la base de notre redressement financier. Si l'on compte, enfin, que cette situation est susceptible de s'aggraver en raison de nos besoins croissants en carburants qui, depuis quelques années, doublent tous les trois ans et trois mois, et sont susceptibles de s'élever, par conséquent, de 1,5 millions de tonnes en 1926 à 5 millions de tonnes environ vers 1940, ce qui correspond à des valeurs respectives de 3 à 10 milliards pour le tribut payé à l'étranger, n'y a-t-il pas là de quoi nous faire frémir pour la tenue de notre change ?

En face de ces sorties d'argent français vers l'étranger, l'importation, pour 400 à 500 millions de francs, de 300.000 t de nitrate du Chili, autre élément indispensable de nos besoins nationaux, serait relativement peu onéreuse si l'on ne tenait compte que notre consommation en engrais azotés ne s'élève par hectare, qu'à 3,2 kg contre 27 kg en Belgique. Il en résulte que nos rendements culturels sont trop faibles, par exemple 14 hl de blé par hectare contre 27 hl en Belgique pour l'année 1924. Ceci nous oblige à importer du blé. Voilà donc, pour nous, une nouvelle cause d'appauvrissement. De ce côté, on peut heureusement lutter, à présent, en préparant des engrais azotés : sulfate d'ammoniaque et bientôt nitrates d'ammoniaque et de chaux à partir de l'hydrogène extrait du gaz de fours à coke. La technique correspondante, intimement liée à celle de la carbonisation de la houille, peut être considérée comme résolue aux dires de l'éminent technicien qu'est M. Berr.

Disons bien haut que la gravité de cette accumulation de risques pour notre économie nationale, a été parfaitement comprise par M. Pineau, directeur de l'Office national des Combustibles liquides, ainsi que par les dirigeants de nos grandes sociétés minières, métallurgiques, gazières et ceux des compagnies de chemins de fer, car ils ont pris les principales mesures que voici :

1° Intensification de notre extraction de charbon, qui va en croissant au rythme de 6 p. 100 environ d'une année à la suivante ;

2° Développement de la traction électrique sur les réseaux de l'Orléans et du Midi, mesure inapplicable, malheureusement, pour des raisons militaires, sur les réseaux du Nord et de l'Est ;

3° Exécution des conseils et démonstrations données en usines par l'Office central de Chauffage rationnelle fondé, par des personnalités des industries métallurgiques et gazières, pour améliorer le rendement des foyers où l'on brûle de la houille crue ;

4° Utilisation ou transformation en produits de valeur, par les compa-

gnies minières, de combustibles considérés longtemps comme sans valeur : schlamms et mixtes, à cause de leur forte teneur en cendres;

5° Edification par les compagnies minières, d'usines pour la fabrication de composés azotés de synthèse⁽²⁾;

6° Création, sur l'initiative de M. Cuvelette, de la Société des Carburants et Produits de Synthèse, groupant des compagnies minières dont l'extraction s'élève à 37 millions de tonnes par an. Cette société a pour but de rechercher, en accord avec le Gouvernement et dans un total esprit de collaboration avec les autres groupements industriels, les moyens propres à augmenter nos ressources en carburants. Cette union permettra de constituer, en fonds commun, des ressources financières pour l'exécution des programmes de fabrication, d'éviter tout double emploi d'une main-d'œuvre qui se fait de plus en plus rare, et tout gaspillage des ressources du pays.

En résumé et au total, il apparaît que toutes les forces vives de la France se sont mises en faisceau pour utiliser le mieux possible la houille que nous produisons ou importons. Il en résultera la création de disponibilités utilisables pour la fabrication d'engrais et de carburants synthétiques.

La présente communication, consacrée à l'étude des moyens techniques correspondants, se subdivise comme suit :

composition de la houille;
carbonisation de la houille à basse et à haute température;
utilisation des combustibles gazeux pour la synthèse des carburants et des engrais;

combustibles liquides : benzol, alcool, hydrures de naphtaline dérivés de la carbonisation des combustibles solides;

production d'huiles par des méthodes autres que la carbonisation.

Pour rendre cette communication complète, il eût été nécessaire de traiter de la préparation des combustibles solides, à base de houille ou de charbon de bois, comme succédanés des carburants liquides. Malheureusement, ce serait prématuré parce que les nombreux travaux pratiques en cours qui s'y rapportent ne sont pas terminés. En attendant, les techniciens que ce sujet intéresse pourront consulter avec profit les études qu'en parfait connaisseur lui a consacrées M. Auclair. De même, pour l'emploi des combustibles gazeux, succédanés des carburants, on se reportera avec fruit aux mémoires connus de M. Grebel qui a étudié cette question avec sa sagacité et sa probité habituelles auxquelles nous devons tous beaucoup.

Enfin, pour la rédaction de cette communication, nous nous sommes inspiré, en particulier, des récentes communications de M. l'Inspecteur général Patart, de MM. Berr, Brunschwig et Grebel qui ont été données au Conservatoire national des Arts et Métiers, à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, à la Société des Ingénieurs civils de France et

(2) Particulièrement remarquable est l'accroissement de notre production de sulfate d'ammoniaque qui a varié comme suit au cours de ces six dernières années :

Années.	Production, en tonnes.
1922	65.000
1923	88.000
1924	99.000
1925	115.000
1926	156.000
1927	195.000 (?)

Actuellement, on installe des fabriques d'ammoniac synthétique en nombre tel que, dès 1928, nous pourrions produire 450.000 t de sulfate d'ammoniaque, ce qui correspond sensiblement à nos besoins nationaux.

dans le *Génie civil*. Nous avons consulté également avec grand profit les rapports substantiels de MM. Patart, Bing et Coing sur le congrès relatif à l'utilisation des combustibles bitumineux qui s'est tenu à Pittsburgh, au mois de novembre dernier.

II. — COMPOSITION DU CHARBON.

Nos connaissances relatives à la composition de la houille demeurent encore bien incertaines, pour cette raison qu'on n'a pas encore pu définir la méthode qui permettrait d'isoler les divers constituants du conglomerat complexe que représente le charbon, afin de pouvoir les étudier suivant les méthodes d'analyse employées en chimie organique. Parmi les principaux moyens utilisés jusqu'à ce jour, il convient de citer les suivants :

- oxydation ménagée (méthode de Wheeler);
- examen microscopique (méthode de Wheeler, Seyler et Turner);
- hydrogénation à haute température et sous pression élevée (méthode de Bergius);
- carbonisation à basse température.

Voici, sommairement décrits, les résultats obtenus :

Oxydation ménagée. — En faisant intervenir l'oxygène pur et l'ozone, en présence d'eau ou de solutions alcalines, en modifiant les conditions de température et de pression, en recourant à l'action des hypochlorites, des persulfates, des acides nitrique et sulfurique, on voulait pouvoir retirer des charbons autre chose que de l'acide carbonique et de l'eau. En pratique, on n'a recueilli que des acides organiques sans intérêt industriel. Ceci résulte particulièrement des travaux de Wheeler, qui procédait à une oxydation ménagée de la houille au moyen soit d'eau oxygénée, soit de l'air, et à une température comprise entre 100° et 150°. Dans ces conditions, il se forme des acides ulmiques qu'on peut séparer au moyen d'une solution alcaline. Oxydés à leur tour par l'acide azotique, les composés ulmiques se transforment en acides oxalique, succinique et picrique. Ceci indique seulement que les composés ulmiques sont constitués par des noyaux benzéniques dont le groupement possède la structure du pyrrol et du furane ou de leurs dérivés.

Examen microscopique du charbon. — On a tenté, bien des fois, de procéder à l'examen du charbon selon les méthodes en usage en métallographie, mais les résultats obtenus sont peu encourageants. Il est difficile, en effet, de procéder à des coupes minces de charbon, de les polir et de les examiner directement au microscope. L'anhracite, en particulier, donne des coupes tellement opaques que son étude au microscope n'enseigne rien⁽³⁾.

Récemment, M. Seyler⁽⁴⁾ a recueilli des indications pleines d'intérêt, en opérant comme suit sur l'échantillon de charbon :

— Polissage de la surface au moyen d'une machine à polir et en employant successivement du papier émeri, du drap humide imprégné d'oxyde de chrome et finalement du coton imbibé d'alcool;

(3) Cette observation n'est plus tout à fait exacte. Au moment où nous corrigeons les épreuves de ce mémoire, M. Paul Lecomte, professeur du cours des Mines à l'École centrale de Paris, a porté notre attention sur deux études magistrales, parues dans la *Revue de l'Industrie minière*; ce sont : A. DUPARQUE, *La structure microscopique et macroscopique de la houille* (15 novembre 1926) et L. CRUSSARD, *Les substances bitumineuses* (1^{er} juillet 1927).

(4) A. SEYLER, *American Institute of Mining and Metallurgical Engineers*, de mars 1925.

— Examen de la préparation éclairée par réflexion au moyen d'objectifs de 16 et de 4 mm ;

— Immersion, pendant quelques minutes, de la préparation dans une solution bouillante formée par l'addition de 10 cm³ d'acide sulfurique concentré à 30 cm³ d'une solution saturée d'acide chromique. A ce moment, on additionne celle-ci d'une quantité d'eau suffisante pour dissoudre le précipité d'acide chromique. Il suffit alors de moins d'une minute pour les charbons bitumineux et de trois à cinq minutes pour les anthracites, pour attaquer suffisamment la surface des préparations. Celles-ci, après refroidissement, lavage, séchage et polissage modéré au moyen d'un tampon de coton imbibé d'alcool, sont alors examinées au microscope, sous un agrandissement de 100 à 450 diamètres.

Par l'examen des clichés obtenus dans ces conditions, les paléobotanistes peuvent indiquer la nature des plantes d'où dérivent les charbons étudiés.

D'autres résultats intéressants ont été obtenus par M. Turner en examinant au microscope, sous un agrandissement de 150 à 200 diamètres, une préparation de charbon présentant une section de 2 ou 3 cm². Celle-ci a été au préalable polie puis séchée pendant une heure à 220°. A ce moment, la surface polie est portée au rouge pendant quelques instants, sous l'action de la flamme oxydante d'un brûleur soufflé. Il se produit ainsi une oxydation différentielle des divers éléments constituant la préparation, mais sans altérer le poli de cette dernière.

A la suite de ses recherches, M. Turner a abouti à cette conclusion que l'anthracite comprend les mêmes éléments et en mêmes proportions que le charbon bitumineux, ce qui démontre leur identité d'origine.

Jusqu'à présent, toutes les recherches relatives à la structure du charbon n'ont pas permis d'aboutir à des résultats industriels. A peine sommes-nous plus avancés pour tout ce qui se rapporte à l'examen de la structure du coke. Sans succès, nous avons essayé d'établir la relation qui existe entre la section, l'épaisseur des parois des cellules du coke et la réactivité de ce dernier. Il y a là un voile épais qu'il faudrait réussir à lever.

Action de différents solvants. — De nombreux savants français ou étrangers : Vignon, Parr, etc., ont employé les dissolvants les plus variés : anhydride sulfureux, benzine, pyridine, chloroforme, phénol, etc., sous des conditions variées de température et de pression, pour fractionner la houille. Ils n'ont abouti qu'à séparer quelques centièmes d'huiles et de produits résineux ou bitumineux mal définis et sans grand intérêt pratique.

Par contre, l'action des solvants sur la houille a permis de comprendre, à la suite des travaux d'Illingworth, l'influence de quatre éléments dénommés α , β , γ et ulmiques sur la nature ainsi que sur les propriétés physiques et chimiques des produits de la carbonisation de la houille. De ces quatre éléments, qui se différencient les uns des autres par leur solubilité dans la pyridine, le chloroforme et dans les solutions alcalines, les plus importants sont les composés β et γ . On constate que, pour une houille donnée, la qualité du coke obtenu, mesurable par sa cohésion et par la grosseur de ses morceaux, est fonction :

— de la différence de température entre le point de fusion du charbon, lequel dépend de sa teneur en composés γ qui dérivent de résines, et le point — qu'on appelle point nodal inférieur — auquel le dégagement des matières volatiles passe par un maximum avant que la houille ait atteint la température de 500°. Si le point de fusion de la houille coïncide avec le point

nodal inférieur, le charbon gonfle au cours de sa carbonisation. Dès lors, on peut éprouver des difficultés pour défourner le coke formé et celui-ci se présente en morceaux de petit calibre et de cohésion réduite;

— de sa teneur en composés γ qui doit varier entre 5 et 10 p. 100. Si cette proportion est dépassée, on la réduira en ajoutant au charbon à carboniser du semi-coke ou des anthracites, lesquels ne contiennent pas de composés γ .

Parr, en employant le phénol puis le xylène comme solvants, a obtenu dans une autre voie, des résultats similaires de ceux d'Illingworth.

Parr a constaté que l'extrait séparé d'un charbon agglutinant par l'intervention du phénol ou du xylène, possède une aptitude marquée à la cokéfaction, qualité dont est dépourvu le résidu de l'opération. Si, à ce dernier insoluble, on réincorpore l'extrait, le charbon reconstitué possède le même pouvoir cokéfiant que la houille originelle. Toutefois, il n'en advient pas ainsi si l'insoluble a été soumis à une oxydation. Si, ensuite, on le chauffe jusqu'à 300°, il abandonne un volume considérable de gaz, à base de composés oxygénés du carbone. Dès lors, le produit de cette distillation mélangé à l'extrait donne un ensemble doué de pouvoir cokéfiant. Inversement, l'extrait conserve son pouvoir agglutinant même après avoir été soumis à l'action d'agents oxydants ou après avoir subi un chauffage *rapide* jusqu'à la température de 300°. Toutefois, un chauffage *lent* jusqu'à cette même température altère son pouvoir cokéfiant. D'où cette conclusion très importante des travaux de Parr :

« Par un chauffage préliminaire rapide jusqu'à la température de 300°, on peut rendre aux charbons le pouvoir agglutinant qu'ils ont perdu par oxydation à la suite de leur stockage à l'air libre. »

De leur côté, Fischer, en Allemagne, et Bone en Angleterre, ont pu arriver à des conclusions sur la nature du charbon en le soumettant à l'action du benzène sous une pression d'environ 40 kg : cm² et à la température de 260-285°.

Le mode d'expérimentation ainsi que les résultats de Fischer et de Bone sont traduits par le tableau I :

TABLEAU I.

Extraction du charbon par le benzène additionné d'essence de pétrole distillant entre 40 et 60° :

Soluble.		Insoluble.	
Traitement par le benzène exempt d'essence de pétrole :		Traitement par l'alcool éthylique :	
Soluble (fraction I) :	Insoluble (fraction II) :	Soluble (fraction III) :	Insoluble (fraction IV) :
Huile lourde exempte de composés azotés.	Poudre brun rouge fondant vers 25°.	Résine brillante de couleur brun rouge fondant vers 60° et exempte de composés azotés.	Corps amorphe de couleur brune contenant des composés nitrés et fondant vers 180-230°.

A partir des charbons bitumineux, il a été possible d'en extraire entre 7 et 11 p. 100 de leur poids par le traitement au benzène et à l'essence de pétrole. Il semble que les charbons doivent leur pouvoir cokéfiant à la frac-

tion IV. Le tableau II indique l'influence de la proportion de cet élément sur l'aspect du coke obtenu par carbonisation du charbon correspondant :

TABLEAU II.

Teneur en fraction IV du charbon selon son origine.	Aspect du coke correspondant.
2,0 p. 100	Non aggloméré.
2,5 —	Aggloméré.
4 à 7 —	Fortement aggloméré.

Enfin, la fraction insoluble dans le mélange de benzène et d'essence de pétrole oxydée par le permanganate de potasse donne un rendement très élevé en composés de la série aromatique, ce qui signifie que la houille renferme naturellement des corps de cette nature.

En résumé, au point de vue industriel, l'action des solvants n'a pas permis de retirer de la houille des corps répondant à une utilisation technique déterminée. Par contre, toutes les recherches correspondantes ont permis d'isoler les éléments auxquels la houille doit son pouvoir cokéfiant. On dispose donc, à présent, des moyens voulus pour corriger, au besoin, son degré d'aptitude naturelle à la fabrication du coke métallurgique.

Hydrogénation de la houille à haute température et sous pression élevée. — La composition pondérale et centésimale approximative des produits carbonifères est donnée par le tableau III.

TABLEAU III.

	CARBONE	HYDROGÈNE	OXYGÈNE	AZOTE	SOUFRE	CENDRES
Cellulose	44,4	6,2	49,4	»	»	»
Bois sec	48,5	6,0	43,5	0,5	»	1,5
Tourbe sèche	58,0	6,3	30,8	0,9	»	4,0
Lignite	67,0	5,4	19,5	1,1	1,0	6,3
Houille	77,0	5,0	7,0	1,5	1,5	8,0
Anthracite	90,0	2,9	2,5	0,5	0,5	4,0

Ce tableau montre que le rapport $\frac{\text{carbone}}{\text{hydrogène}}$ varie entre 15 et 16 pour la houille, alors qu'il ne s'élève qu'à 13 pour le lignite et qu'il atteint 8 seulement pour les huiles. Il semble donc permis d'envisager la transformation de la houille en huile sous réserve d'accroître, de la proportion voulue, sa teneur en hydrogène. Tel est le principe du procédé Bergius dont les points fondamentaux seraient, d'après l'inventeur, les suivants, ainsi que l'a rappelé M. l'Inspecteur général Patart dans son rapport sur les travaux du Congrès de Pittsburgh :

a) Il est possible, par l'action commune de la pression et de la température, de combiner directement le charbon et l'hydrogène moléculaire, sans intervention d'agents catalyseurs et d'engager ainsi une fraction importante du carbone de la matière première dans des combinaisons liquides à la température ordinaire;

b) La réaction de liquéfaction, pour être ainsi réalisée, ne doit pas être

accompagnée d'une distillation destructive de la constitution primitive du charbon. Dans un certain intervalle de températures, la rapidité de fixation de l'hydrogène est plus grande que celle de la cokéfaction, mais, à des températures plus élevées, cette dernière est la plus rapide, et la formation de coke devient prépondérante sur celle de l'huile, quelles que soient la pression de l'hydrogène et l'intimité du contact entre le gaz et le charbon;

c) L'hydrogénation du charbon commence à des températures relativement basses. Traité pendant quelques heures à des températures comprises entre 300 et 350°, le produit est encore solide, mais il a déjà incorporé une forte proportion d'hydrogène et s'est transformé en une sorte de brai à point de fusion élevé; ce produit devient liquide si le traitement est continué à une température de 420°;

d) Le poids des huiles obtenues représente 40 à 70 p. 100 du charbon brut mis en œuvre (suivant la nature de ce charbon), celui-ci pouvant contenir jusqu'à 10 p. 100 de cendres et 5 p. 100 d'eau. Un charbon de qualité moyenne peut ainsi fournir, par tonne : 150 kg de gazoline passant entièrement à la distillation avant 225° et directement vendable pour les automobiles; 200 kg d'une huile moyenne contenant des huiles légères et des produits phénoliques pouvant servir à l'imprégnation des bois, et un résidu duquel on peut tirer 60 kg d'huiles de graissage et 80 kg d'huiles de chauffage;

e) Tous les charbons, sans exception, autres que les anthracites proprement dits et les charbons qui sont constitués presque exclusivement par le « fusain », peuvent être hydrogénés par ce procédé, qui s'applique aussi aux lignites.

Ces données acquises, nous étudierons plus loin, en détail, le procédé Bergius.

Carbonisation à basse température. — La carbonisation, dite à basse température, consiste à chauffer le combustible mis en œuvre en vase clos et dans des conditions telles qu'aucun point de sa masse ne soit soumis à une température supérieure à 600°. On recueille, dès lors, du goudron, dénommé primaire, en quantité plus abondante qu'en procédant à une carbonisation jusqu'à 1.000°, c'est-à-dire à haute température.

Le tableau IV indique la composition centésimale pondérale de ces deux goudrons, pris à l'état anhydre :

TABLEAU IV.

	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Divers.
Goudron de basse température	83	9	6	2
Goudron de haute température	86	6	5	3

Ce qui différencie encore du goudron de haute température le goudron primaire, ainsi dénommé parce qu'on admet que la carbonisation à basse température le donne sous la forme même dans laquelle il existait dans la houille, c'est que, comparativement à celui-là, il est plus fluide, ne contient pas d'hydrocarbures de la série aromatique et renferme une proportion plus élevée de phénols supérieurs, dont certains très visqueux et même résineux.

Jusqu'à ces derniers mois, l'industrie chimique n'avait pas encore réussi à tirer un parti avantageux du goudron primaire, faute, surtout, d'en trouver des quantités suffisantes sur le marché. Nous verrons plus loin que ces conditions désavantageuses paraissent être appelées à une prochaine modification.

Les *conclusions* à tirer de cet exposé, de la composition du charbon, sont les suivantes :

— Nos connaissances relatives à la composition de la houille demeurent encore bien incertaines;

— L'examen microscopique des houilles ne nous donne que des indications vagues, parce que, sans doute, nous ne savons que très mal interpréter les résultats obtenus. C'est cependant avoir accompli un grand pas que de connaître des méthodes pour préparer les échantillons de charbon à étudier. Ce pas n'a été franchi que depuis moins de trois ans, à la suite des travaux de Seyler, de Turner et de Duparque;

— L'action des solvants a fourni les résultats des plus utiles puisqu'elle nous a permis de connaître et de doser les composés auxquels la houille doit son pouvoir agglutinant. Il est donc possible maintenant de préparer des mélanges de houille en vue de l'opération que l'on veut réaliser;

— L'hydrogénation des houilles et leur carbonisation à basse température constituent, avant tout, des méthodes pour accroître nos ressources en combustibles liquides.

III. — LA CARBONISATION DE LA HOUILLE A BASSE ET A HAUTE TEMPÉRATURE.

Dans des communications antérieures, nous avons décrit l'évolution des industries de la carbonisation de la houille à basse et à haute température et nous venons d'indiquer la démarcation entre ces deux techniques dont nous nous bornerons, aujourd'hui, à dépeindre la physionomie actuelle.

CARBONISATION A BASSE TEMPÉRATURE. — Dans une communication M. Lander, directeur du Fuel Research Board, a posé la question suivante, à propos de la carbonisation à basse température :

« Est-il possible d'établir sur une base sérieuse une nouvelle industrie comportant la carbonisation d'une quantité annuelle de dizaines de millions de tonnes de charbon, consommées à l'heure actuelle à l'état brut? Au cas où la réponse serait nettement et sans restriction affirmative, le bénéfice qui en résulterait pour la nation serait infiniment plus grand que ce qu'aurait coûté tout le service des recherches. Au cas où la réponse serait douteuse ou négative, le bénéfice serait encore très grand, car on aurait ainsi évité aux sociétés et aux particuliers des dépenses considérables et sans utilité. »

A la suite de nos travaux pratiques et, plus généralement, de notre étude approfondie de ce problème, nous nous sommes montré un protagoniste de cette industrie. Nous en souhaitons ardemment le développement en France pour les raisons que nous allons développer sommairement pour autant qu'elles se rapportent :

- à l'appareillage dont on dispose;
- à l'utilisation du goudron primaire;
- à l'emploi du semi-coke;
- aux disponibilités ou matières premières.

Appareils dont on dispose. — A l'heure actuelle, il existe plus de 1.000 brevets relatifs à la carbonisation à basse température. Dans tous les dispositifs modernes, on met le combustible en mouvement afin de vaincre sa mauvaise conductibilité pour la chaleur, donc d'abréger la durée de l'opération et de faciliter le dégagement des vapeurs d'hydrocarbures hors de l'appareil de carbonisation. Suivant que ces précautions sont prises ou non,

le rendement en goudron primaire d'un combustible donné peut varier considérablement d'un appareil à un autre, comme le montre le tableau V, reproduisant le résultat des essais effectués, en 1923, à l'aide de divers modèles de fours par la Commission interministérielle de Carbonisation :

TABLEAU V.

NATURE DU COMBUSTIBLE	MATIÈRES VOLATILES DU COMBUSTIBLE CRU p. 100	FOUR SALERNI A MALAXEUR	FOUR ÉLECTRIQUE DAMOUR LAFFARGUE	FOUR ROTATIF SEVRAN	CORNUE HORIZONTALE DE COLOMBES
Goudron primaire, en litres, par tonne.					
Fuveau	38,0	76,5	74,5	27,5	22,0
Manosque gras agglutinant.	35,7	122,5	108,5	85,0	78,0
Manosque maigre	34,7	66,0	51,0	34,0	25,0

Les très mauvais résultats donnés par le four à cornue horizontale de Colombes font nettement ressortir la nécessité de déplacer le combustible dans les fours où on veut le carboniser à basse température.

Dès lors, vu cette tendance générale, il paraît rationnel, comme l'a proposé M. Verdinne, de ranger, en trois classes distinctes, les appareils dont on se sert pour carboniser les combustibles à basse température :

1° Fours où l'on utilise la pesanteur pour déplacer le combustible verticalement;

2° fours où l'on utilise la pesanteur pour déplacer le combustible horizontalement;

3° fours où l'on déplace le combustible en faisant tourner le four lui-même.

Les premiers contrarient l'action de la pesanteur par des chicanes sur chacune desquelles le combustible subit un déplacement horizontal (procédé Hartmann), ou laissent agir la gravité seule, le combustible tombant en chute libre (procédé Mc Ewen Runge).

Les seconds forcent le passage du combustible à travers la chambre de distillation par l'impulsion donnée par les tambours d'alimentation (procédé Salerni), ou déplacent le combustible en couches minces sur un transporteur (procédé Piron-Caracristi).

Dans les troisièmes, le combustible chemine d'une extrémité à l'autre du four, grâce à la rotation de celui-ci, combinée avec son inclinaison sur l'horizontale, ou avec l'action d'une cornière traçant une hélice sur la surface intérieure du four.

Les vitesses de déplacement sont extrêmement variables; elles vont, par exemple, de plusieurs heures à quelques secondes. La rapidité des échanges de chaleur doit évidemment varier dans le même sens, malgré la mauvaise conductibilité des combustibles et ceux-ci, de toute façon, doivent subir une préparation spéciale avant la phase de distillation : broyage et dessiccation, ou dessiccation et pulvérisation.

Le tableau VI, dû à M. Verdinne, synthétise les caractéristiques essentielles des appareils les plus connus dans chacune des trois classes précitées :

TABLEAU VI.

PROCÉDÉS	CLASSES	PRÉPARATION DU COMBUSTIBLE	LARGEUR DU TRAJET.	DURÉE	QUANTITÉ DE CHARBON CARBONISÉ		NATURE DU CHAUFFAGE
					Sur trajet.	Par seconde (kg).	
Hartmann. . . .	1 ^o	Concassage.	Vertical 5 m Horizon. 35 m	30 min.	6 t	3,3	mixte : ext. : gaz int : vap. surchauffée. Intérieur. Extérieur. Extérieur.
Mc Ewen Runge.	1 ^o	Pulvérisation.	9,15 m	35 sec.	875 kg		
Salerni	2 ^o	Broyage.	3,20 m	4 h.	2,5 t	25	
Piron-Caracristi .	2 ^o	Pulvérisation.	13,5 m	4 min.	300 kg	0,173	
Fusion	3 ^o	Concassage.	30 m	2 à 4 h.	8 à 12 t	1,111	

On choisira entre tous ces appareils suivant la nature du semi-coke que l'on veut obtenir, l'importance attribuée à la récupération du goudron primaire, etc....

Il importe encore d'adopter des dispositions judicieuses dans le projet et d'obtenir des garanties sérieuses du constructeur désigné. Des initiatives intéressantes ont été prises, en France, au sujet de cette industrie, mais elles ont échoué faute d'avoir pris ces précautions indispensables ou faute encore de disposer des capitaux voulus. L'organisation d'abord, puis le « souffle » ont successivement manqué. L'intérêt pratique de la carbonisation à basse température demeure donc sauf.

Utilisation du goudron primaire. — Les tendances relatives à l'utilisation du goudron primaire sont les suivantes :

1^o Distillation du goudron primaire sous l'action de la vapeur d'eau surchauffée ;

2^o Traitement du goudron primaire, chauffé à la température de 250° par un courant d'air destiné à provoquer la distillation de 55 à 60 p. 100 de ses éléments les plus volatils et donner comme résidu du brai. A elle seule, cette opération suffit, en règle générale, à donner la quantité de brai nécessaire pour l'agglomération du semi-coke de lignite (ou de la houille) dont provient de même le goudron primaire.

En d'autres termes, il s'établit un équilibre entre la production et la consommation du brai pour l'agglutination du semi-coke. Toutefois, il est indispensable pour cela qu'on carbonise les agglomérés ainsi préparés en vue, d'une part, de récupérer une partie du brai mis en œuvre, et, d'autre part, d'obtenir un coke ayant une tenue convenable au feu de tout point comparable à celle de l'anhracite naturel ;

3^o Transformation du goudron primaire en essence de pétrole en recourant à l'emploi des procédés de craquage, tels que ceux de Dubbs, Cross, etc. ;

4^o Transformation du goudron primaire en benzol sous l'action d'agents catalyseurs. Parmi les travaux exécutés à ce sujet il faut citer ceux de MM. Kling et Florentin qui consistent à traiter les goudrons primaires par de l'hydrogène sous pression et en présence de catalyseurs déshydratants tels que l'alumine ;

5° Transformation du goudron primaire en essence par le procédé Prudhomme-Houdry que nous examinons plus loin ;

Emploi du semi-coke. — Nous rappelons que les emplois du semi-coke sont les suivants :

- Chauffage à l'état pulvérisé ;
- Fabrication du coke métallurgique en adjonction à des houilles à trop forte teneur en résines ;
- Fabrication d'anthracites artificiels ;
- Chauffage de chaudières spécialement aménagées et à grande puissance de vaporisation.

Les deux premiers usages sont tellement connus aujourd'hui qu'il serait superflu d'y revenir ici. Décrivons sommairement les deux derniers :

Fabrication d'anthracites artificiels. — Sans qu'il nous soit possible de nous étendre sur cette technique, il nous est permis d'indiquer qu'en carbonisant dans des conditions déterminées de température des agglomérés, formés par du semi-coke et du brai résultant de l'oxydation à chaud du goudron primaire, on obtient un anthracite artificiel dont le poids spécifique apparent s'élève à 80 kg environ par hectolitre. Ce combustible peut servir pour les besoins domestiques et industriels et remplacer le coke métallurgique pour l'alimentation des cubilots.

Chauffage des chaudières à grande puissance de vaporisation et spécialement aménagées. — Bornons-nous à reproduire l'information suivante relative aux Centrales des Flandres à Langer-Bruge :

« Cette centrale utilisait des fines de bonne qualité (25 à 30 p. 100 de « matières volatiles) brûlées sur des grilles spéciales. Une installation de « carbonisation à basse température a été disposée entre les foyers de « chauffage des chaudières et l'entrée des fines à l'usine. Les foyers sont « alimentés directement et dans d'excellentes conditions par le semi-coke « à 500° contenant encore toute sa chaleur sensible au sortir du four. On « parvient par ce procédé à réaliser le même chauffage antérieurement « obtenu par les fines, uniquement par le semi-coke produit. L'usine « recueille, en outre, 50 p. 100 des gaz de carbonisation et tout le pré- « goudron dont la distillation ultérieure peut fournir des combustibles « volatils.

« Cela ne suffit-il pas à montrer l'intérêt considérable que représenterait « pour notre pays l'application méthodique d'un vaste plan de carbonisation « à basse température en des usines dissimulées sur tout le territoire ?

« On a pu calculer que si une installation analogue était annexée à une « des plus grandes centrales électriques de la région parisienne, elle pro- « duirait suffisamment de carburants pour alimenter actuellement plus de la « moitié des autobus de Paris, et bientôt la totalité, étant donné l'allure de « son extension. »

Disponibilités en matières premières pour l'industrie de la carbonisation à basse température en France. — Il est utile, en ce moment, de se placer en face de notre situation.

Nous devons importer, chaque année, 20 millions de tonnes de charbon valant 2 milliards.

Notre consommation annuelle d'énergie électrique ne s'élève en France, par tête d'habitant qu'à 255 kW, alors que la demande s'élève à 500 kW

environ. Il y a donc crise caractérisée de l'industrie électrique dont la cause unique réside dans la situation économique présente qui entraîne la défiance de l'épargne et la hausse du loyer de l'argent ajoutée à la hausse des prix. Or, comme en 1926, il fallait plus de 150 millions pour construire une usine hydraulique de 30.000 kW — exclusion faite des lignes de transport jusqu'aux lieux de consommation — on a dû interrompre l'aménagement des chutes d'eau. La seule ressource consisterait, par conséquent, à établir des centrales thermiques qui, à égalité de puissance, coûtent trois fois moins cher que les centrales hydrauliques; mais, alors, se demande-t-on avec angoisse, à combien s'élèveraient nos importations supplémentaires de houille pour faire face à la demande d'énergie électrique égale au double environ des disponibilités et qui s'accroît de 10 p. 100 environ par an?

Qu'il nous soit permis de suggérer la mise en valeur de nos gisements de lignites du Gard, des Bouches-du-Rhône, de la Dordogne et des Landes, sources précieuses de semi-coke pour l'alimentation de centrales thermiques et de goudron primaire pour la préparation de carburants de synthèse, nous verrons plus loin comment. Nous avons établi une démonstration à ce sujet au Congrès de Bruxelles, l'an dernier ⁽⁵⁾.

Notons, pour la satisfaction de tous, que l'Office national des Combustibles liquides suit avec méthode l'étude de ces questions.

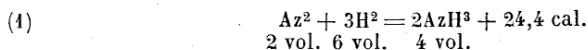
CARBONISATION A HAUTE TEMPÉRATURE. — Enfin, la carbonisation de la houille à haute température qui, en France, doit porter actuellement sur 13 millions de tonnes de houille par an, dont 8 millions dans les cokeries, ne fournit guère plus de 430.000 t de goudron et de 80.000 t de benzol, ce qui ne correspond qu'à 6 p. 100 environ de nos besoins actuels en carburants.

Retenons que, vu le bas prix de revient du gaz de fours à coke, la solution économique pour obtenir l'hydrogène utile à la fabrication, par voie de synthèse, d'engrais azotés et de carburants consiste à partir de ce même gaz. Or, si on peut en extraire 12 kg environ, rendement rapporté à la tonne de charbon, la quantité d'hydrogène récupérable dans ces conditions s'élèverait à 96.000 t par an, ou en nombre arrondi 100.000 t. Bien qu'il s'agisse là d'un « plafond », il est bon de retenir ce nombre.

IV. — UTILISATION DES COMBUSTIBLES GAZEUX POUR LA SYNTHÈSE DES CARBURANTS ET DES ENGRAIS.

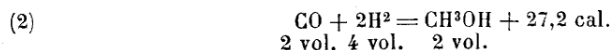
Dans une conférence faite le 30 janvier 1927 au Conservatoire des Arts et Métiers, M. l'Inspecteur général Patart a résumé l'état de nos connaissances sur la synthèse des carburants et des engrais au moyen de combustibles gazeux. Nous nous en inspirerons dans ce qui suit.

Il est d'abord essentiel d'observer que les moyens de préparation de l'ammoniac et des carburants (alcool méthylique et pétrole) par voie de synthèse présentent beaucoup d'analogie. Les uns et les autres exigent une forte proportion d'hydrogène; ils donnent lieu à des réactions fortement exothermiques, accompagnées d'une contraction variant de la moitié aux deux tiers des volumes gazeux mis en jeu. On a, en effet :

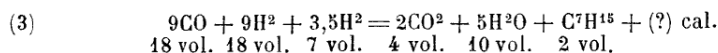


(5) En annexe à ce mémoire, nous avons fait figurer un tableau fixant l'importance de nos richesses en lignite.

pour l'ammoniaque ;



pour l'alcool méthylique ;



pour le pétrole synthétique de Fischer.

Les deux premières réactions s'accomplissent d'autant plus aisément que la pression du système est plus élevée et sa température plus basse. Toutefois, on est limité pour cette dernière parce que la vitesse de réaction croît dans le même sens que la température.

C'est pourquoi, il faut réaliser entre ces conditions opposées un com-

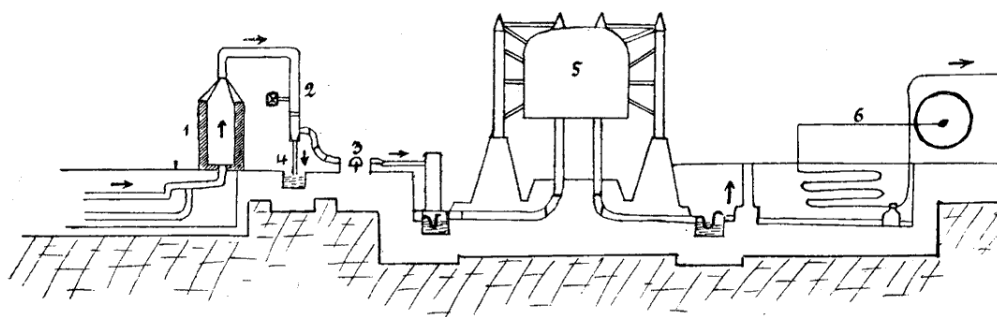


Fig. 1. — Pro-Schéma de la circulation

1, Appareil de production d'azote et du mélange ; — 2, Réfrigérant ; — 3, Ventilateur ; — 4, Condensateur ; — 5, Condensateur ; — 6, Récipient d'ammoniac à haute pression ; — 7, Pompe de circulation ; — 8, Ré-

promis. On en arrive, dans ces conditions, à utiliser un régime de températures et de pressions indiqué au tableau VII :

TABEAU VII.

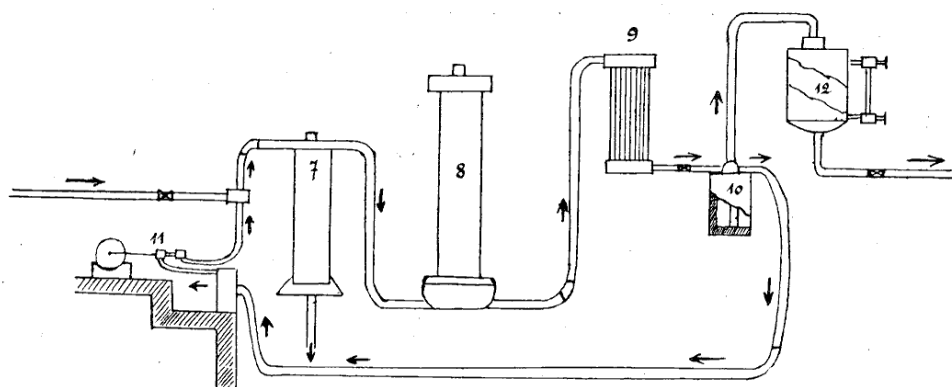
PRODUITS A OBTENIR	TEMPÉRATURE DE RÉACTION ADOPTÉE	PRESSIION EMPLOYÉE (en atmosphères).	CATALYSEURS EMPLOYÉS
Ammoniac	550-575°	900 à 1.000	Fer pur réduit avec un ou deux centièmes d'aluminate de potasse.
Alcool méthylique. .	350-400°	300 à 500	Une molécule d'oxyde de chrome avec trois molécules d'oxyde de zinc.
Alcools supérieurs. .	450-500°	500	Fer pur mélangé avec un alcali ⁽⁶⁾ .

(6) *Synthetic fuel from carbon monoxyl and hydrogen*. O. ELVINS ET A. NASH (*Fuel*, juin 1926, p. 263-264).

Quant à la troisième réaction, découverte par Fischer et Tropsch, elle a lieu à la pression atmosphérique et vers 270° (7). Il convient expressément d'observer que la température exerce une influence prépondérante sur le résultat de cette réaction. Par exemple, en employant le cobalt comme catalyseur, au-dessous de 210° , il ne se forme rien ; à 270° , on recueille du pétrole mélangé d'éthane (préparé brut ou liquéfiable sous pression) et à partir de 300° , on n'obtient que du méthane.

Les trois réactions indiquées plus haut ne sont jamais complètes. En conséquence, on est obligé de séparer les produits formés et de renvoyer à la catalyse la partie non transformée des corps initiaux.

Dans son ensemble, une opération de synthèse directe par catalyse sous pression comprend les phases que voici :



cédé Casale.

des fluides gazeux :

5, Réservoir du mélange ; — 6, Compresseur à 750 atmosphères ; — 7, Épurateur ; — 8, Tube de synthèse ; — 9, Épurateur ; — 10, Réservoir à basse pression et niveaux.

- 1° préparation du mélange gazeux ;
- 2° purification de ce mélange pour éliminer les impuretés nuisibles au catalyseur ;
- 3° compression des gaz ;
- 4° catalyse proprement dite par circulation sur le catalyseur à température convenable ;
- 5° séparation du produit formé de la fraction des gaz non combinés ;
- 6° retour de ceux-ci à la synthèse.

Pour la synthèse de l'ammoniac, il faut préparer l'azote et l'hydrogène ; pour celle des alcools, l'oxyde de carbone et l'hydrogène.

Un point extrêmement important à étudier, à propos duquel les spécialistes ne sont pas encore mis d'accord, porte sur le mode de préparation de l'hydrogène utile à la réalisation des trois réactions précitées. On dispose de

(7) Leur catalyseur est préparé en réduisant par l'hydrogène, à une température aussi basse que possible, des oxydes métalliques tels que ceux de cobalt ou de fer. Les métaux ainsi obtenus sont très finement divisés et très actifs. Ils peuvent être employés purs, mais il est plus avantageux de les mélanger à un corps plus ou moins inerte, qui empêche les grains de se souder au cours du chauffage. Le cuivre remplit très bien ce rôle.

trois sources différentes : *a*), le gaz à l'eau ; *b*), la vapeur d'eau ; *c*), le gaz de fours à coke.

Le tableau VIII indique, la composition volumétrique moyennée du gaz à l'eau et celle du gaz de fours à coke :

TABLEAU VIII.

	COMPOSITION VOLUMÉTRIQUE P. 100	
	Gaz à l'eau.	Gaz de fours à coke.
H ²	50	55
CO	40	7
CH ⁴	—	23
C ⁿ H ^m	—	2
CO ²	5	3
Az ²	5	10

A vrai dire, on peut considérer comme identiques les sources *b* et *c*. A partir de la source *b*, on utilise, en effet, dans quelques installations, le gaz de fours à coke comme réducteur de l'oxyde de fer dans la décomposition de la vapeur d'eau par le fer vers 600-700°. On obtient ainsi de l'hydrogène pur.

Quant au troisième mode de préparation de l'hydrogène, imaginé par M. Georges Claude, il concerne spécialement l'extraction mécanique des gaz de fours à coke par liquéfaction partielle après les avoir dépouillés de leur anhydride carbonique et de leurs composés sulfurés.

Ces données fondamentales rappelées, voici l'orientation des préférences, relativement au choix entre ces deux gaz comme point de départ de la préparation de l'ammoniac par voie de synthèse.

Carburants (alcool méthylique et pétrole). — La meilleure matière première, c'est le gaz à l'eau puisqu'il contient presque la quantité d'oxyde de carbone requise pour réaliser les réactions (2) et (3). Toutefois, il convient de remarquer que le gaz à l'eau dont on part doit être enrichi en hydrogène provenant, par exemple, d'un atelier où l'on sépare l'hydrogène du gaz de fours à coke par liquéfaction ou bien encore, comme l'a proposé M. Grebel, en produisant à certains moments, par injection prolongée de la vapeur, du gaz à l'eau de basse température ($\text{CO}^2 + 2\text{H}^2$) qui se mélangerait, dans le gazomètre, au gaz à l'eau de haute température ($\text{CO} + \text{H}^2$). L'ensemble aurait la composition :

$$(\text{CO} + \text{H}^2) + \frac{1}{2}(\text{CO}^2 + 2\text{H}^2)$$

dont le gaz carbonique CO^2 serait à éliminer.

Ammoniac. — La tendance générale en France est de préparer l'hydrogène à partir du gaz de fours à coke, meilleur marché et plus pauvre en oxyde de carbone que le gaz à l'eau. Notons, toutefois, qu'en Allemagne et à la Poudrerie de Toulouse, c'est le gaz à l'eau qui constitue la source d'hydrogène. Attirons également l'attention sur l'essai, tenté à Toulouse, de préparer le gaz à l'eau à partir du charbon pulvérisé.

Entre ces deux fabrications, qui ont de nombreux points communs, règne cependant une différence de grande importance pratique, savoir :

Pour la préparation de carburants, on utilise du gaz à l'eau n'ayant pas subi d'autre épuration que celle employée dans l'industrie du gaz d'éclair-

rage. Par contre, pour obtenir de l'ammoniac, on ne doit mettre en œuvre que de l'azote et de l'hydrogène de pureté aussi grande que possible. Toutefois, lors de la fabrication du méthanol et du pétrole, il vaut tout de même mieux éviter la présence de gaz inertes : azote, méthane, etc.... En effet, ceux-ci augmentent beaucoup le travail de compression et diminuent la pression partielle des gaz actifs, ce qui réduit l'activité du catalyseur. En outre, ils s'accumulent progressivement dans le circuit de catalyse, d'où l'obligation de les éliminer par des purges périodiques entraînant la perte d'importantes quantités de gaz.

Par conséquent, pour la préparation du gaz à l'eau, on emploiera, non pas du charbon bitumineux qui donnerait jusqu'à 20 p. 100 de gaz inertes, mais du coke qui n'en fournira que 5 p. 100 si les gazogènes fonctionnent dans des conditions satisfaisantes.

Une autre particularité essentielle, qui se déduit aisément de tout ce qui précède, réside dans les analogies de la synthèse des alcools (et même celle des pétroles) avec celle de l'ammoniac. En raison de cette similitude qui s'étend aux appareils et à leurs dispositions, rien ne semble interdire, selon l'avis de M. Berr, d'envisager la fabrication de l'alcool méthylique comme sous-produit de la préparation de l'ammoniac et comme moyen de purifier grossièrement un hydrogène souillé d'oxyde de carbone. En effet, sous les fortes pressions nécessitées par les procédés Claude et Casale, la pression partielle d'une petite proportion d'oxyde de carbone est encore suffisante pour que ce gaz se combine à l'hydrogène, en face duquel il se trouve, pour donner naissance à de l'alcool méthylique⁽⁸⁾.

Dans ces conditions, l'oxyde de carbone, considéré comme nuisible dans la fabrication de l'ammoniac en tant que poison du catalyseur, deviendrait une matière première de valeur. Peut-être est-il possible d'aller encore plus loin, en utilisant le méthane recueilli, lors de l'extraction de l'hydrogène du gaz de fours à coke, pour la production de l'alcool méthylique et de l'ammoniac⁽⁹⁾. Dans ce but, le méthane serait transformé selon la réaction dite de

Bergius : $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + 3\text{H}_2 - 49 \text{ cal.}$

Le mélange d'oxyde de carbone et d'hydrogène pourrait servir d'abord à la catalyse de l'alcool méthylique, puis, après enrichissement éventuel en azote, à la catalyse de l'ammoniac.

On peut dire : « La houille apparaît, aujourd'hui, comme la matière première de composés chimiques définis : ammoniac, alcool méthylique, pétrole, auxquels on aboutit par trois opérations distinctes : carbonisation de la houille; transformation du coke à l'eau; traitement catalytique des gaz de la carbonisation de la houille et de la gazéification du coke pour obtenir les trois composés susnommés.

(8) La production correspondante d'alcool méthylique pourrait s'élever à environ 30.000 t par an, dans les usines françaises.

(9) Suivant la démonstration faite par M. Simon, il semble encore possible d'utiliser ce gaz résiduel à 8.000 cal pour l'alimentation de moteurs d'automobiles après l'avoir emmagasiné dans des bouteilles en acier fretté dont le poids mort ne dépasse pas 5,5 kg par mètre cube de gaz.

V. — COMBUSTIBLES LIQUIDES DÉRIVÉS DE LA CARBONISATION
DES COMBUSTIBLES SOLIDES.

Tout ce qui se rapporte à la récupération des benzols des gaz de la carbonisation de la houille est trop connu pour qu'il soit besoin d'étudier cette question à nouveau ici. Au surplus, nous ne traitons que des carburants de synthèse dérivés des combustibles solides parmi lesquels, il convient de ranger : l'alcool éthylique, le benzol dérivé de la naphthaline et du goudron primaire, les pétroles préparés à partir du goudron.

Nous nous bornons à mentionner les hydrures de naphthaline : *décaline* et *tétraline*. Ces produits présentent l'inconvénient de ne pouvoir être préparés qu'à partir de naphthaline et d'hydrogène purs, ce qui grève leur prix de revient, et de brûler avec une odeur désagréable. Enfin, à partir des 20.000-25.000 t de naphthaline qu'on peut extraire des 450.000 t de goudron que nous produisons annuellement, il semble difficile de préparer plus de 10.000 t de tétraline. En fait de source nouvelle de carburants, cela ne représente qu'une goutte d'eau dans la Seine!

On peut craindre, malheureusement, qu'il en soit de même pour l'*alcool éthylique* préparé par absorption de l'éthylène au moyen de l'acide sulfurique de manière à former l'acide sulfovinique $\text{SO}^4\text{H} \cdot \text{C}^2\text{H}^5$ que l'on saponifie en vue d'obtenir l'alcool en même temps qu'on régénère l'acide sulfurique étendu.

Suivant M. Valette, ingénieur en chef aux Mines de Béthune, qui a étudié tout particulièrement cette question, l'absorption de l'éthylène est favorisée par la présence d'une petite quantité d'acide sulfovinique préalablement formé; la pression et l'agitation facilitent également la dissolution du gaz; la température optimum doit être comprise entre 40 et 50°. On compte qu'il faut pratiquement 3 kg d'acide pour absorber 1 m³ d'éthylène et produire 2 kg d'alcool.

La saponification de l'acide sulfovinique s'opère dans des appareils à plateaux dans lesquels arrive, en sens contraire de l'acide, un mélange de vapeur d'eau et d'ammoniac; on obtient, en fin d'opération, de l'alcool et du sulfate d'ammoniaque.

D'une manière générale, les gaz provenant de la carbonisation de la houille à haute température contiennent de 2 à 3 p. 100 d'éthylène. Pratiquement, on pourrait récupérer 10 kg d'alcool éthylique par tonne de charbon carbonisé.

Aux Mines de Béthune, suivant M. Valette, on a procédé à la récupération de l'éthylène d'après la technique que voici :

« Les gaz des fours à coke sont fortement refroidis en vue d'isoler l'hydrogène destiné à la synthèse de l'ammoniac. On profite de cette circonstance pour séparer méthodiquement le benzol à — 70°, l'éthylène à — 140° et quantité d'autres hydrocarbures. La dépense est évaluée à 450 fr pour une usine distillant 100 t de charbon et pouvant produire 750 kg de benzol et 1.000 kg d'alcool; un avantage de cette façon d'opérer, c'est qu'en même temps les autres gaz se trouvent épurés. Par les procédés ordinaires, la même usine ne pourrait récupérer que 600 kg de benzol. »

Actuellement, à Béthune, on se trouverait en mesure de produire 4 t d'alcool éthylique par jour, si on n'éprouvait des difficultés du côté de la Régie.

Si l'on tient compte que l'alcool éthylique ne constitue, d'une manière

générale, qu'un sous-produit de la fabrication par voie de synthèse de l'ammoniac, dont on préparera de cette façon, sur notre territoire, environ 200.000 t à partir de l'année 1929, la production correspondante d'alcool éthylique serait de l'ordre de 50.000 t. Ceci ne correspond qu'à 3 p. 100 environ de nos besoins en carburants pendant l'année 1926.

Nous en arrivons aux *goudrons primaires*, précédemment définis, et si longtemps décriés, mais que des travaux récents permettent de considérer comme matière première soit des carburants où domine le benzol (procédé Kling-Florentin), soit des pétroles (procédé Prudhomme).

Les goudrons primaires, dont la composition varie, selon l'origine des combustibles qui leur ont donné naissance (houilles à lignites xyloïdes) se composent sensiblement, pour une première moitié, d'hydrocarbures de la série grasse et, pour la seconde, de phénols. Eu égard à leur composition, indiquée au tableau IV, M. Grebel leur attribue la formule :

$$\begin{array}{ccc} \text{C}^{10} \text{H}^{13} & + & \text{C}^8 \text{H}^{10} \text{O} \\ \text{hydrocarbures} & & \text{phénols supérieurs} \\ 133 \text{ g} & & 122 \text{ g} \\ \hline \text{goudron primaire} & = & 255 \text{ g.} \end{array}$$

Voici comment on envisage leur transformation en carburants ⁽¹⁰⁾.

Procédé Kling-Florentin. — Ces savants, comme l'a exposé M. Kimpflin ⁽¹¹⁾ ont réussi à transformer en carburants le goudron primaire, la naphthaline et même l'anthracène par la résolution d'un problème d'hydrogénation basé sur les deux notions fondamentales qui sont :

1° l'existence d'un seuil de température à partir duquel s'amorce l'hydrogénation d'une molécule organique ;

2° l'abaissement de ce seuil par l'emploi de catalyseurs appropriés.

S'agit-il de naphthalène, celui-ci, soumis à une pression initiale d'hydrogène de 90 à 100 kg : cm² commence à s'hydrogéner vers 470° mais avec une vitesse extrêmement faible, qui devient appréciable seulement vers 475-480°. Aussi les auteurs prennent-ils cette température de 475° comme seuil de température d'hydrogénation. L'intervention d'un catalyseur, comme le chlorure d'aluminium, abaisse ce seuil à 450°, mais à cela ne se borne pas le rôle du catalyseur. Son intervention a pour rôle d'augmenter le rendement en produits liquides et la teneur de ces produits en carbures benzéniques. Ce dernier résultat est important. L'expérience a montré, en effet, qu'en opérant dans les conditions précitées, 60 p. 100 du liquide obtenu par hydrogénation sous pression distillent à une température inférieure à 160° et sont constitués par du benzène, du toluène, du xylène accompagnés d'une petite quantité de carbures aliphatiques.

Dans des circonstances analogues, l'anthracène a un seuil de température voisin de 440°, seuil qui se trouve abaissé vers 425° par l'intervention catalytique du chlorure ferrique. Soumis à la distillation fractionnée, le liquide résultant de cette hydrogénation catalytique fournit une fraction de tête représentant 36 p. 100 du total.

(10) Nous ne présentons ici que des données techniques, nous abstenant, systématiquement, de fournir des prévisions sur la rentabilité possible de ces opérations de transformation du goudron primaire. Ce serait sortir du cadre de cette communication, mais nous répondrons volontiers aux questions qui nous seront posées au sujet de ce problème des carburants dont nous nous occupons activement.

(11) Voir G. KIMPLIN, *Journée industrielle* du 14 avril 1927.

Non moins importants sont les résultats à partir des phénols. MM. Kling et Florentin ont constaté que tous les composés hydroxylés aromatiques et cyclohexaniques, chauffés en présence d'hydrogène sous pression et d'un catalyseur déshydratant, tel que l'alumine, l'argile, la thorine, la silice, fournissent avec de très bons rendements des hydrocarbures saturés.

Le phénol ordinaire chauffé en présence de 5 p. 100 d'alumine et d'hydrogène sous une pression de 70 à 80 kg : cm², présente un seuil de température voisin de 460° et 40 p. 100 du produit obtenu peuvent être, en 4 heures, transformés en hydrocarbures légers donnant à la distillation une petite quantité de carbures aliphatiques et une fraction ayant les caractères du benzène.

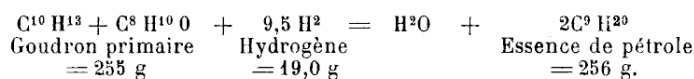
De même, le mélange industriel des trois crésols fournit, après 4 heures de chauffe à 480°, en présence de 5 p. 100 d'alumine, plus de 35 p. 100 d'hydrocarbures légers distillant en partie entre 85° et 115°.

Enfin, le cyclohexanol est transformé en 2 heures, entre 460 et 470°, presque quantitativement, en hydrocarbures légers dont plus de 80 p. 100 distillent entre 70 et 90° et qui sont constitués par des mélanges de cyclohexanes et de carbures aliphatiques.

L'activité du catalyseur, la température et la pression de l'hydrogène conditionnent les résultats obtenus. Pour obtenir des carbures saturés, par exemple, il est nécessaire d'opérer avec un catalyseur d'activité moyenne et sous une pression d'hydrogène suffisante.

D'autre part, on peut se rendre compte que, lors de la déshydratation, il se produit une ouverture partielle des chaînes cycliques, spécialement dans le cas du cyclohexanol.

Procédé Prudhomme. — Dans cette synthèse, on fixe de l'hydrogène sur le goudron primaire naissant, c'est-à-dire non stabilisé, lorsqu'il sort des fours de carbonisation à basse température ou des gazogènes à gazéification intégrale. Dès lors, les radicaux CH³, CH², CH et OH du goudron primaire se polymérisent sous la forme d'hydrocarbures de nature identique à celle des pétroles. On aurait probablement la réaction que voici :



Le procédé Prudhomme sera appliqué prochainement pour le traitement du goudron primaire préparé dans une mine du Gard pour la carbonisation de son lignite.

En résumé, pour transformer les goudrons primaires, les phénols, la naphthaline et l'anthracène en carburants, on dispose des réactions hydrogénantes combinées avec l'action de la pression et celle des catalyseurs. Ceux-ci ont pour but de faciliter et de maîtriser les réactions.

Remarquons encore qu'à défaut de l'addition soit d'un corps hydrogénant, soit de l'hydrogène provenant d'une source quelconque : décomposition de l'eau, gaz de pyrogénéation ou de gazéification d'un combustible, il est bien évident que la fraction allégée, tirée du combustible traité ne pourra s'enrichir en hydrogène qu'aux dépens de l'autre fraction qui s'alourdira. En d'autres termes, elle s'enrichira en carbone.

En tout cas, mieux vaut ne pas pousser le craquage jusqu'à la production de gaz qu'il faudrait recombinaison ensuite avec le peu de liquides lourds

obtenus simultanément. C'est précisément là le principe intégral du procédé Bergius, qui s'est compliqué par la suite et n'élude pas complètement la distillation pyrogénée.

VI. — PRODUCTION D'HUILES A PARTIR DE LA HOUILLE AU MOYEN DE MÉTHODES AUTRES QUE LA CARBONISATION OU LA GAZÉIFICATION.

Nous avons montré au tableau III que le principe du procédé Bergius consiste essentiellement à faire absorber à la houille une quantité d'hydrogène telle que la valeur du rapport entre sa teneur en carbone et en hydrogène passe de 15 à 8.

Le mode de réalisation de ce procédé est le suivant dans les appareils à marche continue :

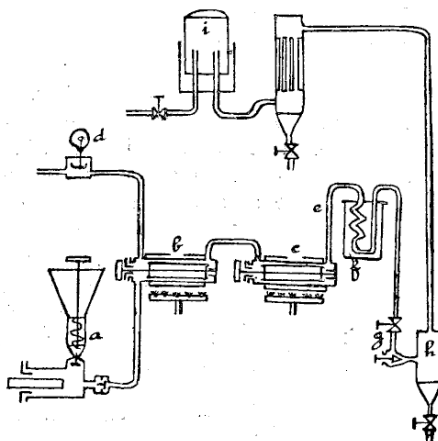


Fig. 2. — Schéma de l'installation d'essai pour le traitement continu (Procédé Bergius).

a, Presse; — b, Réchauffeur sous pression; — c, Four-laboratoire; — d, Pompe à hydrogène; — e, Conduite amenant les produits de la réaction au réfrigérant à serpentif; — f, Détendeur; — g, Collecteur; — h, Gazomètre.

Matières premières :

a, 100 kg de houille; — b, 5 kg d'oxyde de fer; — c, 40 kg de pâte huileuse; — d, 5 kg d'hydrogène.

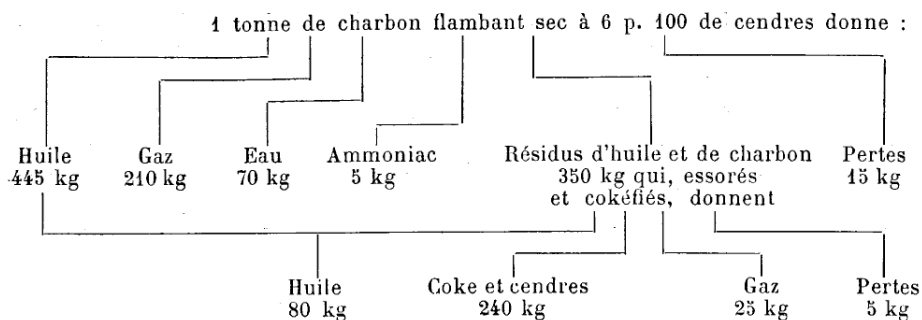
Produits de la réaction :

e, 0,5 kg d'ammoniac; — f, 7 kg d'eau; — g, 20 kg d'huile (distillant au-dessous de 230°); — h, 10 kg d'huile (de 230 à 330°); — i, 51 kg d'huile (au-dessus de 330°); — j, 40 kg de pâte huileuse (qui se retrouvent en c); — k, 20 kg de gaz pour le chauffage et pour le four de traitement B; — l, 2 kg de benzine; — m, 1,5 kg de perte.

Le charbon brut, séché à 3-4 p. 100 d'humidité et pulvérisé jusqu'au calibre de 1 mm, est mélangé avec du goudron et 5 p. 100 de son poids d'oxyde de fer alcalin (minerai de fer employé pour l'épuration du gaz). La pâte est ensuite amenée dans une première bombe chauffée au bain de plomb où elle est soumise à l'action de l'hydrogène sous la pression de 180 à 200 kg : cm² dont elle s'imprègne, grâce à l'action d'un malaxeur. Cet hydrogène est envoyé par la pompe d (fig. 2). Le mélange est ensuite refoulé dans un four-laboratoire de construction identique à celle de la première bombe. La température qui y règne peut varier de 420 à 470° selon la nature des charbons mis en œuvre. Les produits volatils engendrés, gaz et huiles, sont reçus et

condensés dans un serpentin, à la sortie duquel les gaz se séparent des produits liquides.

Le schéma ci-dessous indique le rendement d'une opération de transformation d'une houille à gaz :



Il n'est pas superflu de rappeler que les brevets Bergius ont été achetés par la I. G. qui groupe les grands fabricants de produits chimiques : Badische Anilin, Hœchst, Casella, etc... La I. G. construit des usines à Leuna, suivant ses propres procédés. Elle n'a acquis les brevets Bergius que pour avoir en mains tous les brevets concernant l'hydrogénation du charbon à haute température.

Au passif du procédé Bergius, il faut inscrire :

1° Les frais très élevés de premier établissement, qui s'élèveraient à 8 millions de marks, soit 50 millions de francs, pour une installation donnant 50 000 t d'huile par an :

3° Les frais considérables d'exploitation, bien qu'on puisse faire usage d'hydrogène impur, tel que celui du gaz de cokeries, mais la dépense d'énergie est énorme. Elle serait de l'ordre de 450 kWh par tonne de charbon traité. On a évalué le prix de revient à 165 fr la tonne, transformée avec un rendement de 50 p. 100. On estime couramment que ce prix de revient est encore plus élevé ;

Fig. 3. — Schéma du bilan pondéral du traitement continu (Procédé Bergius).

n, Vapeur d'eau ; — o, Acide carbonique.

A, Four-laboratoire principal ; — B, Four de traitement du gaz par la vapeur d'eau.

et qu'on ne peut transformer en essences qu'après les avoir soumises au craquage, ce qui détermine une perte de 40 p. 100 environ du poids des huiles brutes mises en œuvre ;

4° Le gaz sortant des appareils de traitement contient 50 p. 100 d'hydrogène échappé à la réaction, 10 p. 100 de méthane et 20 p. 100 d'éthane, dont l'utilisation est malaisée. Le Dr Bergius s'efforce, comme nous l'avons indiqué plus haut, à transformer ce méthane et cet éthane en oxyde de carbone et en hydrogène sous l'action de la vapeur d'eau. Ce problème semble malaisé à résoudre ; sa résolution nécessite des frais très élevés de premier établissement et d'exploitation tandis que sa mise en œuvre complique énormément l'ensemble des opérations.

VII. — VUES GÉNÉRALES SUR LA PRODUCTION DE PRODUITS CHIMIQUES
ET SPÉCIALEMENT DE CARBURANTS A PARTIR DE LA HOUILLE.

On peut conclure de tout ce qui précède, et à la suite de M. l'Inspecteur général Patart, que les diverses méthodes de traitement direct des charbons, par divers agents, tels que l'hydrogène, les solvants, n'ont pas permis, jusqu'ici, d'en extraire des composés définis utilisables dans l'industrie chimique.

Inversement, soit en combinant entre eux l'oxyde de carbone et l'hydrogène dérivant de la carbonisation ou de la gazéification de la houille, soit en faisant agir ces gaz (ou leurs dérivés) sur les produits liquides de la carboni-

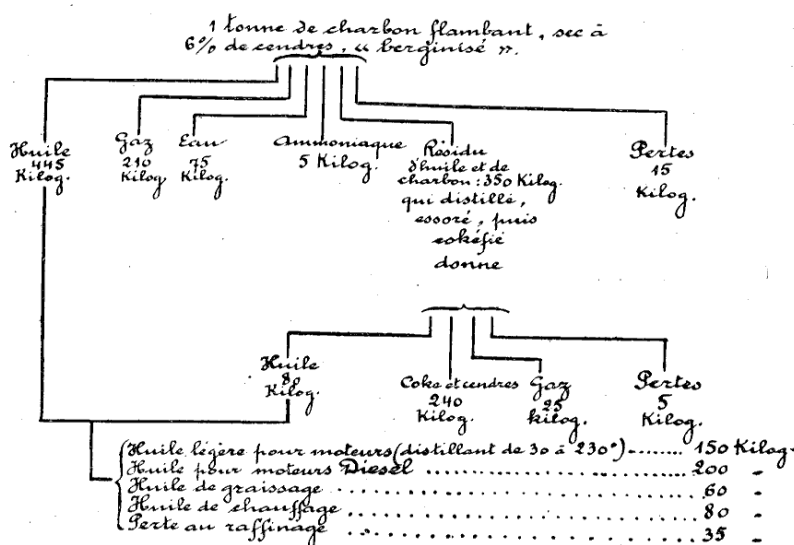


Fig. 4. — Produits obtenus par le traitement d'une houille à gaz (Procédé Bergius).

sation de la houille à basse ou à haute température, on est arrivé à de bons résultats. Cette méthode, dite indirecte, nécessite l'emploi de catalyseurs et, le plus souvent, de la pression pour provoquer ces combinaisons. Dès à présent, c'est à ce dernier mode que l'on recourt pour obtenir les carburants qui font défaut dans notre sol.

Il reste maintenant à donner des prévisions sur l'importance de la consommation de charbon pour produire des carburants par voie de synthèse. Nous citerons à ce sujet le résultat des calculs de M. Grebel, établis en tenant compte du combustible utile pour engendrer la force motrice et assurer les opérations de chauffage (voir tableau X, page 510).

Le tableau X montre qu'en faisant abstraction du procédé Bergius, on consomme, en moyenne, un peu plus de 6 kg de charbon pour obtenir 1 kg de carburant synthétique dont la valeur d'usage serait égale à celle de l'essence.

Si l'on remarque, enfin, que le prix de revient moyen des fines grasses lavées est actuellement de 130 fr dans les cokeries de la région du Nord et

TABLEAU IX. — DONNÉES GÉNÉRALES SUR LES PRINCIPAUX GISEMENTS FRANÇAIS DE LIGNITE.

CONCESSIONS	Matière		S. pour (p. 100)		PRODUCTION TOTALE DU BASSIN EN 1920 (en tonnes)
	Eau.	Matière volatile	Jaune.	Cendres.	
Bassin de Fuveau (Bouches-du-Rhône) . . .					
La Grande Concession, Mimet, Gardanne, Peypin et Saint-Savournin Nord et Sud, Société des Charbonnages des Bouches-du-Rhône, Concession de Treis, Compagnie des Mines de la GrandCombe.	8 à 9	30 à 33	3 à 43	6 à 20	3
Bassin du Comtat (Gard) :					
Bassin de Bagnols :					
1 ^{er} Groupe de la Tave.	Cavillargues, Le Pin, La Veyre, Garyac, Cornaux.	13 à 20	20 à 33	47 à 30	3 à 4
2 ^{er} Groupe de la Cèze.	Saint-Marcel de Carpiet, Saint-André d'Olerargues, Gondargues.	20 à 30	20 à 30	8 à 17	5
3 ^{er} Groupe de Saint-Julien de Peyrolas.	Gardies, Lannéjols, Servillières, Trevejols.	10 à 20	20 à 33	43 à 20	5 à 7
Bassin de Trevezel.	Piolenc et Mondragon.	17 à 22	30 à 37	14 à 30	3 à 6
— de Piolenc.	Montaron, Serviers et Aigaliers.				
— d'Uzès.	Venejan.				
— de Venejan.	Baryac, Avejan et Célas.				
— d'Alès.					
— de Méhanis.					
Bassin de Manosque (Basses-Alpes) . . .					
Signone au Nord, Dauphin, La Gyprière et La Colle de Villenus au Centre, Garde et Ratenoux au Sud.	7 à 20	22 à 25	20 à 40	20 à 40	3 à 6
Bassin du Larzac (Aveyron)					
Saint-Georges de Lurençon, Mas-Neu, La Cavalerie, Les Liguissies, Les Moulins, Balmaresse.	3 à 10	33 à 45	45 à 30	45 à 30	3 à 6
Bassin des Landes (Landes) :					
1 ^{er} Bassin de Lalque-l'Arquier.	2 à 7	30 à 40	4 à 45	20 à 30	1 à 6
2 ^{er} — de Saint-Lon.	35	24	14	5	2
Bassin des Alpes :					
1 ^{er} Gisement de la Tour du Pin (Isère). . .	20	32	36	10	2
2 ^{er} — du Lac d'Annecy (Ha-Savoie). . .	25 à 30	47	7 à 8	15 à 20	
3 ^{er} — de Chambéry (Savoie)	22	47	13	18	
Bassin du Sarladais (Dordogne)					
Cladech, Veyrines, La Chapelle-Péchaud, Lasserre.	21 à 27	30 à 48	7 à 15	7 à 15	3
Bassin de l'Aude et l'Hérault					
Bize, Ponsols, Saint-Vallière dans l'Aude, La Causette et Minervi dans l'Hérault.	2 à 10	23 à 40	22 à 45	22 à 45	5 à 10
Bassin d'Estégar (Pyrénées-Orientales) . .	20	35	24 à 28	24 à 28	2.630

VOIES D'ENSEMBLE.

La superficie totale des mines de lignites concédées en France atteint environ 90.000 ha.

La production totale qui était, avant la guerre, de 800.000 t, a atteint 1.300.000 t en 1918 et est descendue à 960.000 t en 1920.

Le bassin de Fuveau intervient dans cette production pour environ trois quarts. Ce bassin contient des couches régulières dont l'exploitation fournit des produits d'une nature voisine de celle de la houille qui constituent des combustibles estimés de la consommation locale.

RÉSERVES DE LA FRANCE EN LIGNITES.

Si l'on calcule, dans chaque concession, les réserves probables, en tenant compte des particularités géologiques des gisements et des résultats mis en évidence par les travaux d'exploitation et de recherches, on trouve, pour l'ensemble des bassins français, un total d'environ 1 milliard de tonnes.

Si l'on ajoute à cette évaluation les chiffres obtenus en adoptant les hypothèses très favorables, mais nécessairement assez aléatoires, sur la continuité géologique des gisements à l'extérieur des périmètres concédés, on arrive à une évaluation totale d'environ 2 milliards de tonnes pour l'ensemble des réserves françaises.

Le bassin de Fuveau intervient environ pour moitié dans ces évaluations.

que le benzol 90 se paie 1.900 fr la tonne au départ de l'usine, soit 14,6 fois plus cher que la houille, ce rapport de prix paraît très largement suffisant pour couvrir tous les frais de transformation du charbon en carburant. *A fortiori* en serait-il ainsi dans trois cas principaux, savoir :

— en partant du lignite qui revient à 40 fr environ sur les mines du Gard;

— en carbonisant la houille à basse température ou à haute température pour obtenir du coke transformable en gaz à l'eau, matière première des engrais et des carburants;

— en combinant la fabrication, par voie de synthèse, de l'ammoniac et des carburants.

TABLEAU X.

PROCÉDÉS	CONSOMMATION DE CHARBON	
	Par kilogramme de carburant.	Pour remplacer annuellement 2 millions de tonnes d'essence importées.
	En kilogrammes.	En millions de tonnes.
Patart	3,5	11,9 ⁽¹²⁾
Fischer	7	14
Prudhomme	5,5	12,5
Bergius	12	2½

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

Des multiples données pratiques dont nous nous sommes efforcés de nourrir cette communication, il résulte :

1° Que, depuis quelques années, nos connaissances de la composition de la houille se sont notablement étendues, spécialement en ce qui concerne l'influence de certains éléments sur le pouvoir cokéfiant du charbon. Ces résultats permettront, fort probablement, d'étendre la gamme des qualités de houille utilisables pour la fabrication du coke;

2° Que les carbonisations à basse et à haute température constituent une source de carburants beaucoup moins par la quantité de benzol récupéré, comme on le croyait encore il y a moins de deux ans, que par la possibilité qu'elles donnent de disposer de gaz et de coke pour la préparation de carburants à obtenir par voie de synthèse;

3° Que, par les procédés Prudhomme et Kling-Florentin, on sait transformer le goudron primaire résultant de la carbonisation des combustibles minéraux à basse température soit en essences de pétrole, soit en benzol;

Si nouveaux que soient ces heureux résultats, ils n'en constituent pas moins une raison profonde de donner une impulsion vigoureuse à la mise en valeur de nos richesses nationales, spécialement pour nos gisements de lignite, malencontreusement délaissés jusqu'à présent, et pour le développement de la carbonisation de la houille à basse et à haute température, véritables « industries-clefs » comme nous nous sommes appliqués à le montrer. Ajoutons enfin ceci.

(12) En supposant que, eu égard à son pouvoir calorifique, il faut 1,7 kg d'alcool méthylique pour remplacer 1 kg d'essence.

Rien que par l'importance des tonnages de charbon à mettre en œuvre et qui se chiffrent par 10 et mêmes 20 millions de tonnes par an, on se rend compte de la grandeur des capitaux à investir et de l'immensité de l'effort à accomplir pour préparer les carburants dont nous avons besoin. Il faudra pour cela la conjonction de toutes les forces vives et organisées de la nation. Ira-t-on jusqu'au bout de cette tâche? Quelques pessimistes en doutent. Certes, un labeur considérable va s'imposer à nous tous, mais qu'est-il donc en face de celui accompli par la France, pendant la guerre, pour faire face à l'ennemi et l'abattre, après la guerre, pour reconstituer les départements dévastés par l'Allemand dans sa retraite. Il n'est donc pas permis de douter et d'autant moins que celui qui préside à ce travail d'utilisation chimique du charbon en France a su diriger cet effort inouï de la reconstitution de nos houillères sinistrées. Effort dont les résultats ont étonné le monde. Avec confiance et sans défaillance, poursuivons donc notre labeur opiniâtre⁽¹³⁾.

BIBLIOGRAPHIE.

- A. GREBEL. La transmutation hydrogénée des combustibles en carburants (*Génie Civil* du 4 avril 1925).
L'obtention d'hydrocarbures liquides par l'hydrogénation directe du charbon procédé Bergius (*Génie Civil* du 20 février 1926).
Des moyens d'économiser l'essence d'importation (*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale* de juin 1926).
Le stade actuel des problèmes du moteur d'automobile et des carburants de remplacement (*Génie Civil* des 4, 11 et 18 décembre 1926).
- G. PATART. Production industrielle de l'alcool méthylique de synthèse par catalyse sous pression (*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, de février 1925).
La Conférence internationale de Pittsburgh sur l'utilisation industrielle des charbons organisée par le Carnegie Institute of Technology (*Génie Civil* des 13 et 22 janvier 1927).
- R. BERR. Une évolution nouvelle de l'industrie chimique (*Procès verbal* de la séance du 17 décembre 1926 de la *Société des Ingénieurs civils de France*).
- G. KIMPELIN. Un carburant par l'hydrogénation des goudrons de basse température (*Journée industrielle* du 13 avril 1927).
- G. H. LANDER. Recent Developments in the Science of Coal Utilization (*The American Society of Mechanical Engineers* de janvier 1927).
- F. VALLETTE. La fabrication industrielle de l'alcool synthétique dans les cokeries et usines à gaz (*Chimie et Industrie* de mai 1925).
- Ch. BERTHELOT. La technique moderne de l'industrie du goudron de houille (Édition de la *Revue de métallurgie*).
L'évolution de la carbonisation de la houille à haute température. Conférence présentée au Conservatoire des Arts et Métiers (Leçons d'actualités).
Les récents progrès dans la technique du lavage des charbons (*Revue de l'Industrie minière*, 1927).
La technique du lavage des charbons et des minerais par flottage.

(13) Voir la discussion qui a suivi cette communication dans le *Bulletin* de mai 1927, p. 389.

PRODUCTION ET UTILISATION DU VIDE POUSSÉ DANS LES APPAREILS MÉTALLIQUES DÉMONTABLES ⁽¹⁾

par M. HENRI GONDET, *Ingénieur E. P. C. I.*

L'utilisation des vides élevés dans les appareils métalliques est une question d'actualité; il y a seulement quelques années on utilisait très peu ces appareils métalliques démontables, non parce que les sujets de recherches à étudier dans ces conditions manquaient d'intérêt, mais par suite de l'absence presque complète d'appareils susceptibles de produire un bon vide avec un débit suffisamment grand.

Les laboratoires de recherches avaient bien à leur disposition des pompes pneumatiques, pompes à mercure, pompes à huile ou pompes rotatives à mercure, susceptibles, pour certaines d'entre elles, de donner un bon vide mais leur débit était si faible aux basses pressions qu'il était inutile de songer à les utiliser sur des appareils métalliques.

La technique du vide est sensiblement différente suivant la nature des parois (verre ou métal) du récipient à vider. Les appareils en verre, hermétiquement clos une fois le pompage terminé, sont soumis à une température assez élevée pendant l'opération du pompage de façon à faire dégager, aussi complètement que possible, de leurs parois les gaz occlus, et l'utilisation d'une pompe à vide, même de faible débit, pourra convenir à condition d'y mettre le temps. Il en est tout autrement avec un appareil métallique dont les différentes parties démontables sont généralement assemblées à l'aide de joints rodés recouverts d'une graisse spéciale. Il est impossible de faire dégager les gaz des parois par chauffage et, si l'on veut obtenir un bon vide à l'intérieur de l'instrument, il est nécessaire d'utiliser une pompe qui puisse éliminer rapidement les dégagements produits, ce qui conduit à des pompes ayant des débits environ 100 fois plus grands que ceux fournis par les anciennes pompes à vide.

Avant d'entreprendre la description des appareils producteurs de vide élevé, il semble nécessaire d'indiquer ce que l'on veut entendre par bon vide.

La limite entre les bons et les mauvais vides est évidemment très incertaine, mais pratiquement tout vide inférieur à 1/100 mm de mercure, soit 1/10.000 d'atmosphère environ (soit de l'ordre de 10 baryes), peut être considéré comme bon vide. C'est vers cette pression que les pompes ordinaires commencent à voir décroître leur débit d'une façon très sérieuse et qu'au contraire les pompes à vide moléculaire commencent à fonctionner dans de bonnes conditions. Il faut noter que les vides inférieurs à 1/100.000 mm de mercure sont extrêmement rares et que les appareils qui utilisent les meilleurs vides comme les tubes Coolidge et les lampes T. S. F. fonctionnent souvent vers le 1/10.000 mm (ces mesures étant effectuées à l'aide de manomètres tenant compte de toutes les tensions de vapeur ⁽²⁾).

Il n'existe actuellement que deux types de pompes susceptibles de produire

(1) Communication faite en séance publique par l'auteur le 28 mai 1927.

(2) Pour tous renseignements complémentaires, se reporter au livre de M. DUNOYER, *La technique du vide* (Recueil des conférences-rapports de documentation sur la physique. Les Presses universitaires de France, éditeur, Paris.)

un bon vide, et toutes deux nécessitent pour leur fonctionnement un premier vide préparatoire de l'ordre de quelques dixièmes de millimètre de mercure. Ces deux pompes sont :

- la pompe à diffusion à vapeur de mercure et
- la pompe rotative à vide moléculaire.

La pompe à vapeur de mercure est un appareil statique dont le fonctionnement schématique est le suivant. Soit deux récipients réunis par deux canalisations (une supérieure, une inférieure). Un de ces récipients contenant du mercure est chauffé de façon à produire son ébullition; l'autre récipient est refroidi et la vapeur de mercure va passer de l'un à l'autre récipient par la canalisation haute, le mercure condensé revenant au récipient chauffé par la canalisation basse. Sur le trajet de la vapeur de mercure se trouve piquée une autre canalisation en communication avec le récipient à vider, et près du récipient refroidi, une dernière dérivation communiquant avec une pompe à vide préparatoire. Une fois ce vide préparatoire obtenu et le mercure porté à l'ébullition, les moléculaires d'air raréfié contenues dans le récipient à vider vont diffuser dans la vapeur de mercure, être entraînées par celle-ci, condensées dans le récipient refroidi et éliminées par la pompe préparatoire.

L'appareil est donc simple; il ne possède pas de parties tournantes et peut donner un débit de l'ordre du litre à la seconde ou plus à la pression de 1/1000 mm de mercure. Le seul ennui provient de son principe de fonctionnement même. C'est la présence de la vapeur de mercure qu'il est nécessaire de condenser soit avec de la neige carbonique dans l'acétone, soit avec de l'air liquide.

La pompe tournante à vide moléculaire est basée sur un tout autre principe, dû à Gaede, qui est le suivant. Soit une canalisation de section rectangulaire et d'assez grande longueur par rapport aux dimensions transversales que l'on suppose constituée par 3 côtés fixes et un côté mobile se déplaçant à la manière d'un tapis roulant à grande vitesse; dans cette canalisation se trouve de l'air suffisamment raréfié pour que le libre parcours moyen des molécules d'air soit supérieur aux dimensions transversales du tube.

Ces molécules vont en grande majorité rebondir d'une paroi à l'autre et, chaque fois que le choc se produira sur la partie mobile du tube, la molécule sera entraînée par un processus d'ailleurs mal défini dans le sens de déplacement de cette paroi. Finalement toutes les molécules viendront se condenser à une extrémité du tube et le vide sera réalisé à l'autre extrémité. Si l'on place un récipient à vider à cette extrémité et une pompe préparatoire à l'autre, on aura réalisé une pompe à vide moléculaire.

Pompe de Gaede. — Gaede, partant de ce principe a réalisé sa pompe de la façon suivante. Celle-ci se compose d'une partie fixe A et d'une partie mobile B. La partie mobile est creusée de canaux circulaires C et un peigne P, appartenant à la partie fixe, surmonté d'un distributeur spécial, fait communiquer ces canaux entre eux (fig. 1).

Le canal circulaire central est en communication avec le récipient à vider et un des canaux extérieurs communique avec une pompe à vide préparatoire qui réalise en même temps le vide dans l'ensemble de la pompe moléculaire.

La vitesse de la partie tournante, entraînée par poulie de l'extérieur, grâce à des paliers spéciaux devant tenir le vide, est de l'ordre de 6.000 à 7.000 tours par minute. Dans ces conditions, et une fois ce vide préliminaire obtenu, la pompe finit le vide suivant le principe indiqué plus haut. Pour

éviter le retour en arrière des molécules d'air d'un canal au précédent, il est indispensable de ne conserver qu'un très faible jeu entre les parties fixes et tournantes. Ce jeu doit être de l'ordre de $2/100$ à $3/100$ mm; de plus, le peigne appartenant à la partie fixe et s'engageant dans la partie tournante doit également se trouver très près de celle-ci, ce qui exige l'absence de jeu axial, et cette absence de jeu dans les deux sens offre de grandes difficultés de construction.

Enfin, l'huile du palier tend à entrer à l'intérieur de la pompe sous l'influence de la pression atmosphérique et cette huile n'est retenue que par un dispositif de rainure en spirale pratiqué dans l'arbre et qui ne fonctionne

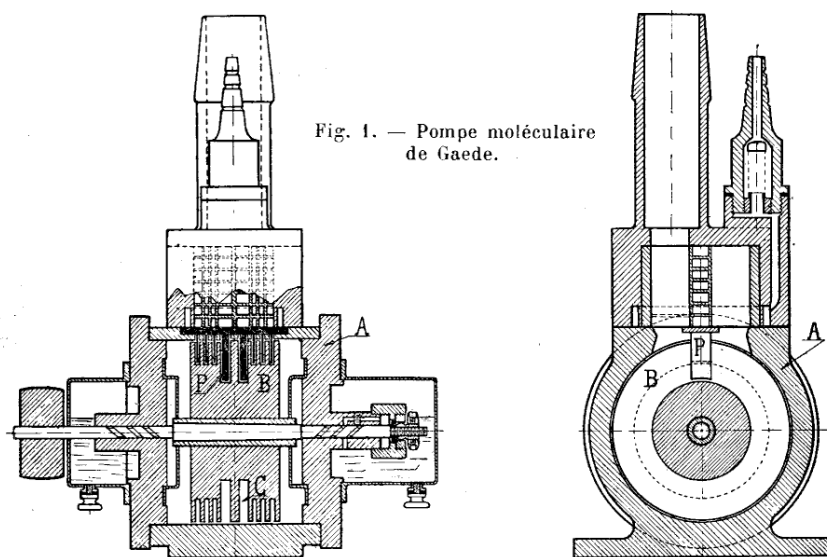


Fig. 1. — Pompe moléculaire de Gaede.

que lorsque la pompe est en marche, d'où impossibilité de laisser la pompe sous le vide lorsqu'elle est arrêtée.

Pompe Holweck. — M. Holweck a modifié très heureusement cette pompe primitive de Gaede et en a fait un instrument moins compliqué au point de vue de la construction, plus facilement démontable et d'un maniement beaucoup plus commode.

Dans la pompe Holweck, le cylindre tournant T est entièrement lisse et les cannelures de la partie tournante de la pompe Gaede ont été reportées sous forme d'hélice dans la partie A (fig. 2). Cette modification a le grand avantage de supprimer le peigne et le canaliseur. De ce fait, le jeu axial devient permis, la construction est simplifiée et une sécurité de fonctionnement plus grande est obtenue.

Un autre avantage de la pompe résulte de son mode d'entraînement. Celui-ci est obtenu à l'aide d'un champ tournant polyphasé créé par un stator S placé dans l'air, tandis que le rotor R situé en bout d'arbre du tambour tournant, monté sur roulements à billes, est dans le vide.

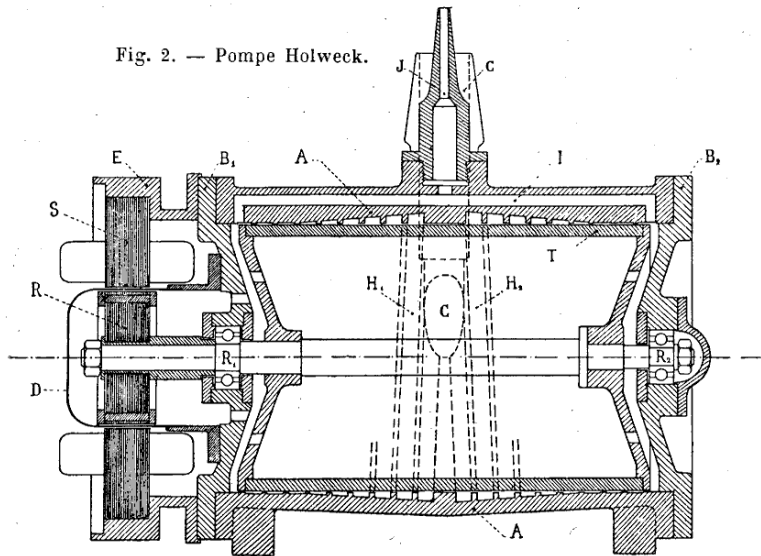
Pour assurer l'étanchéité du vide, une cloche D, en métal mince et résistant électriquement, est placée dans l'entrefer. La pompe peut donc rester sous le vide, soit en marche, soit à l'arrêt.

Enfin, avec un tambour de 150 mm de diamètre environ et une vitesse de rotation de 4.000 tours par minute, le débit de la pompe peut être de l'ordre de 2 à 4 litres par seconde vers les pressions correspondant à 1/1000 mm de mercure.

Le jeu existant entre la partie fixe et la partie mobile est toujours de l'ordre de 3/100 mm et s'il ne paraît pas difficile d'ajuster deux pièces l'une dans l'autre à moins de 1/100 mm, il est beaucoup moins aisé de faire tourner deux pièces l'une dans l'autre avec un aussi faible jeu.

Il est évident tout d'abord qu'il est nécessaire d'employer un métal parfaitement sain, exempt de soufflures; l'on trouve facilement du bronze ou de la fonte répondant à cette condition. Les métaux utilisés pour les différentes

Fig. 2. — Pompe Holweck.



parties de la pompe doivent avoir des coefficients de dilatation à peu près identiques, de façon à conserver sensiblement le même jeu entre les parties fixes et tournantes pour de notables écarts de la température ambiante. Il faut ensuite se méfier des déformations qui peuvent se produire à l'usinage et on les évite par un recuit convenable des différentes pièces après leur dégrossissage.

En raison du faible jeu de 3/100 mm existant entre les parties fixes et mobiles, de grandes précautions sont à prendre pour le centrage des différentes pièces qui doivent être vérifiées continuellement au comparateur pendant l'usinage. Enfin, et c'est un des points les plus délicats et dont on se méfie généralement peu, il faut avoir d'excellents roulements à billes exempts de jeu et d'excentricité. On a l'habitude de considérer le roulement à billes comme un organe parfait, mais il est extrêmement courant de trouver des roulements à billes dont l'excentricité dépasse largement 1/100 mm, ce qui est ici prohibitif.

Une fois le dégrossissage terminé et le recuit effectué, on procède à la finition des pièces. Celle-ci peut se faire par rectification à la meule, ce qui ne présente pas de difficulté pour les pièces en acier ni même pour les pièces en bronze à rectifier extérieurement, mais qui présente moins de facilité

pour les rectifications intérieures. On préfère de beaucoup, dans ce cas, utiliser le travail au diamant qui donne des surfaces absolument parfaites aussi bien pour la partie intérieure du corps de pompe que pour les rodages plans latéraux qui doivent assurer l'étanchéité de l'appareil. Une fois la passe au diamant terminée, il suffit, si l'on a évité les déformations, d'un léger rodage des parties en contact pour obtenir des surfaces qui, enduites d'une légère couche de graisse spéciale, tiendront parfaitement le vide.

Il existe au montage un dernier point à vérifier. C'est l'équilibrage du tambour tournant. Il est clair qu'avec de si faibles jeux, le moindre balourd engendrera des vibrations qui feront gripper la pompe pendant son fonctionnement, et l'opération de l'équilibrage est extrêmement importante. Le procédé employé est très simple et donne de très bons résultats pour les parties tournantes de petites dimensions. Ce procédé d'équilibrage est basé sur le principe suivant. Soit un disque possédant une masse de déséquilibre et monté sur un dispositif élastique. On fait tourner ce disque d'abord lentement et on présente sur sa tranche un dispositif inscripteur quelconque, crayon ou craie. En approchant cet inscripteur lentement du bord du disque, il viendra, à un certain moment, toucher ce disque en un point qui correspondra à l'emplacement de la masse de déséquilibre. On fait ensuite tourner le disque à très grande vitesse et on recommence la même opération. Le dispositif tournant à grande vitesse se centre autour de son axe d'inertie qui se trouve placé entre son axe de rotation et la masse de déséquilibre, et la partie touchée se trouve être diamétralement opposée à l'emplacement de cette masse de déséquilibre. Si on cherche mathématiquement pour des vitesses quelconques la projection sur un axe horizontal du déplacement du centre de rotation du système tournant en tenant compte de la résistance et de l'amortissement, on arrive à l'équation classique et caractéristique des mouvements oscillants, équation différentielle du second ordre à second membre qui indique que le point touché fait avec la position de la masse de déséquilibre par rapport au centre, un angle nul pour des vitesses nulles; cet angle croît quand la vitesse augmente, se trouve être de 90° quand le dispositif tournant passe par sa période propre de vibration puis continue à augmenter et tend vers 180° pour de très grandes vitesses. Il suffit donc pour connaître la position d'une masse de déséquilibre, d'adopter une vitesse quelconque connue, de toucher la partie qui se présente à l'inscripteur, d'inverser le sens de rotation et de recommencer l'opération.

La masse de déséquilibre se trouve sur le prolongement de la bissectrice de l'angle formé par le centre et les deux points touchés si l'on se trouve au delà de la période propre de vibration.

Après avoir enlevé de la matière à cet endroit, on arrive avec un peu d'habitude, en 3 à 4 opérations, à obtenir une pièce parfaitement équilibrée. L'équilibrage d'un cylindre se fait de la même façon en exécutant les opérations indiquées plus haut aux deux extrémités du cylindre.

Ceci réalisé, le montage de la pompe n'est plus qu'une question de soin.

(Démonstration de fonctionnement d'une pompe dont le débit est de l'ordre de 4 litres par seconde vers 1/1000 mm de mercure.)

DESCRIPTION DE QUELQUES APPAREILS MÉTALLIQUES DÉMONTABLES UTILISANT LES VIDES ÉLEVÉS.

Convertisseur à vapeur de mercure. — Il faut d'abord citer un appareil industriel dont la description a paru dans toutes les publications techniques.

C'est le convertisseur à vapeur de mercure, qui est utilisé pour la transformation des courants polyphasés en courant continu. Ces redresseurs, dont le volume est de l'ordre du mètre cube, fonctionnent avec un vide de l'ordre de 5 à 10/1000 mm de mercure et ce vide est généralement obtenu à l'aide d'une pompe à diffusion dont l'emploi est ici tout indiqué puisque l'on pompe sur de la vapeur de mercure. Le redresseur se compose généralement de 6 anodes en fer et d'une cathode en mercure; la puissance transformée est de l'ordre de quelques centaines de kilowatts et le voltage d'utilisation peut aller de 500 à 6.000 et même 8.000 V.

Les joints sont obtenus soit par de l'amiant avec une rigole de mercure, soit par des joints aluminium-plomb.

Les convertisseurs ont sur les commutatrices tournantes des avantages très importants : faible encombrement et poids relativement peu élevé; leur rendement est également excellent et leur entretien presque nul.

Lampe de T. S. F. démontable. —

Un autre genre de transformateur de courant est la lampe de T. S. F. démontable. La figure 3 représente la coupe d'une de ces lampes étudiée par M. Holweck.

Comme tous les appareils métalliques, une pompe fonctionne en permanence pour absorber les dégagements gazeux au fur et à mesure de leur production. Le filament F et la grille G sont maintenus isolés du corps de la lampe C, faisant fonction de plaque, au moyen de rodages isolants dont l'étanchéité, assurée primitivement par des joints de caoutchouc, est maintenant réalisée par des rodages coniques légèrement graissés.

La plaque est refroidie par une circulation d'eau C. La puissance dans le circuit plaque d'une telle lampe est de l'ordre de 10 kW et M. Holweck en a construit plusieurs de 30 kW.

(Projection des deux postes des Établissements Belin montés avec lampe Holweck. Le poste à ondes courtes, $\lambda = 20$ m, est entendu couramment à Tokio.)

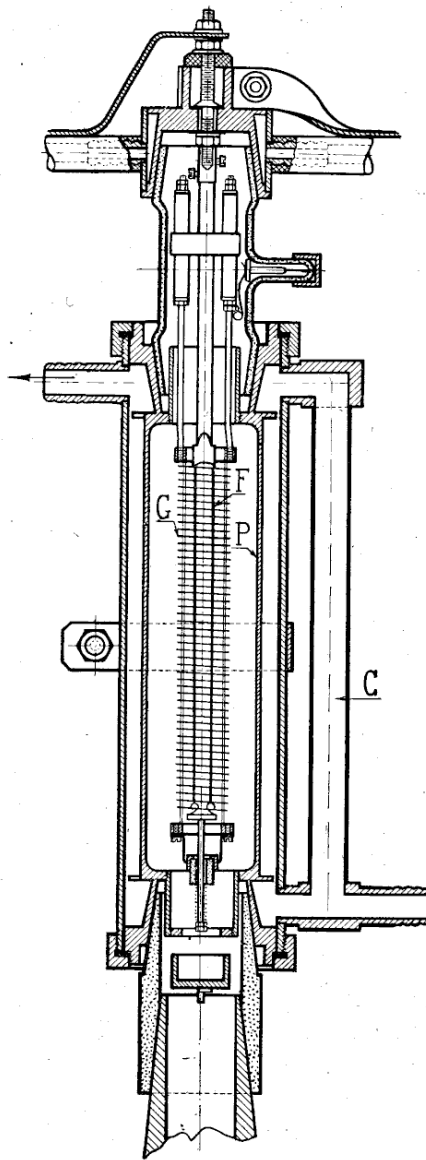


Fig. 3. — Lampe de T. S. F. démontable de M. Holweck.

Tubes à rayons X démontables. — La figure 4 représente la coupe d'un de ces tubes. Entre l'ajutage de la pompe et le corps du tube, se trouve une courte canalisation munie d'un robinet R et d'un tube voyant V. Le corps du tube comporte deux rodages coniques. Le rodage inférieur reçoit directement l'anticathode A qui est mise au sol ainsi que la pompe, et le rodage supérieur reçoit une ampoule en verre servant à isoler la cathode C constituée par un filament incandescent monté à l'extrémité d'un tube se centrant sur l'anticathode et muni également d'un rodage conique. Cet instrument n'est pas destiné à des applications médicales, car sa tension de fonctionnement est relativement faible (environ 50.000 V) mais est utilisé pour des études spectrographiques de rayons X.

La puissance d'un tel tube peut atteindre, suivant la nature de l'anticathode, jusqu'à 2 kW, l'intensité du courant électronique pouvant aller jusqu'à 40 mA. Une circulation d'eau très intense refroidit l'anticathode et le corps du tube. On connaît le processus de formation du rayonnement X. Les électrons sortant de la cathode chaude sous l'influence du champ électrique créé par la différence de potentiel existant entre la cathode et l'anticathode, s'arrêtent plus ou moins rapidement lorsqu'ils viennent frapper cette anticathode. Cette variation plus ou moins brusque de vitesse des électrons crée un champ électromagnétique qui est justement une partie du rayonnement X. Certains de ces électrons pourront déplacer les électrons des différentes orbites des atomes du métal constituant l'anticathode et ces derniers électrons, en revenant à leur position initiale, produiront le rayonnement X caractéristique du métal de l'anticathode (raies K L M, etc., suivant la nature de ce métal et l'orbite excitée).

Les avantages d'un tel tube résident dans la facilité d'obtenir de grandes intensités et de pouvoir à volonté changer le filament ou l'anticathode de façon à utiliser les raies caractéristiques de différents métaux. Enfin, on peut placer la fenêtre F de sortie des rayons X très près de l'anticathode ce qui est très avantageux pour la spectrographie des rayons X.

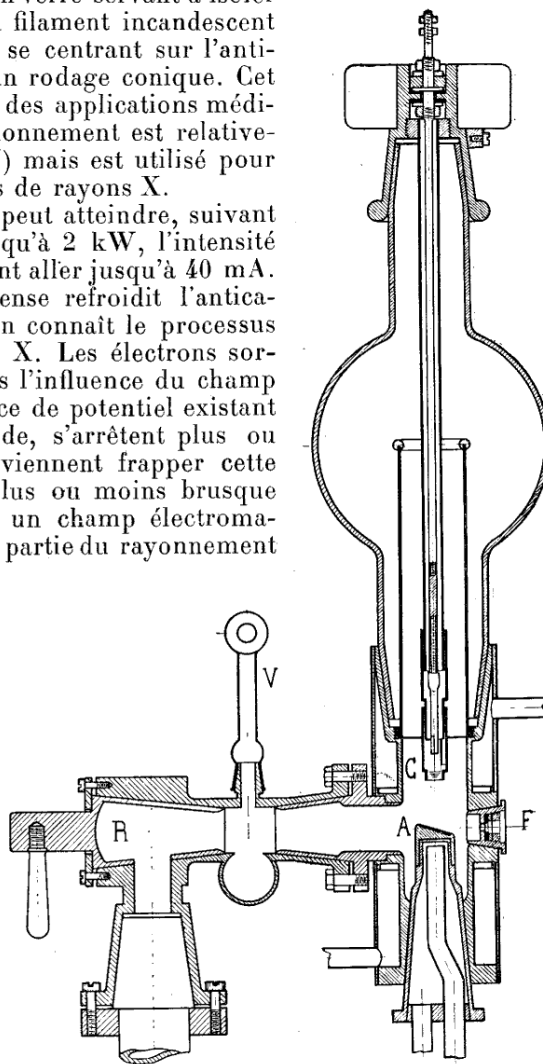


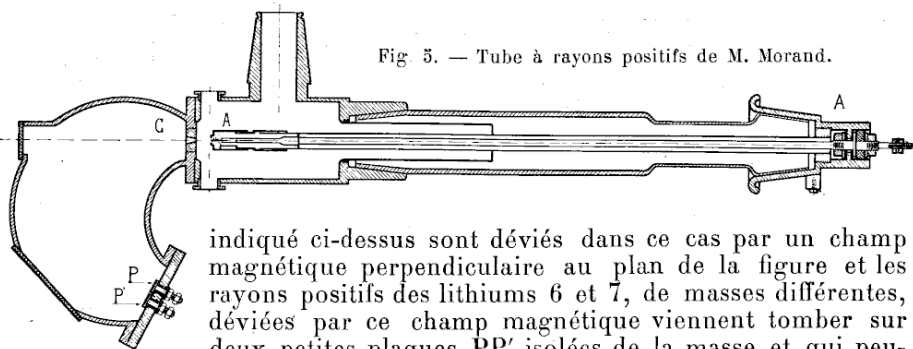
Fig. 4. — Tube à rayon X métallique et démontable.

Tube à rayons positifs de M. Morand. — La figure 5 représente un tube à rayons positifs construit pour les travaux que M. Morand a entrepris sur

ces rayons. Le dispositif comporte également deux électrodes, une cathode et une anode dont les pôles sont inversés par rapport au tube à rayons X décrit ci-dessus. L'anode est constituée par une pointe recouverte d'un sel chauffé par un filament. Ce sel, qui sera par exemple du chlorure de lithium, constitue un réseau cristallin formé d'ions positifs lithium ayant perdu un électron et d'ions négatifs chlore ayant un électron supplémentaire. Cet échange d'électrons constitue justement la molécule chlorure de lithium.

Si on commence par agiter ces ions par effet thermique et qu'en plus, on les soumette à un champ électrique intense, on pourra extraire ces ions positifs lithium du sel déposé sur l'anode. Ces rayons positifs rendant fluorescente la vapeur contenue à l'intérieur du tube, peuvent être examinés par des regards latéraux. On peut également utiliser ces rayons positifs pour séparer les isotopes quand l'atome de l'ion positif émis en possède, ce qui est le cas pour le lithium. Les rayons positifs suffisamment purs émis par le procédé

Fig. 5. — Tube à rayons positifs de M. Morand.



indiqué ci-dessus sont déviés dans ce cas par un champ magnétique perpendiculaire au plan de la figure et les rayons positifs des lithiums 6 et 7, de masses différentes, déviées par ce champ magnétique viennent tomber sur deux petites plaques PP' isolées de la masse et qui peuvent être intercalées dans un circuit de galvanomètre très sensible.

Ici encore, l'appareil métallique a donné d'excellents résultats et a permis de modifier très rapidement les différents montages intérieurs de l'appareil.

Les différents appareils décrits jusqu'ici ne sont démontables qu'accidentellement. Par contre, les appareils métalliques suivants possèdent des organes intérieurs qu'il est indispensable de manœuvrer au cours des expériences et qu'il faut souvent remplacer après chaque essai.

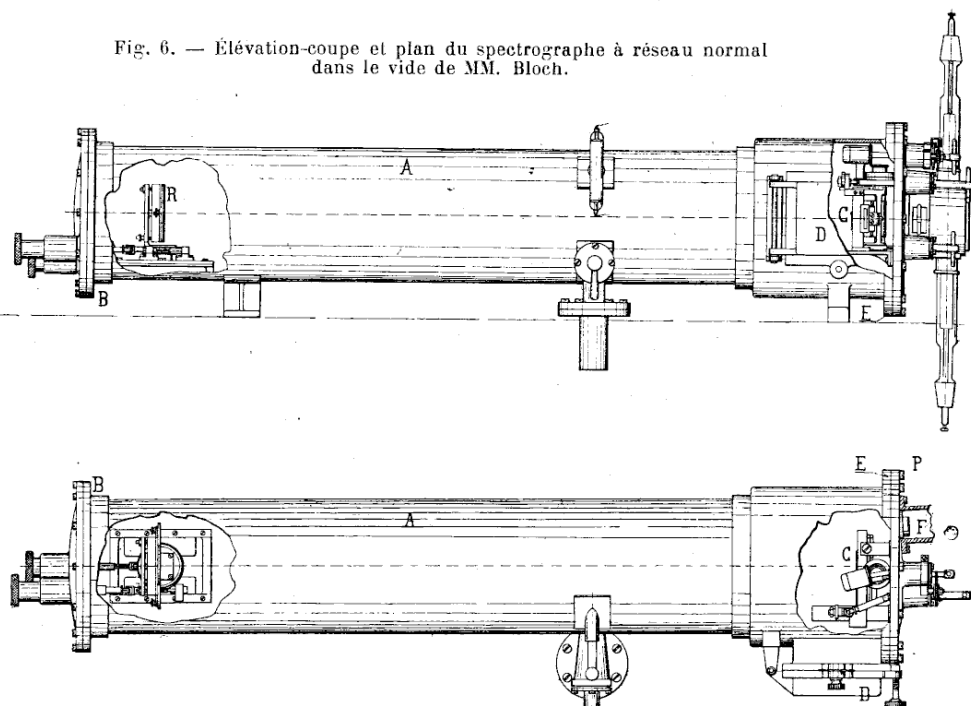
Spectrographie à réseau dans le vide. — La spectrographie des rayons ultraviolets ordinaires s'obtient facilement avec des prismes de quartz dans l'air jusqu'aux longueurs d'onde $0,21 \mu$ environ. En remplaçant le quartz par un prisme d'eau et en huilant les plaques photographiques, Jeantet et Duchaux sont descendus jusqu'à $0,18 \mu$. Pour les longueurs d'onde plus courtes, comme l'a montré Schumann, il est indispensable d'éviter l'absorption due à l'oxygène de l'air et d'opérer dans le vide en utilisant un prisme en fluorine. On peut ainsi descendre vers $0,13 \mu$. C'est également cette région qui a été étudiée ces dernières années par MM. Bloch et, pour leur permettre de poursuivre leurs études plus avant et d'explorer la région de Lyman et de Millikan, s'étendant jusqu'à quelques centaines d'unités « Angstrom », la Maison Beaudouin a réalisé un spectrographe à réseau dans le vide représenté par la figure 6.

Le spectrographe se présente sous la forme d'un tube cylindrique A dont la partie avant est terminée par un rodage plan E sur lequel vient se fixer

une porte P en bronze, supportant, d'une part, la fente F et, d'autre part, le châssis C qui reçoit la plaque photographique. A la partie arrière, un autre rodage plan B reçoit une autre porte sur laquelle sont fixés les dispositifs de commande du réseau R (réseau à 370 traits par millimètre du Laboratoire national de Physique anglais).

L'avance et la rotation de ce réseau sont obtenues à l'aide de deux boutons à rodage conique par l'intermédiaire de joints à cardan. A la partie avant, les déplacements du châssis photographique sont également obtenus à l'aide de clés à rodage conique et de dispositifs à cardan. Le châssis peut

Fig. 6. — Élévation-coupe et plan du spectrographe à réseau normal dans le vide de MM. Bloch.



ainsi tourner sur lui-même et se déplacer de haut en bas de façon à permettre l'obtention de 6 spectres photographiques sans faire rentrer l'air dans l'appareil. Une porte D à rodage plan sert à l'introduction de la plaque photographique.

Devant la fente se trouve une chambre d'étincelles également dans le vide et l'étincelle était obtenue grâce à un générateur de haute fréquence. Les clichés de réglage du spectrographe ont permis d'étudier les différentes raies du carbone jusqu'à la longueur d'onde $0,0535 \mu$ environ. Il est à noter que malgré la multiplicité des rodages, il n'y a jamais eu la moindre difficulté provenant du vide.

Spectrographe à réseau tangent de M. Thibaut. — Dans ce spectrographe, le rayonnement à étudier est envoyé tangentielle-ment au réseau; dans ces conditions on peut descendre beaucoup plus bas dans l'échelle des longueurs d'onde, même avec un réseau n'ayant que quelques centaines de traits par millimètre. On peut étudier ainsi photographiquement les radiations de

courte longueur d'onde comprises entre l'ultra-violet extrême et les rayons X.

Devant la fente on peut placer soit une chambre d'étincelles, soit un tube à rayons X mous.

Oscillographe cathodique Dufour. — Avec les oscillographes ordinaires, on se trouve généralement arrêté pour l'examen visuel ou pour l'enregistrement photographique des phénomènes électriques rapidement variables vers les fréquences de quelque milliers par seconde par suite de l'inertie des pièces mécaniques mises en mouvement (petits cadres, fils, miroirs, etc...). Pour enregistrer des phénomènes plus rapidement variables, M. Dufour, reprenant le principe de fonctionnement du tube de Braun, utilise comme dispositif d'inscription un faisceau de rayons cathodiques dont l'inertie, pratiquement nulle, permet l'enregistrement d'oscillations atteignant plusieurs centaines de millions par seconde.

L'appareil représenté figure 7 se compose d'une cloche en bronze A à l'intérieur de laquelle on fait le vide toujours à l'aide d'une pompe moléculaire M. La cloche est surmontée de 2 tubes, un tube déviateur D_1 et un tube producteur du faisceau de rayons cathodiques D_2 . A l'intérieur de la cloche se trouve, suivant la fréquence des oscillations à enregistrer, soit un tambour tournant sur lequel est monté un film photographique, soit un magasin contenant 6 plaques photographiques commandées de l'extérieur par l'intermédiaire d'une clé à rodage conique. Ce tambour et ce magasin de plaques sont surmontés d'un écran fluorescent permettant l'examen à l'œil à travers un regard de l'amplitude des oscillations à enregistrer. Une fois le vide nécessaire obtenu à l'intérieur de la cloche, on alimente le tube sous une tension de l'ordre de 20.000 à 40.000 V. Le faisceau de rayons cathodiques partant du centre de la cathode E traverse un trou d'aiguille F percé dans l'anode et vient impressionner l'écran fluorescent ou la plaque photographique. Sur son trajet devant le tube déviateur se trouvent les bobines B parcourues par le courant à analyser ou des petits condensateurs chargés sous la ten-

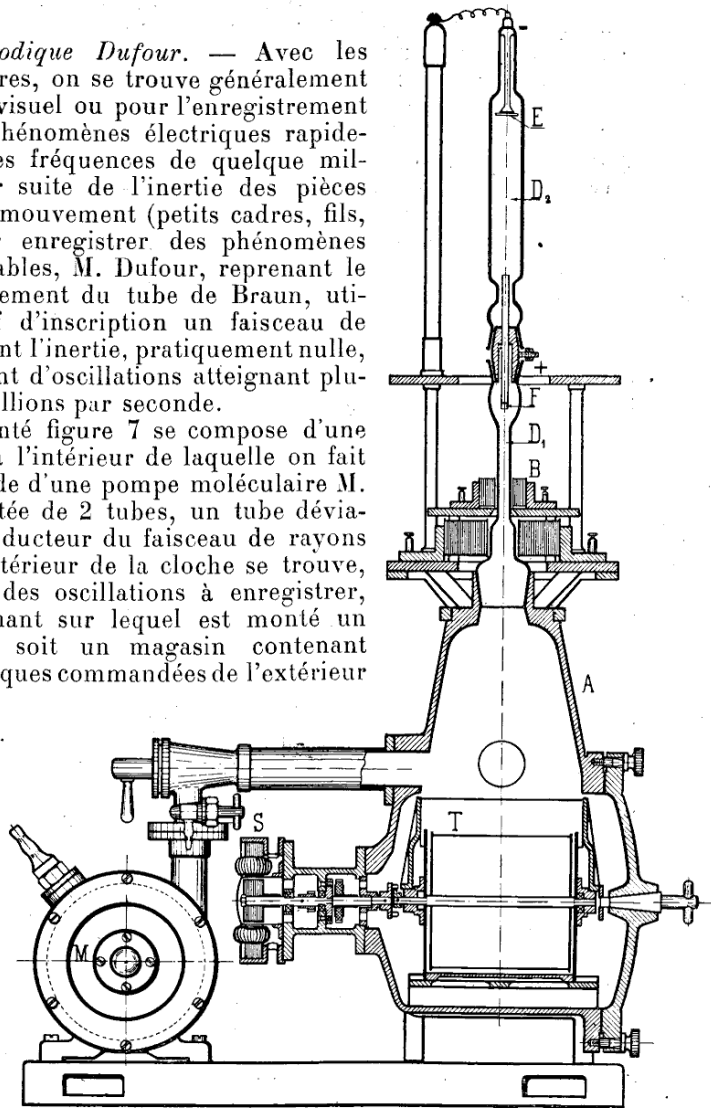


Fig. 7. — Oscillographe cathodique Dufour.

sion variable à enregistrer, le faisceau de rayons cathodiques étant déviable soit par un champ magnétique, soit par un champ électrique.

Lorsque l'on veut enregistrer des oscillations magnétiques ou électriques ne dépassant pas quelques milliers par seconde, on utilise le tambour tournant qui est entraîné de l'extérieur par un champ magnétique tournant S comme dans la pompe moléculaire Holweck et l'oscillation est enregistrée directement sur le film enroulé sur le tambour. Lorsqu'on veut enregistrer les fréquences comprises entre quelques milliers par seconde et quelques centaines de mille, on commence par dévier le faisceau cathodique à la fréquence 1.000 par exemple à l'aide d'un alternateur et perpendiculairement à cette inscription prise comme base on envoie le courant à examiner. La fréquence fondamentale de 1.000 s'inscrit sur le film tournant sous forme d'une sinusoïde sur laquelle se trouve inscrite la fréquence d'ordre supérieure.

Enfin, pour les hautes fréquences comprises entre le million et le milliard, le déplacement du film photographique devient absolument négligeable devant la vitesse qu'il faut donner au déplacement du faisceau de rayons cathodiques et l'on utilise des plaques photographiques fixes. Le déplacement du faisceau de rayons cathodiques s'obtient de la façon suivante :

On alimente le tube cathodique à l'aide d'un transformateur dont le primaire est branché sur le secteur alternatif. Un rupteur spécial commandé par un moteur synchrone permet de n'envoyer qu'une demi-alternance du secteur par seconde dans le transformateur; le tube cathodique s'allume donc une fois par seconde pendant une demi-alternance. Le même rupteur synchrone permet d'envoyer dans des bobines de balayage placées sur le trajet du faisceau de rayons cathodiques, une alternance complète du secteur au moment précis où le tube est allumé. De plus, on s'arrange à décaler ces deux courants d'alimentation du tube et de balayage d'autant près que possible de 90°, de façon que le champ de balayage soit nul au moment où le tube est allumé à son maximum. Le faisceau cathodique à cet instant précis n'est donc pas dévié, mais un peu avant il est fortement dévié d'un sens et un peu après fortement dévié de l'autre. Le faisceau de rayons cathodiques a donc traversé l'écran fluorescent ou la plaque photographique en un temps compris entre le $1/2.000$ et le $1/20.000$ de seconde. En même temps on envoie dans les bobines placées perpendiculairement aux premières ou dans un condensateur un courant oscillant de fréquence de l'ordre de quelques dizaines de mille par seconde ce qui s'inscrira sur la plaque sous forme d'une sinusoïde de base 50.000 par exemple et enfin perpendiculairement on enverra le courant à analyser de fréquence 10.000.000 par exemple.

(Un oscilloscope de démonstration, fonctionnant avec un rupteur synchrone de même modèle que celui qui est utilisé avec l'oscillographe cathodique Dufour, est mis en fonctionnement et permet de montrer, grâce à sa grande luminosité, à la salle entière, une courbe de fréquence 50.000 vue instantanément sans superposition des oscillations).

L'INDUSTRIE DE L'HUILE DE PÉPINS DE RAISINS

par M. J. BONNET, directeur du Service régional de l'Oléiculture, à Marseille ⁽¹⁾.

Introduction et historique. — La question de l'industrialisation des pépins de raisins date de longtemps, depuis le moment, pourrait-on supposer, où l'on a appris que ces graines contenaient de l'huile et, comme à cette époque, l'usage des dissolvants n'était pas connu, c'est par pression que furent obtenues les premières huiles dont parlent certains auteurs.

Il semble que ce soit en 1770, à Bergame, en Italie, que l'on commença à traiter des pépins, et depuis, on a signalé des opérations identiques un peu partout, jusque dans le Wurtemberg en 1787.

Les presses hydrauliques datent de quelques années après (vers 1800), et leur emploi n'ayant été adopté que plus tard en huilerie, nous ne savons pas quel était le pourcentage d'huile que l'on pouvait obtenir à ce moment, mais il devait être bien inférieur.

Depuis cette époque, on a signalé dans divers mémoires, le traitement des pépins de raisins dans des régions très diverses, en France, en Italie, etc., comme l'on parle parfois de certaines opérations qui souvent ont plus de valeur comme articles de journaux ou essais de laboratoires que comme réalité industrielle.

Plus tard, pendant la guerre et même après, on a signalé des milieux en France où l'on se livrait (ou plutôt où l'on s'était livré) au traitement des pépins, mais de tout ce qui précède seuls les documents relatifs à la composition des pépins et à l'étude analytique des huiles nous ont été utiles, car ils apportaient un élément intéressant à ceux que nous possédions, mais si nous n'avions pas eu une foi profonde dans l'avenir de l'industrie des pépins de raisins, les résultats obtenus en France jusqu'à ce moment, auraient été plutôt pour nous décourager et nous conseiller de renoncer à ce que nous désirions réaliser.

Nous résumons ainsi ce qui précède :

1° On ne connaît pas celui qui a décelé le premier la présence d'un corps gras dans les pépins de raisins, mais depuis très longtemps, on sait que ces graines contiennent de l'huile;

2° Les premières huiles obtenues ont dû être extraites par pression; le rendement ne devait pas être intéressant vu qu'à l'heure actuelle, même avec les moyens puissants dont nous disposons, il est impossible d'obtenir, au moyen des presses, beaucoup plus de la moitié de l'huile contenue dans les pépins;

3° Lorsque la pratique des dissolvants a été connue et employée, les industriels qui traitent les tourteaux d'olives et de graines oléagineuses ont songé à traiter des pépins, spécialement ceux qui traitent les grignons, car leurs usines pouvaient se trouver dans des milieux ruraux où la culture de la vigne présentait une réelle importance; mais ce traitement des pépins ne pouvait être qu'accidentel, car les appareils permettant de se livrer d'une façon réellement rationnelle à cette industrie n'existent que depuis peu;

(1) Adresse : 3, rue Goudard, à Marseille.

4° Les usines créées pendant la guerre en vue de la production de corps gras, ne pouvaient continuer économiquement leur exploitation, car leur installation avait précédé l'étude de la technique à suivre dans cette branche de l'économie agricole. Cette technique devait guider la création de l'usine; le contraire était une erreur réelle, qui fatalement devait conduire à l'abandon du traitement des pépins; c'est ce qui est arrivé;

5° La question des huiles de pépins n'était pas intéressante à étudier avant la guerre, car l'avitilissement des corps gras était général et l'on ne pouvait pas songer à fabriquer de l'huile avec les pépins, alors que les bonnes huiles d'olives se vendaient 1,50 fr le litre; actuellement et du fait de la guerre et des circonstances économiques, les rôles sont renversés: la pénurie des corps gras est réelle et durera longtemps.

C'est uniquement en prenant en considération ce fait, que nous avons jugé utile de répondre favorablement à ceux qui nous demandaient de mettre au point l'huilerie des pépins de raisins.

PREMIERS ESSAIS D'ÉPUISEMENT. — Nos fonctions à la Direction du Service de l'Oléiculture nous appellent fréquemment dans les moulins à huile coopératifs (60 à l'heure actuelle) ou particuliers et nous devons nous intéresser tous les instants à la production de l'huile d'olive et à l'utilisation des sous-produits (grignons). Ces derniers, qui contiennent 9 à 12 p. 100 d'huile et même plus, sont toujours vendus à des industriels qui en retirent par épuisement toute l'huile qu'ils contiennent.

Leur vente constitue le meilleur bénéfice de ceux qui traitent les olives et, si cette vente s'avilit, la fabrication de l'huile devient déficitaire (cours en 1926, 25 à 30 fr les 100 kg; 100 kg d'olives donnent 40 kg de grignons).

Ce fait se produisit le lendemain de la guerre et à ce moment, le Service de l'Oléiculture s'est attaqué au problème suivant: « Épuisement des grignons sur les lieux de fabrication des huiles vierges, étude par conséquent d'usines mixtes traitant les olives et les sous-produits qu'elles laissent. »

Après de nombreuses recherches dont nous ne ferons pas l'exposé, le problème était résolu sur toutes les questions principales (caractéristiques des futures usines, choix du dissolvant, méthodes de travail, etc.) lorsque le distingué Directeur des Services de l'Hérault, M. Pasquet, et l'Office agricole de ce département résolurent de reprendre la question des pépins de raisins: à ce moment rien ne permettait de dire que l'on allait enfin tirer parti d'une véritable graine oléagineuse perdue depuis longtemps, car les usines, qui s'étaient livrées à cette spéculation jusqu'à ce moment, n'avaient pas donné de bons résultats économiques; il est certain que si le contraire s'était produit, les essais futurs n'auraient pas commencé en utilisant la pression, comme nous allions le faire et, au lieu de revenir en arrière, nous aurions pris et suivi les résultats déjà acquis.

M. Pasquet nous demanda de prendre la direction des essais et nous laissa toute latitude à ce sujet.

Essais d'extraction d'huile des pépins de raisins par pression. — Ceux-ci eurent lieu à Aniane (Hérault), car ici se trouvaient placées côte à côte, deux coopératives, l'une de distillerie de marcs de raisins, la deuxième, oléicole.

Cette huilerie est munie d'un outillage puissant, trop puissant même pour le travail des olives, et ce milieu convenait parfaitement aux essais qui, conduits industriellement, devaient montrer: 1° s'il était possible avec un

matériel d'huilerie moderne d'obtenir de l'huile de pépins par pression : 2° de montrer aux industriels qui avaient des espérances sur cette spéculation, quel fond il fallait faire, à toutes les publications disant que les pépins de raisins pouvaient être traités comme les olives.

Dès le début, nous n'avons pas caché que nous allions au-devant d'un échec, car pour obtenir de l'huile de pépins par pression, il aurait fallu : 1° sécher complètement les pépins; 2° les réduire en poussière impalpable; 3° les additionner d'environ 25 p. 100 d'eau tiède, avant toute pression pour mobiliser l'huile.

Le matériel spécial nous faisant défaut pour arriver à remplir ces conditions, nous avons traité les pépins de raisins comme les olives et avons fait successivement les opérations suivantes :

Séparation des pépins des marcs. — Les marcs utilisés avaient servi à la fabrication des piquettes destinées à la distillation; ils contenaient encore de 45 à 50 p. 100 d'eau, lors de leur passage sur le sasseur ou séparateur.

Cet appareil se composait d'un crible disposé sur 4 tiges flexibles, auxquelles un mouvement de trépidation était donné par un moteur agissant sur un arbre coudé.

Cet appareil ne répondait pas au travail que nous lui demandions et 100 kg de marcs ne donnèrent que 14,5 p. 100 de pépins. Les essais portèrent sur 4.000 kg de marcs.

Les pépins contenaient encore des impuretés et, en pépins bien nettoyés, le rendement fut exactement de 12,36 p. 100.

Le marc ayant passé dans le séparateur fut soumis à l'analyse et il contenait encore 12 p. 100 de pépins. Par conséquent, sur une richesse en pépins de 24,36 p. 100, le premier sasseur utilisé laissait passer 50 p. 100 de graines.

La richesse de ces pépins était la suivante : eau 44 p. 100; huile 7,41 p. 100; acidité de l'huile 1,88 p. 100.

Après dessiccation complète des pépins à l'étuve, leur composition était la suivante : eau 0 p. 100; huile 13,20 p. 100; acidité 1,88 p. 100.

Pressurage des pépins. — Un lot de pépins fut placé dans le broyeur et soumis à l'action des meules (2 meules pesant chacune 1.000 à 1.200 kg); le travail de celles-ci fut excessivement pénible car elles calaient à chaque instant; on fut obligé d'opérer par petites quantités de 30 kg; le broyage dura 30 minutes par lot; 300 kg de pépins furent soumis à cette opération.

Le matériel de la coopérative d'Aniane est très puissant et en dehors du broyeur à 2 meules, il possède 3 presses hydrauliques de 40 cm (piston de 0,40 m) pouvant fournir un effort maximum de 300.000 kg sous le plateau de la presse hydraulique.

La pâte fut soumise à cette haute pression pendant près d'une heure; elle rendit de l'eau, mais pas d'huile; la richesse de la pâte, qui avant l'opération était de 13,20 p. 100 d'huile à l'état sec, descendit à 12,30 p. 100; pratiquement, le résultat était donc négatif.

Il faut dire que la trituration des pépins laissait à désirer; les meules des moulins à huile ne permettent pas, vu leur structure rugueuse et malgré leur poids considérable, de triturer les pépins comme c'est nécessaire; il aurait fallu rendre la poudre impalpable et disposer à cet effet d'un véritable matériel de meunerie.

Au laboratoire, cette pâte accusait : poudre impalpable, 30 p. 100; pépins non broyés, 70 p. 100.

Le moulinage, malgré tous nos soins et les efforts d'un personnel bien stylé, ne permit pas de mieux faire et déjà une première conclusion s'impose; avec le matériel usuel de nos huileries, même avec celui utilisé dans les moulins les plus modernes, nous pouvons faire beaucoup d'huile avec les olives, mais nous ne réussissons jamais avec des pépins.

La première opération ayant été négative, la pâte fut reprise, additionnée d'eau bouillante et replacée dans les scourtins. Les presses furent mises en marche, mais le résultat obtenu fut encore négatif; la richesse de la pâte en huile descendit seulement à 12,10 p. 100 à l'état sec. Le lendemain, la pâte de pépins fut replacée sur le broyeur et subit un nouveau broyage, elle fut ébouillantée et replacée dans les scourtins. Les presses furent mises une troisième fois en action et quelques heures plus tard, il ne restait qu'à constater l'insuccès de nos opérations: la pulpe de pépins contenait encore à l'analyse 11,90 p. 100 à l'état sec.

Toutes nos opérations avaient permis d'extraire à peine 1 p. 100 d'huile, c'est-à-dire, pratiquement rien, et les conclusions que nous avons formulées étaient les suivantes: « Nous sommes d'avis que l'idée de traiter les pépins par pression doit être abandonnée: 1° parce que cette opération nécessiterait l'achat d'un matériel trop coûteux; 2° parce qu'on laisserait dans les sous-produits ou tourteaux de pépins encore 5 à 6 p. 100 d'huile que nulle pression ne pourrait faire sortir de la masse. »

Il y avait donc lieu de songer au seul procédé rationnel, à celui de l'épuisement par les dissolvants. Cette méthode est certes connue et en usage depuis longtemps, mais les constructeurs n'ayant pas voulu admettre à ce moment que la petite annexe à l'usine rurale (moulin à huile, distillerie de marcs) était viable, nous avons tenu à démontrer le contraire à ceux qui étaient opposés à nos vues (constructeurs et épurateurs) et à montrer, aux organisations rurales, l'importance de l'épuisement des sous-produits de la vigne et de l'olivier.

Création d'une usine d'essais. — Le 28 juin 1921, à la réunion des offices agricoles de 12 départements du Midi, assemblés à Montpellier, nous avons expliqué cette question des pépins de raisins, devant toutes les personnes que la question intéressait et nous avons demandé un crédit de 50.000 fr sur états justificatifs, pour mettre en pratique nos idées; c'était peut-être un peu hardi de la part d'un fonctionnaire, de prendre pareille responsabilité, alors qu'il pouvait aboutir à un échec, mais la foi dans cette cause et les résultats obtenus après plusieurs années d'essais au laboratoire, nous firent oublier quelle responsabilité nous prenions. Le crédit demandé fut voté à l'unanimité.

L'usine d'épuisement d'essais fut installée à la Coopérative oléicole de Nîmes sous notre direction; elle fut modifiée dans tous ses détails au cours d'essais qui durèrent 6 mois.

Nous ne ferons pas l'historique de tous ces essais, mais nous mentionnerons simplement le plan d'études poursuivi durant ces opérations.

- 1° Pépins de raisins; leur richesse en huile;
- 2° Leur degré d'assèchement avec leur épuisement;
- 3° Surface à donner aux séchoirs;
- 4° Leur degré de pulvérisation avant leur épuisement;
- 5° Leur épuisement partiel et complet;
- 6° Influence de la température sur la rapidité de l'épuisement;
- 7° Richesse des pépins en huile selon leur époque de récolte;

- 8° Nature de l'huile au point de vue industriel;
- 9° Étude du dissolvant;
- 10° Son influence sur les pépins humides;
- 11° Les pertes de dissolvant au cours de l'épuisement;
- 12° Récupération du dissolvant;
- 13° La nocivité du dissolvant;
- 14° Richesse en éléments nutritifs des tourteaux de pépins de raisins;
- 15° Chaleur et vapeur nécessaires à l'épuisement.

Au cours de ces essais, avons-nous déjà dit, l'installation fut modifiée et les dépenses s'élevèrent à 90.000 fr au lieu de 50.000 fr prévus au début; elles furent couvertes par l'Office régional agricole du Midi et l'Office agricole du Gard, mais ce fut une dépense bien placée, car actuellement c'est grâce à elle que de nombreuses usines se sont créées et réalisent des bénéfices élevés.

Cependant cette usine n'était pas encore le modèle précis qui devait prendre place dans les coopératives de distillerie, car ses dimensions étaient trop réduites et bien des organes ne répondaient pas à ce que nous demanderions à un dispositif spécialisé dans le traitement des pépins, mais elle nous a permis de faire toutes les études nécessaires sur le matériel, le dissolvant, les méthodes d'épuisement; de montrer que l'industrie des pépins de raisins annexée aux coopératives de distillerie était viable, qu'elle devenait très rémunératrice lorsque l'on observait la technique que nous avions fixée, et elle a servi en quelque sorte d'image aux usines qui se sont créées.

Appareil ayant servi aux premiers essais. — Nous n'exposerons pas les caractéristiques de toutes les pièces qui composent ce petit appareil d'épuisement; nous dirons simplement que le fonctionnement du dispositif est simple, qu'un seul homme avec un chauffeur suffit à sa manœuvre, et que toutes les difficultés sont dans l'ouverture et la fermeture des robinets de remplissage, de vidange et d'évacuation.

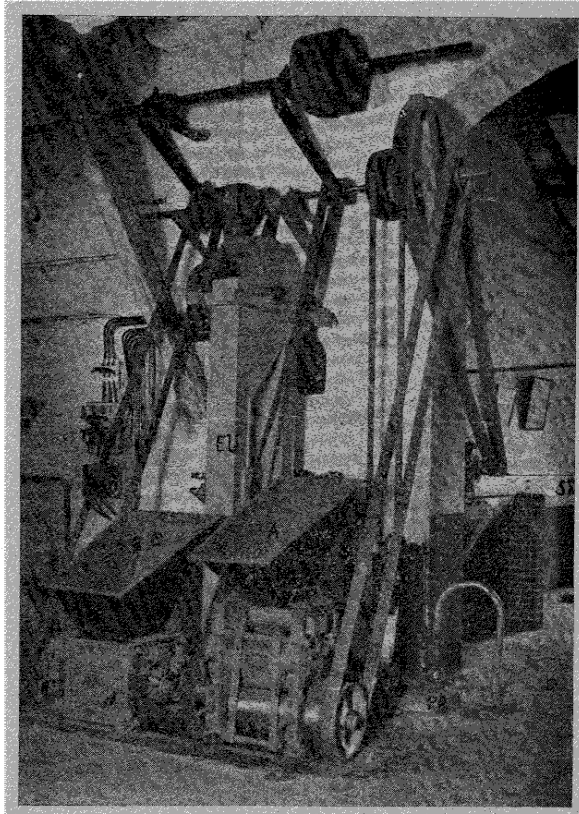


Fig. 1. — Usine d'essai de la Coopérative oléicole de Nîmes.
A, aplatisseur de pépins; — E émotteur de grignons; — EL, élévateur; — P, pompe à dissolvant; — S, séchoir.

En dehors d'un tuyautage reliant tous les appareils entre eux, le dispositif comprend :

1° Une chaudière destinée à produire la vapeur nécessaire à l'épuisement ; cette chaudière doit pouvoir utiliser les grappes des marcs.

2° Un séchoir. Cet appareil reçoit les pépins humides sortant du trieur et doit ramener leur degré d'humidité de 40 à 55 p. 100 parfois, à 15 p. 100. Il est formé par un canal demi-cylindrique à doubles parois, entre lesquelles

circule de la vapeur d'eau. A l'intérieur se trouve un arbre horizontal, muni d'anneaux formant vis d'Archimède ;

3° L'aplatisseur de pépins, formé de 4 cylindres lisses qui aplatissent les graines, sans les réduire en poussières trop fines ;

4° Deux extracteurs, pouvant contenir chacun 450 kg de pépins écrasés. Chacun d'eux a un volume de 800 à 850 l et est muni d'un serpentin de chauffe placé à sa partie inférieure et destiné à porter le dissolvant et la matière à traiter à une certaine température. La matière à épuiser prend place sur une grille recouverte d'une étoffe grossière. Ces extracteurs possèdent deux ouvertures, une supérieure pour le remplissage, une inférieure permettant l'évacuation de la matière épuisée.

Chaque extracteur communique avec l'autre extracteur, avec la chaudière, le distillateur, le réfrigérant et le bac à dissolvant ;

5° Le distillateur. Cet

appareil est formé par un cylindre ayant un volume de 400 l environ. Il est destiné à recevoir le solvant chargé de matières grasses. Il renferme un tube destiné à réchauffer la masse et à répartir la vapeur dans les liquides.

Des dispositifs spéciaux : niveaux, robinets de vidange, etc., etc., permettent de se rendre compte à chaque instant de la quantité de liquides à épuiser, de leur nature, de la quantité d'huile obtenue ;

6° Un réfrigérant multiple, communiquant avec les extracteurs et le distillateur, complète les principales parties de ce dispositif.

Les appareils qui, à la suite de nos essais, se construisent un peu par-

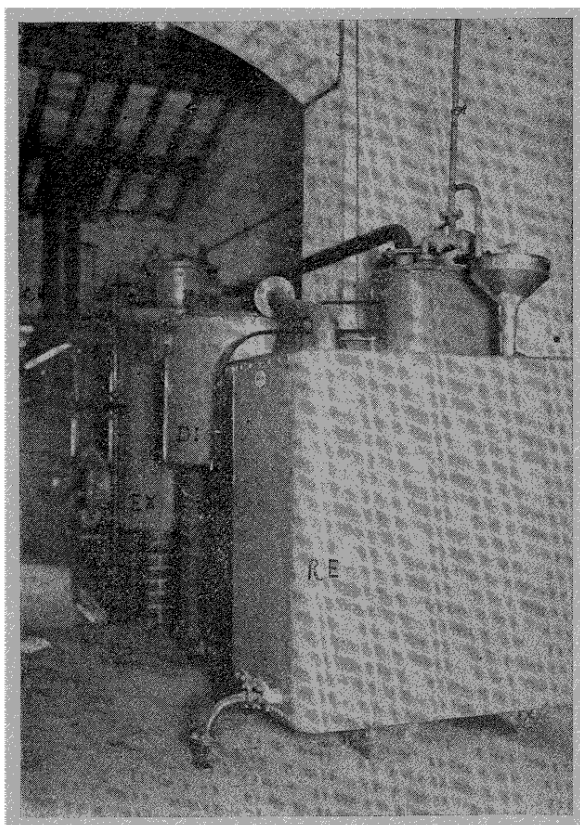


Fig. 2. — Usine d'essai de la Coopérative oléicole de Nîmes.

CH, chaudière ; — DI, distillateur ; — EX, Extracteur ; — RE, réfrigérant.

tout, ne se composent que d'un seul extracteur au lieu de deux, mais de volume bien plus considérable; celui-ci doit être suffisant pour contenir la moitié de la quantité de matières à épuiser en 24 heures; 2.500 kg par exemple si l'usine doit traiter 5.000 kg de pépins en 24 heures.

Nous n'expliquerons pas comment fonctionne ce dispositif, mais nous indiquerons le principe général de l'épuisement, après que nous aurons parlé du dissolvant que nous avons conseillé.

Dissolvant. — Les usines sont utilisées, jusqu'à ce jour : le sulfure de carbone, la benzine, le tétrachlorure de carbone, etc., mais ces produits présentent, pour des usines rurales, des inconvénients qui nous les ont fait abandonner.

Le sulfure de carbone est très inflammable et prend feu spontanément à l'air libre à 160°; grâce à la forte tension de ses vapeurs il peut s'enflammer à distance; son odeur est désagréable.

La benzine présente les mêmes inconvénients, et ces fâcheuses propriétés nous faisaient un devoir de l'évincer d'un milieu où les habitués (des cultivateurs ordinairement) manqueront toujours de prudence.

Le tétrachlorure de carbone se décompose assez facilement, sa récupération est assez difficile et il attaque les métaux.

L'emploi des dissolvants inflammables est de plus soumis à certaines règles qui auraient rendu leur emploi difficile pour nous, car toutes les usines sont toujours dans les agglomérations rurales; il aurait été de plus onéreux, car les huileries auraient dû subir des contrats d'assurances très élevés contre le feu et les accidents de personnes.

C'est en 1917 que nous avons songé comme dissolvant au trichlorure d'éthylène ou trichloréthylène C^2HCl^3 .

Les premiers essais avec ce produit avaient été faits en 1910, même avant peut-être, mais ces derniers n'avaient pas donné les résultats désirés car les appareils avec lesquels on les pratiquait étaient construits pour des dissolvants à vapeurs moins lourdes que celles du trichloréthylène.

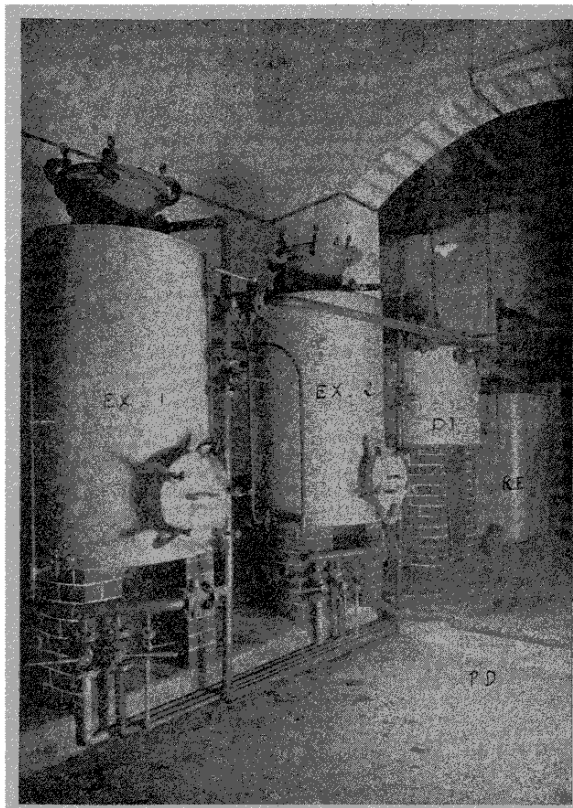


Fig. 3. — Usine d'essai de la Coopérative oléicole de Nîmes. DI, distillateur; — EX.1 et EX.2, extracteurs; — RE, réfrigérant; — PD, puits à dissolvant.

D'autre part, on se souciait peu de mettre sur les rangs un nouveau dissolvant : dans ces conditions, ceux qui auraient pu le fabriquer ne le faisaient pas, car son utilisation étant problématique, son prix était alors inabordable pour une industrie pauvre, à vulgariser.

Il était alors indispensable de réaliser des essais, et pour cela montrer le petit dispositif d'épuisement qui n'existait nulle part et, si celui-ci donnait les résultats espérés, provoquer rapidement l'emploi du dissolvant afin de faire établir la concurrence entre les fabricants et en faire baisser le prix.

En 1921, lorsque nous avons réellement lancé ce dissolvant en France, son emploi était, avons-nous dit, à zéro ; aujourd'hui son emploi se chiffre par centaines de tonnes.

De 1917 à 1920, nous avons étudié ce dissolvant, et nos essais ont porté sur les points suivants :

- 1° Degré d'épuisement sur les divers corps gras ;
- 2° Puissance d'épuisement des divers corps gras, à l'état sec et à l'état humide ;
- 3° Son action sur les métaux ;
- 4° Son action sur les matières grasses.

Et lorsque nous eûmes reconnu ses réelles qualités, nous avons parlé de ce produit au cours d'une réunion des offices agricoles, le 28 juin 1921.

Le nom de ce dissolvant fut une révélation pour beaucoup, car s'il était connu comme produit de laboratoire, personne ne supposait dans nos milieux agricoles qu'il puisse avoir un emploi en huilerie ; s'il avait été déjà essayé, les résultats obtenus avaient été inférieurs, et, c'est seulement depuis que nous avons fait construire le petit appareil d'épuisement type, à la Coopérative oléicole de Nîmes, que son emploi s'est réellement développé.

Le trichlorure d'éthylène, comme tous les dérivés riches en chlore de l'éthylène et de l'éthane, est ininflammable, incombustible, inexplosible ; il éteint même les foyers allumés.

Ses caractéristiques sont les suivantes :

Formule chimique	: C_2HCl_3
Poids moléculaire	: 131,4
Poids spécifique	: 1,471
Point d'ébullition	: 87°
Point de congélation	: — 73°
Chaleur d'évaporation	: 56 calories.

Ce corps a peu d'action sur les métaux et depuis 5 ans que l'usine d'essais a été créée à Nîmes, le dissolvant n'a pas quitté son bac en métal ; celui-ci ne paraît pas souffrir de ce contact permanent.

Cependant, il est assez sensible à la lumière, et au laboratoire nous devons le conserver en flacons colorés ; dans les usines, il est placé dans des bacs métalliques en sous-sol, à un plan inférieur à l'installation ; il doit toujours être recouvert par une couche d'eau de 20 à 30 cm pour empêcher les pertes sous forme de vapeurs.

Il a un pouvoir dissolvant supérieur à tous les autres produits employés et possède la grande propriété de dissoudre sans inconvénient les corps gras des matières contenant jusqu'à 15 à 20 p. 100 d'humidité.

Il ne laisse aucun résidu dans les huiles extraites ; les pertes subies sont donc très petites et nous arrivons régulièrement à une perte qui ne dépasse pas 4 kg par 100 kg d'huile produite.

L'épuisement des corps gras est réalisé d'une façon presque complète, en ne laissant que 0,5 à 1 p. 100 d'huile dans les pépins traités; en définitive, le trichlorure d'éthylène peut remplir un rôle partout où la température de volatilisation intervient.

Le rural ne pouvant être mis en présence d'une usine d'épuisement que si le dissolvant employé était incombustible, ininflammable, inexplosible, sans aucun danger pour lui, par contact, par respiration des vapeurs; ce dissolvant pouvant épuiser les corps un peu hydratés (fait dont l'importance est considérable pour des usines destinées à être dirigées par des ouvriers, toujours excellents praticiens, mais souvent inexpérimentés dans l'examen d'une matière); sa stabilité étant bonne, l'extraction facile et rapide, l'hésitation n'était plus possible et, malgré les inconvénients qu'il y avait pour nous de faire intervenir sur le marché un nouveau dissolvant, cela contre les intérêts des industries fabriquant les autres solvants, nous n'avons pas hésité un instant.

La pénétration de ce dissolvant dans nos milieux agricoles de France et de l'Afrique du Nord est aujourd'hui un fait accompli.

Le dernier grief que l'on fait au trichlorure d'éthylène est le suivant : la capacité de fabrication de ce dissolvant étant limitée, forcément la vulgarisation qui en est faite, le sera aussi; ce fait n'a aucune valeur, car en même temps que cet argument était lancé, les fabricants nous faisaient tenir, sur notre demande, une pièce disant : « que leur production était capable de répondre à tous les besoins, à toutes les demandes, et qu'ils agrandissaient leurs installations pour intensifier encore cette production ».

En terminant ce chapitre, nous faisons remarquer que, si nous conseillons le trichlorure d'éthylène pour nos installations rurales, et pour les raisons que nous avons fait connaître, tous les autres dissolvants connus et employés peuvent être utilisés avec succès dans l'industrie des pépins de raisins.

INDUSTRIE DE L'HUILE DE PÉPINS DE RAISINS.

Les pépins de raisins ne peuvent être industrialisés par de grandes usines; l'usine doit être rurale et installée là seulement où le stock de marcs le permet.

— En matière d'épuisement de pépins, l'idée suivante nous a guidé : l'usine doit aller vers la matière, là où la quantité de marcs est suffisante pour faire vivre une usine.

Si cette quantité est insuffisante, il faut s'abstenir de toute installation, car, vu la cherté des transports, celui des marcs est impossible; c'est d'ailleurs pour cette raison que les usines d'épuisement pour grignons n'ont jamais songé sérieusement, jusqu'à ce jour, à traiter les pépins.

Les marcs en tas contiennent 55 à 60 p. 100 d'eau; leur transport deviendrait une folie; moins humides leur transport serait toujours onéreux, car c'est une matière pauvre dont 33 à 34 p. 100, constitués par les rafles, n'ont aucune valeur.

Si la séparation des pépins des marcs se faisait aux lieux de production, on pourrait songer au transport des pépins seulement, mais cela n'est possible que si les pépins sont traités de suite, car mis en tas, ils moisissent et donnent des huiles très acides; cette condition n'est jamais réalisable pour une usine industrielle car elle doit toujours avoir devant elle des disponibilités de travail.

Donc l'usine doit être rurale; mais nous estimons qu'elle ne doit pas être

créée, si sa période de travail ne présente pas une assez longue durée; nous conseillons des installations pouvant traiter 2.400 à 2.500 kg de pépins en 24 heures, à côté de stocks de marcs qui ne seront jamais inférieurs à 1.500.000 — 2.000.000 kg, soit ceux de 100.000 — 130.000 hl de vin; la pratique acquise dans les usines d'extraction existantes nous permet d'être précis sur ces derniers chiffres.

Plus petites, les installations n'utilisent pas bien le personnel (dans ce cas, deux hommes seulement par équipe, un à la chaudière, un au dispositif d'épuisement); plus grandes, elles exigeraient un personnel plus considérable, et l'on ne peut songer à celles-ci que si le stock de matières à traiter était réellement élevé.

Si nous envisageons un stock de marcs de 2.000.000 kg nous aurons à traiter, ainsi que nous l'expliquerons plus loin, 300.000 kg de pépins à 15 p. 100 d'humidité, soit 4 mois de travail, mais cette même usine pourrait servir pour un stock de 3.000.000 kg de marcs ou 400.000 kg de pépins, soit 160 jours de travail.

Au-dessus de cette quantité, nous sommes d'avis d'établir des dispositifs de plus grande capacité, car il ne faut pas oublier que durant 3 mois au minimum, les vendanges et la distillation empêchent les travaux d'épuisement, que les dimanches et les jours fériés on peut se voir obligé d'interrompre les travaux dans les usines.

Nous ferons remarquer en dernier lieu, que si une usine travaille d'une façon intensive, si son amortissement porte sur un plus grand nombre de jours, les bénéfices seront toujours plus élevés.

Le stockage des marcs lavés ou distillés. — Un des grands obstacles à l'industrialisation plus complète des pépins de raisins était la difficulté de leur conservation, car jusqu'en 1923, nous supposions que les marcs ne pouvaient être conservés qu'en cuves, c'est-à-dire à l'abri de l'air, pour conserver aux pépins leurs principales qualités.

Le stockage des pépins étant impossible, car il est très difficile de les défendre contre les moisissures, l'industrie des pépins semblait être arrêtée dans beaucoup de milieux par l'impossibilité de stocker les pépins et les marcs, et réalisable seulement là où la masse des marcs était suffisante sur le même lieu.

En 1923 et 1924, des marcs furent placés en cuves et en tas en plein air à la coopérative « la Catalane de Perpignan »; le rendement en huile des pépins fut le même au début des essais, mais il augmentait à mesure qu'une dessiccation se produisait dans la masse en plein air, et que les pépins passaient du rouge au brun; donc la conservation des marcs à l'air est avantageuse lorsque le stockage des marcs s'impose.

Les essais donnèrent les résultats suivants :

Pépins rouges des marcs conservés en cuves (après 3 mois), richesse en huile 11 à 12 p. 100;

Pépins bruns des marcs conservés en tas en plein air (après 3 mois), richesse en huile 13-14 p. 100.

Nous devons ajouter que ces marcs avaient été acidifiés à la cuve pour en extraire le tartrate de chaux.

Les huiles extraites possédaient la même acidité.

L'intérêt de l'expérience de la Catalane est très important, car elle permet de dire que les distilleries peuvent laisser les marcs lavés et distillés en plein air, dans l'attente de la séparation des pépins; la création d'usines d'épui-

sement devient alors possible entre des organismes distincts, peu éloignés cependant, car les appareils de triage pourront traiter les stocks de marcs, les uns après les autres.

Nous ajoutons que les tas de marcs doivent être élevés et aussi pressés que possible; l'on assure leur conservation, dans le cas de distillation directe des marcs sans acidification pour le détartrage, en les arrosant légèrement avec une solution d'acide chlorhydrique de 1,5 à 2 p. 100 lors de la mise en tas.

Si les marcs étaient traités de suite après leur distillation et si l'on conservait les pépins en cuves dans l'eau, en attendant leur épuisement, l'on obtiendrait des huiles neutres de très grande valeur, sans avoir pour cela plus de difficultés dans leur séchage, mais la répartition du personnel serait mauvaise: il serait trop nombreux l'hiver, presque absent l'été et l'organisme économique des coopératives serait compromis.

Le triage des pépins de raisins. — C'est ici la question la plus délicate, car le fait de retirer d'une masse contenant 50 à 60 p. 100 d'humidité, des graines emprisonnées dans des enveloppes très adhérentes, n'est pas chose commode.

Les premiers qui se sont occupés de retirer les pépins des marcs ont utilisé la fourche et les cribles à mains; avec ces procédés, on retirait des marcs, à peine 10 kg de pépins sur 23 à 25 kg qu'ils contiennent par 100 kg.

Mais ces pépins étaient si sales que l'on a jugé indispensable dans la suite, l'emploi des tarares ventilateurs pour débarrasser les pépins de leurs impuretés; il était alors nécessaire de faire sécher au préalable la masse au soleil, car l'action des ventilateurs aurait été nulle sur des corps trop humides.

Après, on a employé le sasseur-vibrateur; il était composé d'un crible horizontal porté par 4 lames métalliques en acier, placées verticalement, auxquelles un arbre coudé imprimait un mouvement saccadé et rapide; c'est cet appareil qui a été utilisé pour produire, au cours de la guerre, les pépins que l'on destinait à l'épuisement; c'est le même que nous avons mis en œuvre au cours de nos premiers essais à Aniane.

Nous avons retiré avec cet appareil, sur 100 kg de marcs, avons-nous déjà dit, 12 kg de pépins seulement, alors que les marcs en contenaient plus de 24 p. 100.

C'était trop peu; ce n'est que le jour où l'un des directeurs d'une coopérative d'épuisement de pépins songea à égrapper les marcs (pour ceux provenant de vendanges non égrappées), et à soumettre à l'action d'un pressoir continu les pulpes, que nous avons pu espérer l'heureuse solution du problème du triage rationnel des pépins de raisins.

Sous l'action du mouvement giratoire des vis du pressoir continu, les pulpes sont d'abord légèrement asséchées, puis sont réduites en poussières et les pépins sont libérés.

Un premier constructeur étudia alors un trieur muni de trommels concentriques, qui, recevant le mélange pulpe-pépins du pressoir, séparait les deux parties, soumettait les pépins à l'action d'un ventilateur et de brosses métalliques et permettait de recueillir 20 p. 100 de graines débarrassées de toutes impuretés.

Cet appareil ne donnant pas un rendement suffisant, un autre constructeur remplaça les trommels cylindriques par des cribles horizontaux et, jusqu'à ces derniers temps, c'est cet appareil que nous avons conseillé.

Mais ces dispositifs présentent plusieurs inconvénients: l'utilisation d'un

pressoir continu est encombrante, ne permet que difficilement le déplacement d'un matériel de triage, et elle est très coûteuse du fait de l'usure rapide des vis centrales du pressoir; une installation de triage comprenant un pressoir continu, un égrappoir et un trieur nécessite une force de 15 à 18 ch, ce qui est élevé.

A la Catalane de Perpignan, le matériel de triage est bien établi sur cette base, mais le trieur, que nous dénommerons « type Catalane » est issu des travaux et recherches du distingué directeur de la Coopérative, notre excellent ami M. Moiset, et de ses collaborateurs.

Il comprend seulement l'armature de l'ancien trieur à trommels cylindriques, sur laquelle un dispositif a été établi de toutes pièces; cet appareil fait un travail parfait, mais l'installation générale, en dehors de son prix élevé, présente les deux inconvénients signalés plus haut : dépense considérable de force, usure rapide des vis de la presse.

Pour vaincre ces difficultés, un nouveau trieur a été essayé ces derniers temps et a donné de bons résultats. Il comprend un élévateur qui conduit les marcs dans un égrappoir, placé au-dessus du trieur et qui fait corps avec lui; cet égrappoir peut être supprimé, lorsque l'on a à traiter des marcs de vendanges égrappées.

Les pulpes débarrassées des grappes sont réunies dans une cage où se trouve une série de tiges ou couteaux mobiles, presque libres sur un arbre horizontal, qui ont pour fonction de diviser les pulpes et libérer les pépins.

Des cribles horizontaux et des brosses métalliques les débarrassent complètement de tous les débris de pulpes et l'on obtient ainsi 20-21 p. 100 de pépins propres, prêts à passer à l'usine d'épuisement.

Cependant avant de vulgariser ce trieur nouveau, nous désirons faire des essais sur marcs frais, au début de la prochaine récolte de 1927.

Ce nouveau trieur, muni d'un moteur électrique, n'exige qu'une force de 8 à 10 ch, ne demande plus l'emploi d'un pressoir continu et peut se déplacer très facilement.

Richesse des marcs en pépins et des pépins en huile. Production de 100 kg de marcs. — Les marcs de vendanges ordinaires contiennent par 100 kg : 33 à 34 p. 100 de grappes et 66-67 p. 100 de pulpe et pépins.

Après passage dans le trieur, ces 100 kg de marcs se décomposent ainsi : 33-34 p. 100 de grappes; 20-22 p. 100 de pépins; 45-47 p. 100 de terreau de marcs (débris de pulpe).

Le stock minimum de marcs que nous avons fixé pour le fonctionnement normal d'une usine, soit 1.500.000 kg, donnerait donc en produits utiles : 300.000 kg de pépins au minimum et 600.000 kg de pulpe-engrais.

En vérité nous devons dire que ce stock de pépins devra être séché avant son traitement, perdre 30 p. 100 d'humidité et son poids se réduire à 200.000 kg environ; sur cette quantité nous obtiendrons environ : 12,5 p. 100 d'huile, soit 25.000 kg et il restera 175.000 kg de tourteaux qui, mélangés au terreau de marcs, rendu impalpable par les opérations de triage, formeront une masse totale d'engrais de 750.000 à 800.000 kg.

Donc 1.500.000 kg de marcs laisseront 25.000 kg d'huile environ et près de 800.000 kg d'engrais.

Nous dirons pour ceux qui envisagent la production des sous-produits par rapport aux vins récoltés, qu'un hectolitre de vin laisse de 13 à 25 kg de marcs pour les vendanges non égrappées et de 8,50 kg à 16,50 kg (soit 66 p. 100 du rendement précédent) pour les marcs des vendanges égrappées.

Les marcs en tas contiennent de 45 à 60 p. 100 d'humidité et peuvent donner pratiquement : les marcs non égrappés 20-22 p. 100 de pépins, les marcs égrappés 32-33 p. 100.

Le stock de pépins utiles sera celui ramené à 15-20 p. 100 d'humidité; approximativement il sera de 150.000 kg par 1.000.000 kg de marcs non égrappés et de 200.000 kg par 1.000.000 kg de marcs provenant de vendanges égrappées.

Au cours des opérations, les grappes servent de combustible et permettent une économie de charbon, les pépins sont dirigés vers les séchoirs et le terreau est mis en tas.

Si le marc brut est considéré comme sans valeur ou presque, car sa décomposition est trop lente et son transport onéreux sur les terres, il n'en est plus ainsi pour les terreaux provenant des pulpes, car ceux-ci sont dans un état pulvérulent qui rend leur assimilation plus rapide; ces matières sont toujours vendues très rapidement.

La richesse moyenne du mélange terreau de pulpe-tourteaux de pépins se rapproche de la suivante :

Azote	2 à 2,5	p. 100
Acide phosphorique	0,15 à 0,25	—
Potasse	0,500 à 0,600	—

LA PRATIQUE DE L'ÉPUISEMENT DES PÉPINS. — Nous ferons cette étude en envisageant seulement le petit dispositif, celui qui doit traiter 2.400-2.500 kg de pépins en 24 heures, car les petites installations, celles qui distillent moins de 2.000 à 3.000 t de marcs par an, sont la majorité.

L'installation comprendra :

Une chaudière de 30 m² de chauffe; elle consommera 1.200 kg de charbon en 24 heures;

Une force électro-motrice de 8 à 10 ch;

Une quantité de dissolvant au début (trichlorure d'éthylène) de 3.000 l, soit environ 4.500 kg;

Une disponibilité en eau de 3 m³ à l'heure pour le réfrigérant. Cette eau n'est jamais souillée et peut être renvoyée dans n'importe quel ruisseau; dans les milieux où l'eau fait défaut, la même peut toujours servir, après refroidissement dans de grands bassins.

Un matériel d'épuisement complet peut être logé dans un local de 8 m sur 10 m, haut de 4 m, sans plancher, avec lanterneau de 7,50 m pour passage de la trémie de l'extracteur.

Principe du procédé. — En présence d'une matière contenant de l'huile le dissolvant absorbe le corps gras; cette absorption est d'autant plus rapide que la température du milieu est plus élevée et la matière peu hydratée.

Le mélange est ensuite conduit dans un appareil où, grâce à une température élevée, le dissolvant, qui bout à 87°, distille, et passe dans le réfrigérant avec la vapeur d'eau provenant de la matière à épuiser (si celle-ci est hydratée); la séparation du dissolvant d'avec l'huile est d'autant plus rapide que la vapeur d'eau est en plus faible quantité, c'est-à-dire que la matière à épuiser est plus sèche. Celle des pépins sortant des séchoirs n'est pas supérieure à 15-18 p. 100; à ce degré d'humidité, l'épuisement est toujours facile.

Lorsque le pépin est épuisé, on doit le débarrasser du dissolvant qu'il

retient (environ 500 à 540 kg par 1.000 kg de pépins écrasés), afin de réduire au minimum les pertes de celui-ci.

L'opération comprend donc deux périodes : 1° l'épuisement des pépins écrasés; 2° la récupération du dissolvant qui imprègne le tourteau de pépins.

La durée de ces deux périodes varie avec la masse de matières soumises chaque fois au traitement; elle n'est pas supérieure à 12 heures pour 1.200 kg de pépins; on peut donc, en traitant 2.400-2.500 kg de pépins en 24 heures, faire deux opérations par jour et construire des appareils qui suffiront pour traiter 1.200 kg de matières seulement à la fois.

Opérations. — Lorsque les pépins sont évacués du trieur, il sont conduits aux séchoirs; pour l'installation envisagée dans cette étude, 20 m de séchoirs seraient nécessaires; il faudrait les placer contre un mur en 2 ou 3 tronçons et disposer entre eux un crible trommel qui débarrasserait les pépins des poussières qui pourraient encore les souiller.

Ces séchoirs sont formés par deux enveloppes en tôle, demi-cylindriques, entre lesquelles circule de la vapeur d'eau. À la partie intérieure, un arbre muni de vis sans fin en cornière, fait diriger dans le sens que l'on désire la matière à sécher.

D'un côté un élévateur conduit les pépins entiers au séchoir supérieur, de l'autre côté, les pépins secs tombent dans l'aplatisseur; les pépins écrasés sont alors conduits par un deuxième élévateur dans la trémie de l'extracteur.

Cette trémie peut recevoir 1.200 kg de pépins écrasés, soit la charge d'un extracteur; elle se remplit donc deux fois par 24 heures.

L'extracteur est constitué par un cylindre en tôle d'acier comprenant à la partie inférieure, au-dessous de l'ouverture de vidange, une plaque percée que l'on recouvre d'une toile grossière maintenue sur les bords par un cercle en fer, afin d'empêcher les fragments de pépins, de venir entre les tiges du serpentín ou à l'ouverture de certains conduits.

Il communique avec la chaudière par deux tubes de vapeur, l'un plein formant serpentín, destiné à chauffer le dissolvant, l'autre (tube ou simplement ouverture dans l'extracteur) percé de trous, permettant au moment voulu, de mettre la vapeur sous pression en contact direct avec la masse à épuiser.

Il communique aussi avec le distillateur et le réfrigérant.

Lorsque l'extracteur est plein de pépins écrasés, on ferme l'ouverture de remplissage; on ferme les robinets 8 de vidange (fig. 5), 7 de vapeur libre et 4 de communication avec le réfrigérant, mais on ouvre aussi le robinet 1 et on fait actionner la pompe à dissolvant; on ouvre aussi le robinet de vapeur de chauffe 6 et le robinet 3 de communication avec le distillateur.

Le dissolvant traverse, à une température de 60 à 70°, la matière à épuiser et, la pompe continuant à fonctionner, il passe chargé d'huile par le robinet 3 dans le distillateur.

Le volume du distillateur est la moitié de celui de l'extracteur.

Il possède un tube de chauffe formant serpentín de très grande dimension, et il se trouve en relations avec la chaudière par le robinet 5; celui-ci est ouvert aussi, afin de porter la température du mélange dissolvant + huile + vapeur d'eau aussi près que possible de 100°.

Le liquide pénétrant dans le distillateur s'élève aussi dans le tube à niveau et la pompe est arrêtée lorsque les liquides arrivent au quart environ de la hauteur de ce récipient.

Il faut en effet éviter une montée trop rapide du mélange trichlorure + huile + vapeur d'eau dans le distillateur, car les liquides formant des mousses et cela d'autant plus que la matière est hydratée, il y aurait à craindre que l'huile soit entraînée dans le réfrigérant et ensuite dans le bac à dissolvant. Ce fait ne serait pas bien grave, mais il vaut mieux éviter cet ennui, afin que le dissolvant logé en bac soit toujours pur.

Sous l'influence d'une température élevée, le dissolvant, qui se transforme en vapeurs à 87°, distille rapidement et, dès que l'on voit, grâce au tube à niveau, que la couche des liquides devient faible dans le distillateur, on met la pompe en marche pour faire monter du solvant neuf dans l'extracteur et faire écouler celui chargé d'huile dans le distillateur. Ce lavage et cette distillation durent de 4 à 5 heures; on s'aperçoit que le dissolvant ne contient

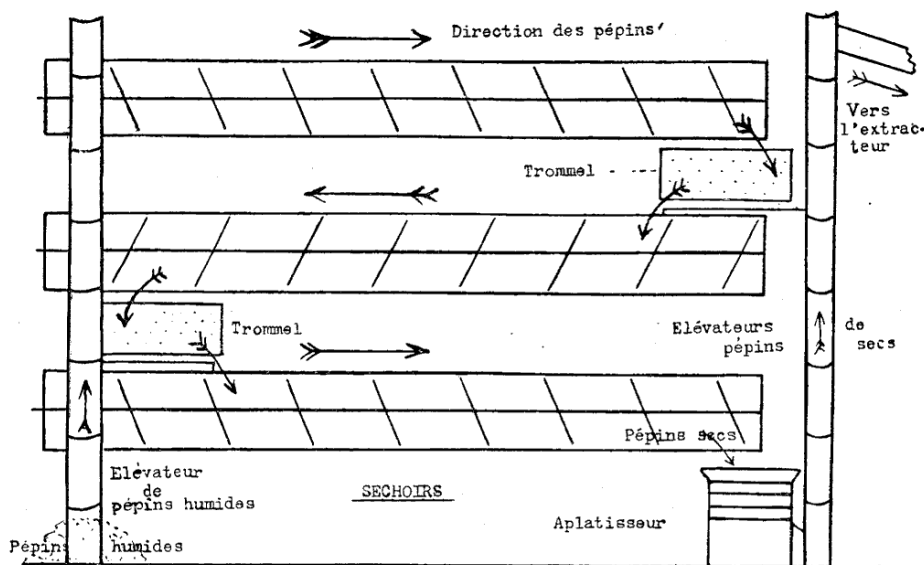


Fig. 4. — Appareil à sécher les pépins de raisins.

plus d'huile, c'est-à-dire que la matière est épuisée, lorsqu'une goutte de liquide, recueillie au robinet de prise de liquide, sur un papier à cigarette, ne fait plus tâche d'huile; la pratique est vite acquise à ce sujet.

A ce moment on ferme le robinet 3, on ouvre le robinet 8 et on débarrasse l'extracteur de tout liquide; celui-ci ne contient plus de matières grasses et il rejoint son bac d'origine. Les robinets 7 et 4 étant ouverts, la vapeur sous pression pénètre dans la masse des pépins épuisés, elle entraîne celles de trichloréthylène et ce mélange de vapeurs passe dans le réfrigérant.

Ces vapeurs viennent se condenser comme celles qui sortent du distillateur dans le réfrigérant, et le mélange trichlorure d'éthylène + eau vient dans le bac à dissolvant, mais l'eau étant moins dense (1 contre 1,47) reste à la surface; lorsqu'il y a trop-plein, elle est évacuée par un caniveau.

Le passage de la vapeur dans les pépins est nécessaire pendant 3 à 5 heures pour faire disparaître toute trace de solvant; on le reconnaît en ouvrant le robinet de prise de vapeur, disposé au-dessus de l'extracteur; à

l'odeur, et l'on ne s'y trompe pas, on se rend compte facilement que la vapeur d'eau ne contient plus de traces de dissolvant.

A ce moment on ferme les robinets 6 et 7, on ouvre l'ouverture de vidange et on retire les pépins épuisés.

On met ordinairement 12 heures pour remplir un extracteur, épuiser les pépins, les débarrasser des traces de dissolvant et vider l'appareil. A ce moment, on recommence l'opération.

La simplicité de l'opération est telle que les plus routiniers ont vite appris comment il faut opérer; c'est en définitive une question d'ouverture et de fermeture de robinets, après toutefois que les essais de mise en marche ont indiqué approximativement quelle doit être la durée du lavage des pépins

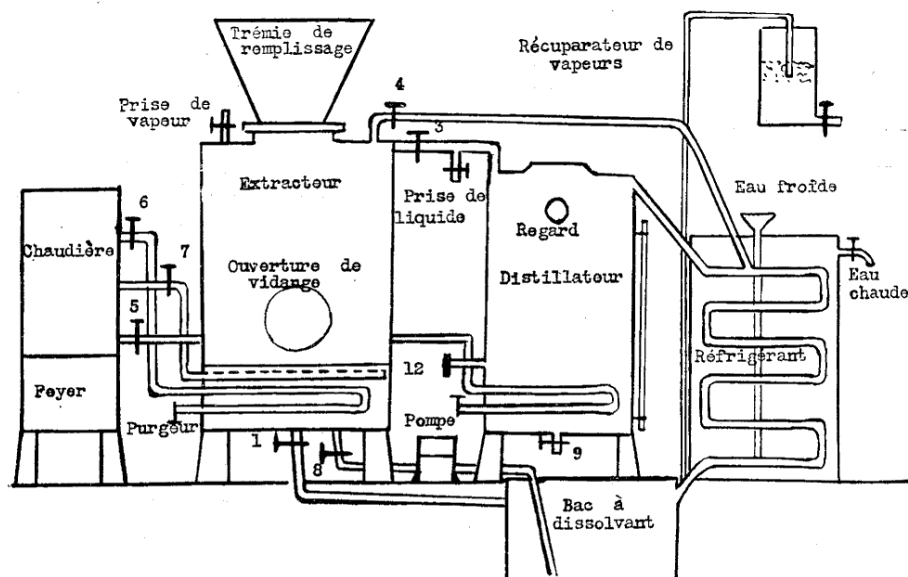


Fig. 5. — Schéma du dispositif d'épuisement.

avec le dissolvant et le temps nécessaire pour enlever toute trace de trichloréthylène dans la matière épuisée.

Toute installation est défectueuse si la matière n'est pas épuisée jusqu'à concurrence de 1 kg d'huile restante par 100 kg de pépins tout venants, tels qu'ils sortent des marcs à 50 p. 100 d'humidité et si les pertes de dissolvant sont supérieures à 0,5 — 0,6 kg par 100 kg de matières traitées. En général on ne perd pas plus de 4 kg de dissolvant par 100 kg d'huile produite et on ne laisse pas plus de 0,6 à 0,8 kg d'huile dans les pépins.

La distillation, ou mieux la séparation du dissolvant de l'huile, se poursuit continuellement dans le distillateur, même au cours des chargements et déchargements de l'extracteur; on peut soutirer l'huile lorsque le niveau du liquide reste constant dans le tube à niveau et lorsqu'une goutte d'huile tirée du distillateur ne dégage pas l'odeur caractéristique du trichloréthylène. L'huile est soutirée au moyen du robinet 9.

Lorsque les matières traitées sont trop hydratées, avons-nous déjà dit, il se forme une mousse très abondante dans le distillateur, et comme il se

pourrait que celle-ci pénètre dans le tube du réfrigérant et y entraîne de l'huile, il convient de faire tomber ces écumes dès qu'elles arrivent au niveau du regard de ce récipient; à cet effet, on ouvre le robinet 12 de prise directe de vapeur, et celle-ci, arrivant au milieu de la masse en ébullition, ramène les liquides à la hauteur normale.

Tous les dispositifs en fonction ont sur leurs tubes de circulation de solvant et de vapeur des soupapes de sûreté; celles-ci ne peuvent entrer en fonction que si, par oubli, on avait négligé d'ouvrir les robinets de circulation des liquides lorsque c'est nécessaire.

Enfin, pour éviter les déperditions de vapeur non condensée du dissolvant, un récupérateur de vapeurs est adjoint aux installations d'épuisement en fonction; celui-ci comprend un bassin plein d'huile où plonge un tube qui prend naissance à la base du réfrigérant; les vapeurs de solvant non liquéfiées montent dans ce tube et viennent s'absorber dans l'huile; celle-ci est repassée dans le distillateur lorsque, à l'odeur, on sent qu'elle contient une certaine quantité de trichlorure d'éthylène. L'utilité de ce récupérateur est contestable dans un dispositif bien aménagé, mais il ne faut pas oublier que ces appareils manœuvrés par des ruraux et qu'aucune mesure propre à assurer leur bon fonctionnement ne doit être négligée.

Le réfrigérant est commun à l'extracteur et au distillateur; c'est lui qui, dans certains milieux, là où l'eau fait défaut, peut occasionner le plus d'ennuis; mais en recueillant l'eau chaude dans des bassins où elle peut se refroidir rapidement, on peut avoir en réserve une quantité d'eau renouvelable pour le service du réfrigérant.

Celle qui sort du bac à dissolvant doit être évacuée, car elle peut contenir certains principes nocifs pour les métaux.

Personnel. — Il faut ordinairement 6 hommes pour l'appareil d'épuisement, soit 2 par équipe de 8 heures; un à la chaudière, un au dispositif d'épuisement; pour le triage des pépins 4 à 5 hommes sont nécessaires.

Le trieur ne doit travailler que le jour et produire alors en 10 heures par exemple, 4.000 kg de pépins à 45-50 p. 100 d'humidité, c'est-à-dire tels qu'ils sortent des marcs; après passage aux séchoirs ces pépins pourront perdre 35 p. 100 d'eau et leur poids se réduira à 2.500-2.600 kg, c'est-à-dire ce qui est nécessaire pour le travail de 24 heures au dispositif d'épuisement.

Il est donc indispensable que le débit du trieur atteigne 2.000 kg de marcs à l'heure, soit 20.000 kg en 10 heures, qui laisseront au triage 4.000 kg de pépins.

Coût d'une petite usine. Dépenses, bénéfices. — Une installation pour traiter 2.400-2.500 kg de pépins de raisins par 24 heures, peut coûter à ce jour (mai 1927), matériel du triage compris et logement compris, environ 200.000 à 210.000 fr.

Elle nécessite les dépenses suivantes :

Amortissement en 10 ans	20.000 fr
Intérêt moyen du capital engagé (12.000 fr la première année, 0 la dernière), soit en moyenne	6.000 —
Total	26.000 fr
Dépenses journalières :	
Personnel : 10 hommes à 30 fr	300 fr
Charbon	140 —
Perte en dissolvant : 15 kg à 4 fr	60 —
Imprévu, bureau, réparations, éclairage, eau : 100 fr par jour.	100 —
Total	600 fr

Pour le travail de 200.000 kg de pépins secs provenant de 1.500.000 kg de marcs, il faudra environ 85 jours de travail et les dépenses annuelles occasionnées par les travaux d'épuisement seront donc de 85×600 soit de 51.000 fr, et avec les 26.000 fr d'amortissement de 77.000 fr comme dépense annuelle totale. Supposons même qu'elles s'élèvent à 80.000 fr.

Analysons de même les recettes.

Huile obtenue par 100 kg de pépins : 12,5 kg au minimum ; sur 200.000 kg de pépins nous en obtiendrons donc 25.000 kg.

Actuellement les huiles sont cotées 400 à 425 fr les 100 kg prises aux usines et, à ces prix, elles sont retirées au fur et à mesure de leur production, mais, pour être au-dessous de la vérité, nous ne les coterons qu'à 350 fr. Soit une recette de 87.500 fr.

A cette recette, il faut ajouter celle provenant de la vente des terreaux de marcs et des tourteaux de pépins, soit 800.000 kg d'engrais. Vendus à l'heure actuelle 6 à 10 fr les 100 kg, nous ne les coterons qu'à 5 fr. Donc seconde recette de 40.000 fr.

Le total des recettes donne 127.500 fr.

Dans le cas considéré, le bénéfice net sera donc de :

$$127.500 - 80.000 = 47.500 \text{ fr.}$$

Les organisations existantes arrivent toutes facilement, lorsque leur matériel est bien au point, à des résultats supérieurs à ceux que nous indiquons.

Importance de l'industrie des pépins de raisins, pour la viticulture française. — La France produit environ 70.000.000 hl de vins ; l'Algérie bientôt 15.000.000, soit un total de 85.000.000 hl en bonne année normale.

Cette quantité représente : 1.275.000.000 kg de marcs (à 15 kg minimum par hectolitre).

Il ne faut pas songer à industrialiser tous ces marcs, mais on peut prévoir que toutes les vendanges réunies par les caves coopératives ou par les grands propriétaires, tous les marcs travaillés par les distilleries coopératives ou particulières, pourront recevoir une utilisation.

Dans la région du midi : Pyrénées-Orientales, Aude, Hérault, Gard, Bouches-du-Rhône, Vaucluse et Var, c'est-à-dire là où les coopératives engloberont sous peu toute la principale production, on a récolté ces dernières années 33.000.000 hl de vin ; en Algérie 12.000.000 hl, soit un total de 45.000.000 hl et, sur cette quantité, il n'est pas exagéré de dire que la moitié des marcs produits peut recevoir un emploi industriel.

Soit donc 20.000.000 hl de vin, dont les marcs pourraient être industrialisées.

Marcs produits par 20.000.000 hl de vins : 300.000.000 kg à raison de 15 kg par hectolitre.

Après traitement, ces marcs se décomposeraient ainsi :

Grappes, environ 1/3 de la masse, soit	100.000.000 kg
Terreau de pulpes : 40 à 45 p. 100.	135.000.000 —
Pépins : 21 à 22 p. 100.	63.000.000 —
Débris (pédicelles, graines vides).	2.000.000 —

Après leur passage dans les séchoirs, les pépins perdraient une partie de leur humidité, 30 p. 100 environ, et leur poids se réduirait à 42.000.000 kg environ ; ces pépins pourraient fournir, 12,5 p. 100 d'huile soit 5.250.000 kg.

Après épuisement les pépins laisseraient en plus 35.000.000 kg de tourteaux.

En définitive, l'industrie des pépins pourrait nous procurer : 5.250.000 kg d'huile et plus de 160.000.000 kg d'engrais rendus facilement assimilables par les opérations de triage et trituration des marcs.

Coopératives et distilleries particulières qui traitent leurs marcs pour huile de pépins. — Ce sont actuellement : Coopérative de distillerie, la Catalane, à Perpignan, Pyrénées-Orientales.

Distillerie particulière, à Perpignan, Pyrénées-Orientales.

Coopérative de distillerie, de Lézignan, Aude.

Coopérative de distillerie, la Grappe, à Montpellier, Hérault.

Société de rectification de Montpellier, Hérault.

Coopérative de distillerie de Béziers, Hérault.

Coopérative de distillerie, la Varoise, à la Crau, Var.

Société des distilleries de Champagne à Ay, Marne.

Coopérative de distillerie de Boufarik, Algérie.

Coopérative de distillerie de Rouiba, Algérie.

Ces installations, et à partir de la prochaine campagne, traiteront ensemble plus de 30.000.000 kg de marcs.

En plus, certaines coopératives oléicoles ayant des installations d'épuisement pour les grignons d'olives : Nîmes (Gard), Nyons (Drôme), Beaumes-de-Venise (Vaucluse), se proposent de traiter industriellement des pépins et, si nous ajoutons que, de tous côtés, des projets sont envisagés et plusieurs étudiés déjà dans tous leurs détails, nous pouvons dire que cette industrie est définitivement établie en France.

En 1927-1928, il sera traité un minimum de 30.000.000 kg de marcs; ceux-ci pourront donner 12.000.000 kg de terreau de marcs, 6.000.000 kg de pépins à 45-50 p. 100 d'humidité, ou 4.000.000 kg à 15-20 p. 100 d'humidité. Ces pépins produiront 500.000 kg d'huile et laisseront 3.000.000 kg de tourteaux déshuilés, soit un total de 15.000.000 kg d'engrais.

La preuve étant faite à ce jour, que l'industrie des pépins de raisins est viable et qu'elle peut permettre de réaliser de sérieux bénéfices, on comprend facilement que la viticulture et spécialement les coopératives de distillation et les distilleries particulières s'intéressent de plus en plus à cette industrie et à toutes les manifestations qui sont faites en vue de perfectionner les procédés en usage.

LES HUILES DE PÉPINS DE RAISIN. CARACTÈRES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DE QUELQUES HUILES DE PRODUCTION FRANÇAISE ET ALGÉRIENNE,

par

ÉMILE ANDRÉ

et

HENRI CANAL,

docteur ès sciences physiques,
pharmacien-chef de l'Hospice de la Salpêtrière

licencié ès sciences,
ingénieur-chimiste.

HISTORIQUE. — Bien que les pépins de raisin n'aient pas été connus de tout temps comme produits oléagineux, nous ignorons le nom de celui qui le premier constata la présence d'huile dans ces graines. Tous ceux qui ont vu distiller l'alcool contenu dans le marc de raisin savent qu'en démontant l'alambic on trouve de petites gouttes d'huile brune surnageant le liquide dans lequel baigne le résidu cuit et privé d'alcool. Sans doute un vigneron judicieux fut-il amené à supposer que cette huile provient des pépins.

Quoi qu'il en soit, c'est seulement dans la deuxième moitié du XVIII^e siècle, en 1770, que l'on songea à extraire l'huile des pépins de raisin et c'est à Bergame en Italie que l'on aurait installé la première huilerie pour leur traitement⁽¹⁾. Dans un fascicule publié par les soins de la « Société géorgique de Rome » et intitulé : *Memorie sulla maniera di estrarre l'olio di vinaccioli dalle granelle d'uva*, diverses indications étaient fournies aux viticulteurs sur cette utilisation nouvelle des pépins de raisin.

Peu d'années après, des essais furent faits en Allemagne, spécialement dans le Wurtemberg, et en France, à Albi, où il existait en 1780 une fabrique qui s'occupait exclusivement d'extraire l'huile des pépins de raisin.

En 1791, un organe officiel, *La feuille du cultivateur*, publié par les soins de la « Société royale d'Agriculture », fit paraître dans son n° 127, du mercredi 21 décembre, une étude intitulée : *Procédés usités dans diverses contrées de l'Italie pour faire de l'huile des pépins contenus dans le marc du raisin*. Nous croyons intéressant d'en reproduire ici les passages essentiels.

« L'huile de pépins de raisin, est-il dit, supplée, dans plusieurs contrées de l'Italie, à l'huile de noix qui, comme on le sait, est d'une si grande ressource pour les familles indigentes; elle a même l'avantage d'être encore moins chère que cette dernière; elle n'exige aucun frais de culture, d'engrais ni de récolte; sa fabrication ne nuit en rien aux autres travaux de la campagne puisqu'elle n'a lieu que lorsqu'ils sont terminés, et, de plus, elle met à la portée d'employer une substance qui, jusqu'à présent, a été en pure perte dans la plupart des pays à vin. Les Modénois, les Crémonois, les Plaisantins en font un grand usage et, depuis quelque temps les Piémontois, éprouvant une disette de noix, ont recours à ce supplément utile.

« Un agronome italien a réuni tous les procédés usités pour la fabrication de cette huile, et nous avons cru utile de les offrir à nos lecteurs des pays vignobles en les traduisant littéralement. »

(1) D'après S. FACHINI, *Giornale di chimica industriale ed applicata*, t. II (numéro de mai 1920), p. 646.

« *Qualité des pépins de raisin.* — A Modène, on sépare les pépins avec le van après avoir lavé le marc qui les contient. Ensuite, lorsqu'ils sont secs, on les fait moudre au moulin ordinaire. Les pépins produisent d'autant plus que le vin est meilleur. Les pépins de raisin blanc sont les moins bons et il est utile de les mêler avec ceux de raisin noir.

« A Crémone, j'ai appris d'un ouvrier employé à faire cette espèce d'huile, que pour tirer plus d'huile des pépins, il faut qu'ils soient de bonne qualité, c'est-à-dire *point pourris* et que, dès que le vin était fait, il fallait les tirer de la cuve et du pressoir et ne les employer que lorsqu'ils étaient *propres et bien secs* ⁽²⁾.

« A Plaisance, on a soin que les pépins soient bien séchés au soleil et bien nettoyés, ce qu'on opère en les faisant passer par un crible comme les autres grains. »

Suit une description détaillée de la manière de moudre les pépins en les humectant soigneusement d'eau tiède (une demi-pinte pour un boisseau de ces grains), sur la manière de « cuire » la farine en la remuant constamment à la main jusqu'à ce que celle-ci « ne puisse plus en supporter la chaleur » et enfin sur la manière d'exprimer l'huile.

La quantité d'huile que les pépins « ont coutume de produire est à peu près de 1/8 pour cent ».

« *Avantages de cette huile.* — Elle est non seulement égale à l'huile de noix mais elle la surpasse à beaucoup d'égards. Sa lumière est beaucoup plus claire.

« Une livre dure autant qu'une livre et demie de la meilleure huile de noix, etc. »

Comme huile d'éclairage l'huile de pépins de raisin serait égale à l'huile d'olive. L'auteur, qui garde l'anonymat, s'efforce, en insistant sur les avantages du nouveau produit, d'éveiller l'intérêt des viticulteurs et peut-être, pour mieux atteindre son but, sa description dépasse-t-elle un peu la réalité.

Les pépins de raisin récoltés dans les vignobles de France sont en général sensiblement moins riches en huile que ceux de la plaine du Pô, et ce n'est qu'à grand-peine, sans doute, que l'on pouvait arriver de ce côté des Alpes à obtenir un médiocre rendement.

La grande pénurie de corps gras provoquée par les événements de guerre du début du XIX^e siècle fit continuer ou reprendre les essais en Bourgogne et dans le Beaujolais notamment; mais, avec les moyens dont on disposait alors, cette industrie n'était guère viable dans les circonstances ordinaires; elle végéta quelque temps et finit par disparaître.

En 1827, un pharmacien français, Julia-Fontenelle, avait cependant étudié, au point de vue de leur rendement en huile, toute une série de variétés de pépins de raisin provenant du Roussillon et de Narbonne. Les plants de vigne de ces localités sont, dit-il, « la caragnane, la grenache, le piquepouil noir et gris, le ribaigent, le Terret et la Blanquette ». Il reconnut que les pépins frais, broyés et pressés de suite, fournissent une huile jaune dorée, et que la proportion qu'on en retire, « relative à chaque espèce », varie de 18,5 p. 100, au maximum, à 11,4 p. 100 au minimum.

Des essais de fabrication de savons furent faits avec ces diverses huiles : le produit obtenu « est d'un gris jaunâtre, beaucoup plus mou que le savon d'huile d'olive dont il n'acquiert jamais la densité ⁽³⁾ ».

On dit qu'en Italie la fabrication de l'huile de pépins de raisin ne fut jamais complètement abandonnée; en 1894 on l'utilisait comme huile d'éclairage.

(2) Comme on pourra en juger dans la suite de cet exposé, ces précautions sont loin d'être observées dans les exploitations où l'on fabrique aujourd'hui l'huile de pépins de raisin.

(3) *Journal de Chimie médicale, de pharmacie et de toxicologie*, t. III, p. 66, 1827.

rage, ainsi qu'en font foi diverses notes parues en France dans plusieurs journaux scientifiques ⁽⁴⁾.

En 1891 enfin, on vendait à Vienne de l'huile de pépins de raisin fabriquée avec les pépins récoltés en Autriche; nous aurons l'occasion d'insister plus longuement sur ce fait en parlant de la composition chimique de cette huile.

En France, quelques essais furent faits, dès avant la guerre, pour extraire l'huile des pépins de raisin par le sulfure de carbone. Des industriels du département du Var, MM. Raynaud Frères à Flayosc, installèrent même une petite usine.

Le blocus sous-marin que les Allemands tentèrent d'instituer pendant la guerre, rendit à certains moments notre ravitaillement en produits oléagineux assez difficile; la guerre d'usure nous obligeait d'autre part à tirer parti de tous les produits de notre sol. C'est ainsi qu'après presque cent ans de sommeil, la question des huiles de pépin de raisin redevint une question d'actualité. L'intendance militaire fit installer à Villefranche-sur-Saône une usine qui produisit en 1918 un intéressant tonnage d'huile de pépins de raisin, et d'autres huiles récupérées ⁽⁵⁾, qui furent entièrement utilisées pour la savonnerie. D'autre part, un industriel de Frontignan (Hérault), M. Cloppet, s'intéressa à l'extraction de l'huile de pépins de raisin par les dissolvants, mais ces essais furent délaissés après la guerre. Les progrès de la technique avaient montré cependant que les difficultés, qui avaient fait autrefois de l'extraction de l'huile de pépins de raisin une industrie peu payante, n'étaient pas insurmontables et depuis 1918, l'actif directeur du Service régional de l'Oléiculture à Marseille, M. J. Bonnet, s'est attaché, avec un enthousiasme et une opiniâtreté qui ne connaissent point de défaillance, à répandre parmi les viticulteurs de nos départements du midi sa foi solide dans les ressources que leur offre l'exploitation rationnelle des sous-produits de la vigne. Les résultats obtenus font honneur à son ingéniosité et à sa persévérance; les lecteurs de ce *Bulletin* pourront en juger par l'étude détaillée qu'il donne ici même sur les méthodes industrielles actuellement en usage dans les coopératives de distillation des départements de l'Hérault, de l'Aude, des Pyrénées-Orientales, etc.

L'ÉTUDE CHIMIQUE DES HUILES DE PÉPINS DE RAISIN, SES RAPPORTS AVEC LEUR UTILISATION INDUSTRIELLE.

C'est en Allemagne que la première étude chimique de l'huile de pépins de raisin a été publiée. Elle date de 1871 et eut pour objet l'huile des graines d'un cépage dit « autrichien » cultivé à Durkheim-sur-Halle ⁽⁶⁾. Ce travail paraît des plus consciencieux et l'auteur, le chimiste Fitz, fournit une telle abondance de détails circonstanciés qu'il n'est pas possible de mettre ses résultats en doute. Les acides gras de l'huile qu'il étudia étaient constitués, dit-il, par de l'acide palmitique, de l'acide stéarique, de l'acide érucique et un acide, ou plutôt un mélange d'acides donnant des sels de plomb poisseux. Il n'existe que fort peu d'acide palmitique et d'acide stéarique, mais l'acide érucique constitue environ la moitié des acides gras totaux. On doit en conclure que l'huile de pépins de raisin appartient au même groupe chimique que l'huile de colza et la plupart des huiles de crucifères.

(4) *Revue scientifique*, citée par *Journal de pharmacie et de chimie*, 5^e s., t. XXIX, p. 236.

(5) Voir ROTHÉA, *Bull. des Sciences pharmacologiques*, t. XXIX, p. 105 (1919).

(6) *Berichte d. d. chem. Ges.*, t. IV, p. 441 (1871).

Ces résultats sont fort remarquables, obtenus qu'il furent avec les moyens rudimentaires dont disposaient les chimistes à cette époque; ils le sont d'autant plus que jamais, depuis 1871, aucun des auteurs qui ont étudié l'huile de pépins de raisin n'y a retrouvé d'acide érucique.

En 1891, un chimiste autrichien Horn, étudia au laboratoire du Musée industriel de Vienne, l'huile de pépins de raisin, dont on produisait déjà à cette époque une certaine quantité dans diverses régions viticoles de l'Autriche. Nous avons eu la chance de retrouver à la bibliothèque de l'École nationale des Ponts et Chaussées le fascicule du périodique scientifique dans lequel a paru son travail⁽⁷⁾. Les résultats qui y sont consignés ont une telle importance que nous croyons indispensable d'en donner ici l'analyse.

L'auteur commence par signaler que l'huile de pépins de raisin peut, après raffinage, être utilisée comme huile comestible, comme huile d'éclairage ou pour la fabrication des peintures et vernis. Après avoir indiqué comment on peut pratiquement séparer les pépins du reste du marc, Horn reconnaît que, trop souvent, la préparation de l'huile est faite sans soins et fournit un produit de médiocre valeur; aussi prit-il garde, pour en déterminer les principaux caractères physiques et chimiques, de préparer lui-même au laboratoire celle qu'il utilisa comme matière d'étude. Elle fut soumise à un examen chimique pratiqué d'après les méthodes en usage, complétées, ajoute l'auteur, par la détermination de l'indice d'acétyle nouvellement introduite dans la chimie analytique par le chimiste autrichien Benedickt⁽⁸⁾.

Les résultats de son examen furent les suivants :

Densité à 15°	0,9561
Indice de Hehner (acides insolubles)	92,13
Indice d'acidité	16,2
Indice de saponification	178,4
Indice de Reichert-Meissl (acides volatils)	0,46
Indice d'iode (Hübl)	94,05
Teneur en glycérine	8,87 p. 100
Indice de saturation des acides gras	187,4
Indice de saturation des acides gras acétylés	137,1
Indice de saponification des mêmes	281,6
Indice d'acétyle	144,5

Par sa densité et son indice d'acétyle élevés, cette huile apparut si nettement apparentée avec l'huile de ricin que l'auteur, sur les conseils du professeur Preger, estima qu'il y avait lieu de tenter de préparer avec elle de l'huile pour rouge turc. Un essai fut fait parallèlement avec 100 g d'huile de pépins de raisin d'une part et 100 g d'huile de ricin d'autre part. Le sulforicinoléate d'ammoniaque et la préparation correspondante faite avec l'huile de pépins de raisin servirent l'un et l'autre à teindre du coton avec de l'alizarine en présence d'acétate d'alumine. Les résultats obtenus furent absolument semblables et montrèrent qu'il ne pouvait être fait aucune différence entre les deux huiles pour l'application envisagée.

Les conclusions de Horn sont donc des plus nettes et ne paraissent guère discutables; cependant, peu s'en faut qu'il soit seul à les avoir formulées. Un auteur italien, Paris, l'unique chimiste qui ait retrouvé par la suite une huile de pépins de raisin dont les propriétés correspondent à celles indiquées par Horn, a publié en 1911, dans l'organe officiel des stations agronomiques italiennes, *Le Stazioni agrarie italiane*, une importante mono-

(7) *Mitteilungen des K. K. technologischen Gewerbe Museums in Wien. Neue Folge.* Bd. I., p. 185 (1891).

(8) *Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften* (Wien), Bd., 95 1887.

graphie consacrée à l'utilisation des sous produits de la vigne⁽⁹⁾. Malgré de minutieuses recherches, il nous a été impossible de nous reporter au mémoire original de Paris dont nous n'avons pu lire qu'une courte analyse parue dans le *Bulletin de l'Institut international d'Agriculture de Rome*⁽¹⁰⁾.

Les pépins de raisin, dit l'auteur, peuvent fournir de 14 à 19,5 p. 100 d'une huile qui trouve déjà un large emploi dans l'industrie des savons; elle peut être utilisée comme lubrifiant, comme huile d'éclairage, et aussi, après épuration soignée, comme huile comestible. On trouvera dans le tableau ci-dessous les principaux caractères physiques et chimiques de cette huile d'après le mémoire de Paris.

Poids spécifique à 15°	0,9502
Indice d'acidité.	16,8
Indice de saponification.	179,8
Indice d'iode.	96,0
Indice d'acétyle.	143,1

On remarquera combien ces données analytiques sont voisines de celles de Horn (voir page 545) qui indique 0,9361 pour la densité et 144,5 pour l'indice d'acétyle. Il n'est guère possible, croyons-nous, de mettre en doute l'existence de variétés (ou d'espèces) du genre *Vitis* dont les graines fournissent une huile de densité et d'indice d'acétyle élevés, et l'on ne peut que regretter l'absence de précisions sur l'origine botanique des pépins dont Horn et Paris ont étudié l'huile.

C'est en s'appuyant sur leur témoignage que les auteurs de plusieurs traités de chimie spéciale des corps gras ont classé l'huile de pépins de raisin à côté de l'huile de ricin pour constituer, avec elles deux, le groupe particulier des huiles à acides-alcools.

Cependant d'autres témoignages, et ce sont les plus nombreux, contredisent nettement les affirmations de Horn et de Paris. Tout un groupe d'auteurs s'accordent à reconnaître que l'huile de pépins de raisin possède une densité normale comprise entre 0,920 et 0,930; que son indice d'acétyle est faible et varie de 15 à 20; que son indice d'iode, enfin, est relativement élevé et oscille entre 130 à 140; qu'en un mot, ses caractères physiques et chimiques doivent la faire considérer comme une huile demi-siccative, comparable à l'huile d'œillette.

Ces données discordantes ont beaucoup surpris les chimistes, les experts analystes notamment, qui sont professionnellement portés à admettre qu'une espèce végétale déterminée fournit toujours une huile dont les caractères physiques et chimiques varient entre des limites assez étroites.

En résumé, l'huile de pépins de raisin paraît se présenter sous un triple visage faisant d'elle, soit une huile du type colza (prédominance de l'acide érucique), soit une huile du type ricin (prédominance d'acides gras à fonction alcool), soit enfin, et plus généralement, une huile du type œillette (prédominance des acides oléique et linoléique). A la vérité, la différence profonde qui existe entre les deux derniers types semble admettre des tempéraments; c'est ainsi qu'on a signalé parfois l'existence d'huiles dont la densité atteignait 0,936 et dont l'indice d'acétyle oscillait entre 40 et 60. On pourrait dire d'elles qu'elles sont des 1/4 ou des 1/2 ricin. Entre autres exemples nous signalerons que nous avons trouvé en 1919 une huile d'origine française,

(9) Vol. 14, fasc. 8 et 9, pages 669 et 727 (1911).

(10) Année III, 1912, pages 843 à 845.

extraite à l'usine installée à Villefranche-sur-Saône, qui avait une densité de 0,936 et un indice d'acétyle de 49,3 ⁽¹¹⁾.

D'autre part, deux auteurs américains, Beal et Beebe, ont analysé en 1915, une huile de pépins de vigne sauvage, *Vitis riparia*, dont l'indice d'acétyle était de 61,3 et la densité de 0,9245 seulement ⁽¹²⁾.

*
* *

Parmi les données chimiques fournies sur l'huile de pépins de raisin, celles qui ont le plus retenu l'attention sont celles qui signalaient l'existence d'huiles analogues à l'huile de ricin. Elles sont bien peu nombreuses et c'est dans le but de retrouver de semblables huiles que l'un de nous s'est intéressé à leur étude dès 1918. Pendant une assez longue convalescence passée en Touraine en 1918-1919, il s'efforça de récolter des pépins de raisin. Cette récolte ne fut point facile. D'une part les vignerons tourangeaux ne se laissaient pas facilement convaincre de l'intérêt que pouvaient présenter pour eux ces recherches et, d'autre part, les distillateurs qui, pendant l'hiver, s'en vont de village en village avec un matériel rudimentaire pour fabriquer l'eau-de-vie de marc, se montraient fort peu accueillants dans la crainte, sans doute, de voir apporter dans leur industrie des innovations susceptibles de les obliger soit à moderniser leurs méthodes, soit à disparaître en tant que petits industriels. Cependant il fut possible de se procurer un petit nombre d'échantillons de pépins qui permirent d'extraire de faibles quantités d'huile; en outre quelques huiles industrielles de provenance française et italienne permirent de porter à 11 le nombre des variétés dont les principaux caractères physiques et chimiques furent déterminés. De cet examen préalable il résultait que les huiles de pépins de raisin peuvent être de qualité très différente : la densité variait de 0,9103 à 0,9334, l'indice de saponification de 171 à 192, l'indice d'iode de 94,3 à 127,5 et l'indice d'acétyle de 13,3 à 49,3 ⁽¹³⁾.

Des données aussi divergentes provenant de déterminations faites par un même chimiste sur des échantillons authentiques confirmaient l'extrême variabilité des caractères des huiles de pépins de raisin. Si nous avions trouvé une huile dont la densité est plus élevée que la normale et dont l'indice d'acétyle atteint 49,3, nous n'en avions cependant rencontré aucune ressemblant aussi étroitement à l'huile de ricin que l'avaient annoncé, chacun de leur côté, Horn et Paris.

Un heureux concours de circonstances fit que l'huile la plus dense et possédant le plus haut indice d'acétyle était justement celle dont nous possédions une certaine provision. Des recherches plus approfondies sur sa composition chimique furent entreprises afin de déterminer quels pouvaient être le ou les acides-alcools qui lui conféraient ses caractères spéciaux. Après beaucoup de tâtonnements, nous sommes arrivés à instituer une méthode permettant de séparer d'un mélange d'acides gras les acides-alcools qu'il peut contenir. Ce problème analytique n'avait jamais été abordé; la solution que nous en avons donnée est encore imparfaite mais elle conduit au but; elle nous a permis d'arriver à cette conclusion que l'acide ricinoléique n'est pas, comme on l'avait affirmé sans preuve, le composé auquel certaines

(11) E. ANDRÉ, *C. R. Ac. des Sc.*, t. CLXII, p. 1296 (1921).

(12) *Journ. Ind. Engin. Chem.*, t. VII, 1915, p. 1054.

(13) E. ANDRÉ, *C. R. Ac. des Sc.*, t. CLXII, p. 1296 (1921).

huiles de pépins de raisin doivent leurs propriétés. Celles-ci paraissent provenir de deux acides-alcools différents dont l'un serait éthylénique et l'autre saturé; leur condensation est certainement inférieure à celle de l'acide ricinoléique; elle paraît comprise entre C^{14} et C^{16} . Tous les essais que nous avons tentés pour les séparer l'un de l'autre sont, jusqu'ici, restés infructueux⁽¹⁴⁾.

Pour continuer nos recherches, nous avons pu, en 1921 et 1922, nous faire expédier des pépins de raisin du Lot-et-Garonne par l'intermédiaire d'un de nos parents, fonctionnaire à Agen. Nous avons reçu des pépins de plusieurs « vendanges mélangées » et aussi une certaine quantité de deux espèces de pépins de cépage unique, l'Herbemont et le Chasselas, cultivés l'un et l'autre pour la production du raisin de table. Les résultats des premiers essais auxquels nous avons soumis ces huiles n'ont jamais été publiés. Nous les avons joints à ceux qui ont été obtenus au cours du présent travail. Ils ont l'avantage de fournir d'utiles termes de comparaison; ils portent, en effet, sur des produits fournis par la vendange de deux années très différentes l'une de l'autre : en 1921, le printemps et l'été furent chauds et particulièrement favorables à la viticulture; en 1922, au contraire, la température estivale fut inférieure à la normale et la saison très pluvieuse.

Brusquement privé de notre ravitaillement en matériaux d'étude par le changement du fonctionnaire qui nous les expédiait, nous avons dû suspendre momentanément nos recherches.

ÉTUDE DES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES DE QUELQUES HUILES
DE PÉPINS DE RAISIN DE FRANCE ET D'ALGÉRIE
en collaboration avec M. HENRI CANAL.

C'est sur l'initiative de M. le professeur Viala, membre de l'Institut, Inspecteur général de l'Agriculture, que l'Office national des Combustibles liquides entreprit de faire étudier systématiquement les huiles de pépins de raisin que l'on peut extraire des nombreuses variétés de vigne cultivées aussi bien en France que dans notre empire de l'Afrique du Nord.

On sait l'importance économique prise par l'huile de ricin, tant au cours de la grande guerre que pendant la période de réorganisation qui l'a suivie. Sans parler de ses usages pharmaceutiques, le graissage des moteurs d'avions, l'industrie du cuir artificiel (lincrusta et autres), celles de la teinture des tissus, du linoleum, des encres d'imprimerie, du tannage des cuirs et peaux, du caoutchouc factice, des peintures et vernis et de la savonnerie en consomment chaque année davantage, à tel point que la production n'est plus suffisante pour satisfaire une demande qui va croissant d'année en année. Aussi a-t-il fallu s'ingénier à trouver des produits de remplacement.

Dans quelle mesure l'huile de pépins de raisin peut-elle être substituée à l'huile de ricin tant pour le graissage des moteurs d'avions ou d'automobiles que pour ses autres applications? Les affirmations de Horn et de Paris au sujet de l'existence d'huiles de raisin susceptibles de satisfaire à toutes les exigences de ces applications sont catégoriques et paraissent dignes de foi. Comme nous l'avons déjà dit, un seul point a été laissé dans l'ombre par ces deux auteurs, qui ignoraient l'extrême variabilité des caractères de ces

(14) E. ANDRÉ, *C. R. Ac. des Sc.*, t. CLXVI, p. 843 (1923).

huiles, c'est la nature du cépage qui avait fourni les échantillons qu'ils ont examinés.

Une commission spéciale dite de « l'huile de pépins de raisin » fut instituée en janvier 1926 par l'Office national des Combustibles liquides sous la présidence de M. Viala. Il fut décidé au cours de ses délibérations qu'une enquête détaillée, qui comporterait l'étude des principales variétés de vignes de France et d'Algérie, au point de vue particulier des caractères des huiles contenues dans leurs graines, devait être commencée en 1926 et poursuivie pendant plusieurs années. Cette étude devait permettre, estimait-on, de découvrir quelles sont les espèces ou variétés du genre *Vitis* qui fournissent des huiles de propriétés analogues à celles de l'huile de ricin.

Le programme de travail étant vaste, la besogne fut répartie entre plusieurs laboratoires. Les Facultés des Sciences de Montpellier et de Marseille voulurent bien se charger de l'analyse des graines provenant de nos départements du midi. M. Viala chargea l'un de nous d'étudier celles qu'enverraient les autres régions viticoles de la France où la production, bien que moins abondante, est cependant une des plus importantes sources de richesses de notre sol.

Nous avons reçu des pépins de raisin des régions suivantes :

Algérie	2 envois	7 variétés,
Champagne	2 —	9 —
Isère	1 —	1 —
Alsace	1 —	4 —
Anjou	2 —	4 —
Bourgogne	1 —	8 —
Blésois	1 —	1 —
Agenais { 1926	1 —	1 —
{ 1922	1 —	2 —
{ 1924	1 —	4 —
Haut Languedoc (Toulouse)	1 —	3 —
Ile-de-France	1 —	1 —

Nous avons en outre étudié au même point de vue, les pépins du fruit de la vigne vierge, *Ampelopsis quinquefolium*, qui contiennent, d'après Beal et Glenz, deux chimistes américains, une huile du groupe de l'huile de ricin possédant un indice d'acétyl de 42,8 ⁽¹⁵⁾.

Nous avons enfin reçu un échantillon de pépins provenant d'un marc de raisins conservé en silo pendant toute la saison d'hiver; la vendange était en majeure partie constituée par de l'aramon; l'origine exacte ne nous a pas été indiquée mais nous savons qu'il s'agissait du Midi de la France. Nous avons désigné ces pépins sous le nom de la personne qui nous les avait remis, M. Gandchamp, expert chimiste à Paris.

Au total nous avons extrait au laboratoire 46 sortes d'huiles; six autres échantillons nous ont été adressés tout préparés par divers industriels, ce qui porte à 52 le nombre de variétés d'huile examinées.

DÉTERMINATIONS FAITES SUR LES PÉPINS. — *Poids de l'hectolitre*. — Nous avons séché les graines à la température ambiante; elles ont été soigneusement débarrassées de toute substance étrangère; le triage fut fait par une main-d'œuvre peu coûteuse (petites malades arriérées de la Salpêtrière; service de M. le prof. Nageotte). Le poids de l'hectolitre a été obtenu en déterminant le poids du contenu d'une carafe jaugée de 1 litre remplie avec des graines soigneusement tassées.

(15) BEAL ET GLENZ, *Journ. Ind. Engin. Chem.*, t. XI, 959.

Pour donner une idée de la grosseur des pépins, nous avons compté le nombre de grains contenus dans une pesée de 10 g. Cette donnée étant connue, de même que le poids du litre, on peut facilement calculer le nombre de pépins renfermés dans un litre. Il varie dans de très larges limites; les valeurs extrêmes enregistrées ont été de 19.800 au plus bas (Noah originaire de Bourgogne) et de 32.500 au plus haut (Alicante Bouschet originaire de Maison-Carrée, Algérie). Ces chiffres correspondent à un poids de 71 kg à l'hectolitre dans le premier cas et de 62,5 kg à l'hectolitre dans le second.

Il s'agit, bien entendu, de graines sèches et saines; la moisissure et les autres fermentations que peuvent subir le marc ensilé ou abandonné en tas à toutes les intempéries après la distillation, font beaucoup diminuer le poids de l'hectolitre de graines. L'échantillon que nous avons appelé « Vendange Grandchamp » donnait, comme poids de l'hectolitre, 53 kg alors que la moyenne normale est de 65-66 kg. C'est donc une perte de substance atteignant 12 kg par hectolitre qu'ont subie les graines conservées humides au milieu de matières organiques en décomposition.

Dans un autre cas, la perte était moins grande mais il s'agissait de pépins extraits de la cuve et expédiés humides; ils avaient moisi pendant le transport et leur poids, après dessiccation, n'était que de 60 kg à l'hectolitre; soit une perte de 5 à 6 kg provenant du seul fait de la moisissure.

Rendement en huile. — La teneur en huile des pépins de raisin est extraordinairement variable et peut présenter des écarts allant du simple au triple; le Muscadet de la Loire-Inférieure nous a donné seulement 6,5 p. 100 d'huile tandis qu'un Herbemont récolté en 1922 à Prayssas (Lot-et-Garonne) avait fourni 20,6 p. 100. Le Muscadet est tellement pauvre en huile que l'on peut se demander si son traitement industriel serait payant.

La moyenne pour 43 dosages a fourni 13,3 p. 100 de matières grasses solubles dans l'éther de pétrole. C'est avec ce dissolvant que l'extraction a toujours été faite; il a l'avantage de ne dissoudre que fort peu de substances autres que les graisses; les huiles qu'il fournit sont toujours moins colorées que celles qui sont obtenues par l'intermédiaire d'autres dissolvants; ce sont elles qui seraient certainement les plus faciles à raffiner pour en faire des huiles alimentaires.

Couleur. — Elle est très variable et peut aller du vert foncé (cas le plus fréquent) au jaune clair (Herbemont) en passant par le vert jaune plus ou moins foncé et le vert clair (Clairrette pointue de Maison-Carrée, Algérie).

Les huiles industrielles provenant de marcs abandonnés en tas après la distillation sont souvent brunes comme du goudron; celles qui présentent cette couleur ont toujours une acidité élevée; nous reviendrons sur ce point.

CARACTÈRES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES HUILES. — Nous avons opéré sur chaque échantillon deux déterminations physiques: la densité et l'indice de réfraction, et quatre déterminations chimiques: l'indice de saponification, l'indice d'acétyle, l'indice d'iode et l'acidité.

Densité. — Elle a été déterminée par la méthode de flacon et sa valeur a toujours été ramenée à 15° en adoptant comme coefficient de dilatation 0,00065. Pour les huiles extraites au laboratoire, la densité la plus faible a été de 0,912 (Muscadet de la Loire-inférieure) et la plus élevée de 0,926 (Sylvaner d'Alsace).

Les huiles industrielles méritent une mention spéciale. Certaines d'entre

elles avaient une densité très élevée; nous avons reconnu par ailleurs que la densité des huiles fortement acides subit un abaissement important par rapport à celle des huiles à peu près neutres; c'est ainsi qu'une huile algérienne avait une densité 0,922; son acidité, exprimée en acide oléique, était de 16 p. 100; après traitement par le carbonate de soude à 50°, l'acidité est tombée à 4,4 p. 100 mais la densité s'est relevée jusqu'à 0,933.

Une autre huile de provenance algérienne, très foncée, très visqueuse et très acide (40 p. 100) avait pour densité 0,967; tenter de la neutraliser, même partiellement, eût été peine perdue; nous ignorons donc ce que serait devenue sa densité après neutralisation. Cette huile est la seule huile du type ricin que nous ayons jamais eue entre les mains. Sa densité très élevée provenait-elle de la nature particulière des graines qui l'avaient fournie? Était-elle due, au contraire, aux fermentations subies par le marc pendant sa conservation en tas? Les éléments nécessaires pour répondre à cette double question nous font défaut.

Indice de réfraction. — Cette constante physique ne fournit pas, pour les huiles fixes, d'aussi utiles renseignements que pour les huiles essentielles, mais sa détermination est facile et rapide avec les réfractomètres modernes. Les données extrêmes enregistrées ont été de 1,4745 pour la plus basse et de 1,4802 pour la plus élevée.

Indice de saponification. — Cette détermination présentait, dans le cas des huiles de pépins de raisin, un intérêt particulier. Nous avons signalé au début de ce mémoire qu'un chimiste allemand, Fitz, avait trouvé dans une huile de pépins de raisin du Grand-Duché de Bade, une proportion élevée d'acide érucique et qu'il convenait, d'après les résultats de ses recherches, de considérer cette huile comme appartenant au groupe chimique de l'huile de colza. Fitz était resté seul de son avis depuis 1871 (voir page 544.) Parmi les 46 sortes d'huiles de pépins de raisin que nous avons préparées au laboratoire, nous en avons trouvé 11 qui possèdent un indice de saponification inférieur à 180 (chiffre le plus bas 176,1 pour Pinot Chardonnay originaire d'Avize (Champagne). Les huiles de crucifères, colza, navette, ravison, etc., qui sont riches en glycérides de l'acide érucique, sont caractérisées par une valeur de l'indice de saponification comprise entre 170 et 180. L'étude des huiles de pépins de raisin de faible indice de saponification doit être continuée en vue d'y rechercher la présence de l'acide érucique.

Indice d'iode. — Cette importante détermination a été faite par la méthode de Hanus en employant la solution normale de bromure d'iode comme réactif d'halogénéation. Toutes les huiles de pépins de raisin que nous avons extraites au laboratoire ont un indice d'iode élevé; sa valeur dépasse toujours 130 et s'est élevée dans un cas jusqu'à 157. Dans 87 p. 100 des échantillons examinés, elle a oscillé entre 135 et 142; c'est l'huile de pépins de « Chenin blanc » d'Angers qui a fourni la valeur record de 157. On peut donc conclure, et cela avait été reconnu depuis longtemps, que, par la valeur élevée de son indice d'iode, l'huile de pépins de raisin est voisine de l'huile d'œillette dont elle partage d'ailleurs les propriétés siccatives. C'est du côté de son utilisation dans l'industrie des peintures et vernis qu'il faudra orienter les recherches pratiques.

Indice d'acétyle. — Nous attendions avec impatience les résultats de cette détermination espérant trouver, une fois ou l'autre, l'huile lubrifiante

susceptible de remplacer l'huile de ricin⁽¹⁶⁾. Notre déception a été grande : jamais nous n'avions trouvé d'huiles de pépins de raisin à indice d'acétyle aussi bas. Nous avons enregistré des valeurs de 2,3, 3,5 et de 6,5. Dans 22 cas sur 46, l'indice d'acétyle a été inférieur à 10; dans 17 cas il a été compris entre 10 et 20 et dans 2 cas entre 20 et 35. Signalons que nous avons cependant eu une valeur élevée pour le cépage dit « Mourvèdre-Espar » en provenance de Ben-Chicao (Algérie)⁽¹⁷⁾; son indice d'acétyle est de 43,2, inférieur par conséquent à la valeur maximum que nous avons enregistrée dans nos recherches antérieures (49,3).

Ici encore une mention spéciale doit être accordée aux huiles industrielles; nous avons eu pour elles des valeurs d'indice d'acétyle de 40,0; 42,0 et 72; la dernière est celle de l'indice d'acétyle de l'huile très brune et très visqueuse, de densité 0,967, provenant de l'huilerie de La Sénia près Oran.

Que faut-il penser de cette huile? Nous nous sommes déjà posé cette question en parlant de sa densité. Ses propriétés n'ont-elles pas été modifiées au cours de la fermentation putride subie par un marc conservé pendant plusieurs semaines exposé à toutes les intempéries avant d'en retirer les pépins pour les sécher et en extraire l'huile? De semblables matériaux ne peuvent permettre aucune étude sérieuse parce que des phénomènes surajoutés viennent troubler les résultats des déterminations et doivent faire douter de toutes les conclusions que l'on pourrait être tenté de faire. Nous savons bien qu'une autre huile provenant, elle aussi, de pépins « du tas » (origine : Montpellier, Sept-Camps) est caractérisée par une densité faible et un indice d'acétyle plus bas, mais les fermentations du tas de Montpellier furent-elles les mêmes que celles du tas d'Oran?

Acidité. — Elle devrait, théoriquement, être toujours très faible, n'étant pas inhérente à la nature des huiles mais au défaut de soin dans leur préparation. Toutes les fois que nous avons reçu des pépins humides et moisis, nous avons constaté que l'acidité de leur huile s'élevait à 5 ou 5,5 p. 100 d'acide oléique; au contraire les pépins secs et sains ont fourni des huiles dont l'acidité était comprise entre 0,3 et 1,5 p. 100.

Parmi les huiles industrielles, les huiles brunes sont toujours extraordinairement acides; l'huile algérienne visqueuse de « La Sénia » avait une acidité de 40 p. 100, chiffre largement dépassé d'ailleurs par l'huile brune fluide provenant de Montpellier-Sept-Camps, qui contenait 60 p. 100 de son poids d'acides libres, c'était plutôt un mélange d'acides gras qu'une huile.

Nous devons à la vérité de reconnaître que toutes les huiles industrielles ne sont pas d'aussi médiocre qualité : une huile provenant de la Coopérative de Distillation « La Catalane », de Perpignan, était de couleur vert sombre et avait une acidité, exprimée en acide oléique, de 5,5 p. 100 seulement. Les méthodes industrielles de neutralisation permettraient parfaitement de corriger ce défaut. Par son indice d'acétyle de 27,6, l'huile de la Catalane peut être considérée comme 1/5 ricin; il serait intéressant d'en essayer les qualités lubrifiantes.

(16) Les indices d'acétyle ont été déterminés par la méthode que l'un de nous a été amené à instituer à l'occasion de ses premières recherches sur l'huile de pépins de raisin. Voir E. ANDRÉ, *Bull. Soc. Chim.*, 4^e s., t. 37, p. 335 (1925).

(17) Département d'Alger. Localité située à 71 km au sud de Blida, sur la ligne de Blida à Djelfa.

TABLEAU I. — HUILES DE PÉPINS DE RAISIN EXTRAITES AU LABORATOIRE PAR ÉPUÏSEMENT
A L'ÉTHÉR DE PÉTROLE

Variété ou espèce.	Grand noir.	Alicante Bouschet.	Clairette pointue.	Aramon blanc.	Carignan.	Cinsault.	Mourvèdre ou Espar.	Pinot Chardon-nay.	Pinot Meunier.	Pinot noir.
Origine et année de la ven- dange	Maison- Carrière (Algérie), 1926.	Maison- Carrière (Algérie), 1926.	Maison- Carrière (Algérie), 1926.	Maison- Carrière (Algérie), 1926.	Maison- Carrière (Algérie), 1926.	Maison- Carrière (Algérie), 1926.	Ben Chicao (Algérie), 1926.	Cramant (Cham- pagne), 1926.	Pierry (Cham- pagne), 1926.	Ay (Cham- pagne), 1926.
Nature du terrain	Argillo- siliceux.	»	Argillo- calcaire.	Argillo- calcaire.	Argillo- siliceux.	Argillo- siliceux.	Argilleux.	»	»	»
Poids de l'hectolitre de pépins tirés	64 kg	62,5 kg	63 kg	63,5 kg	61 kg	70 kg	68 kg	63,2 kg	63,6 kg.	64 kg
Nombre de graines dans 10 g.	350	520	328	371	408	456	340	408	422	307
Teneur en huile p. 100 . .	13,7	13,0	12,8	16,8	10,0	11,8	14,0	13,8	8,3	10,3
<i>Caractères de l'huile :</i>										
Densité	0,922	0,920	0,921	0,917	0,9185	0,922	0,9216	0,9206	0,920	0,921
Indice de réfraction n_D . .	1,4756 à 18°	1,4754 à 17°	1,4752 à 16°	1,4745 à 17°	1,4753 à 17°	1,4756 à 17°	1,4802 à 16°	1,4760 à 18°	1,4765 à 16°	1,4764 à 16°
Indice de saponification . .	179,0	181,6	183,3	176,5	176,8	180,1	187,4	185,3	185,0	186,2
Indice d'iode (E. André). . .	17,3	8,3	11,0	5,3	12,1	7,0	43,2	3,5	15,6	8,3
Indice diode (Hanus). . . .	137,1	125,0	139,6	136,0	135,8	139,4	130,6	140,6	142,1	141,0
Acidité exprimée en acide oléique p. 100	1,4	1,4	5,0	2,2	1,7	2,2	0,5	4,5	5,5	4,5
Numéros d'ordre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Algérie, 7 espèces.										
Champagne, premier envoi.										

CARACTÈRES ET PROPRIÉTÉS DES HUILES DE PÉPINS DE RAISIN.

TABLEAU II. — HUILES DE PÉPINS DE RAISIN EXTRAÎTES AU LABORATOIRE PAR ÉPUISEMENT
A L'ÉTHÉR DE PÉTROLE

Variété ou espèce	Pinot noir.	Pinot noir.	Pinot noir.	Pinot noir.	Pinot Chardon-nay.	Pinot Chardon-nay.	Etruire de l'Adhui.	Muscadet.	Cabernet franc.	Chemin blanc.
Origine et année de la vendange	Ay (Champagne), 1926.	Villers-Marmery (Champagne), 1926.	Verzy (Champagne), 1926.	Bouzy (Champagne), 1926.	Avize (Champagne), 1926.	Le Mesnil-sur-Oger (Champagne), 1926.	Sainte-Marie d'Alloix (Isère), 1926.	(Loire-Inférieure), 1926.	(Angers), 1926.	(Angers), 1926.
Nature du terrain.	»	»	»	»	»	»	»	»	Schistes ardosi-ers.	Schistes ardosi-ers.
Poids de l'hectolitre de pépins secs triés	63,6 kg	61,2 kg	62 kg	61,6 kg	66,8 kg	65 kg	66 kg	67,2 kg	66,8	66 kg
Nombre de grains dans 10g.	409	397	423	400	391	400	351	420	421	415
Teneur en huile p. 100 . . .	42,3	41,0	41,4	41,6	42,3	42,8	44,3	6,5	10,6	11,8
Caractères de l'huile.										
Densité	0,9232	0,9214	0,9248	0,9170	0,9226	0,9192	0,9233	0,9120	0,9234	0,9240
Indice de réfraction n_D . .	1,4780	1,4782	1,4782	1,4762	1,4776	1,4776	1,4764	1,4760	1,4780	1,4785
Indice de saponification . .	183,2	184,8	184,2	187,0	176,1	183,4	187,3	183,5	185,2	187,8
Indice d'acétyle (E. André). .	12,1	12,4	10,0	15,1	16,0	11,0	7,8	23,0	46,0	8,5
Indice diode (Hanus). . . .	136,8	138	142,7	133,2	136,3	139,4	139	140,5	135,8	157,0
Acidité exprimée en acide oléique p. 100	3,2	5,4	3,0	7,8	2,5	2,7	4,4	8,1	4,7	2,0
Numéros d'ordre	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Champagne, second envoi.									
	Envoi unique.									
	Envoi unique.									
	Anjou, 2 espèces.									

**TABEAU III. — HUILES DE PÉPINS DE RAISIN EXTRAITES AU LABORATOIRE PAR ÉPUISEMENT
A L'ÉTHÉR DE PÉTROLE**

Variété ou espèce	Riesling.	Sylvaner.	Traminer.	Chasselas.	Chasselas doré.	Chasselas.	Chasselas.	Romorantin.	Grand-champ ⁽¹⁾ .
Origine et année de la vendange	(Alsace), 1926.	(Alsace), 1926.	(Alsace), 1926.	(Alsace), 1926.	(Thomery), 1926.	Port-Sainte-Marie (Lot-et-Garonne), 1921.	Port-Sainte-Marie (Lot-et-Garonne), 1922.	Blois (Loir-et-Cher), 1926.	»
Nature du terrain	Argileux.	Caillouteux.	Caillouteux.	Argileux.	»	»	»	»	»
Poids de l'hectolitre de pépins secs triés	68,6 kg	67,5 kg	65,4 kg	68,0 kg	64,8 kg	64,2 kg	63,8 kg	67 kg	53,6 kg
Nombre de grains dans 10 g.	440	486	483	445	432	»	»	382	397
Teneur en huile p. 100 . .	10,6	10,2	9,7	12,7	13,3	14,2	13,8	9,5	12,8
<i>Caractères de l'huile :</i>									
Densité	0,9232	0,9264	0,9234	0,9222	0,9200	0,9247	0,9242	0,924	0,9218
Indice de réfraction <i>n_D</i> . .	1,4783 à 13°	1,4770 à 16°	1,4784 à 13°	1,4783 à 13°	»	»	»	1,4782 à 16°	0,9218 Trop coloré.
Indice de saponification . .	180,0	184,6	185,0	183,4	176,5	188,5	183,6	181,6	187,2
— d'acétyle (E. André). . .	3,9	8,0	5,5	3,8	7,8	8,9	7,2	2,4	27
— diode (Hanus).	137	139,3	137,3	135,5	135,7	138,1	137,5	142,0	131
Acidité exprimée en acide oléique p. 100	0,9	1,0	1,2	1,1	1,6	1,5	1,3	0,4	36,6
Numéros d'ordre	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Alsace, 4 espèces.									
Envoi unique.					Huiles extraites en 1921 et 1922. Conservées en ballons scellés.			Envoi unique.	

(1) Marc ensilé et putréfié.

CARACTÉRÈRES ET PROPRIÉTÉS DES HUILES DE PÉPINS DE RAISIN.

TABLEAU IV. — HUILES DE PÉPINS DE RAISIN EXTRAITES AU LABORATOIRE PAR ÉPUISEMENT
A L'ÉTHÉR DE PÉTROLE

Variété ou espèce	Pinot (Côte- d'Or).	Hybride Ga- may Freau et Gamay blanc.	Hybride 157 Gaillard et Noah.	Aligoté (Côte- d'Or).	Gamay Jus blanc.	Melon (Côte- d'Or).	Noah	Gamay Beaujo- lais.	Vigne vierge.
Origine et année de la ven- dange.	Bourgogne 1926.	Bourgogne 1926.	Bourgogne 1926.	Bourgogne 1926.	Bourgogne 1926.	Bourgogne 1926.	Saône-et- Loire 1926.	Rhône 1926.	Cornailles- en-Parisis. (S.-et-O.) 1924.
Nature du terrain	Argilo- calcaire	Argilo- calcaire.	Silico- calcaire.	Argilo- calcaire.	Argilo- calcaire.	Argilo- calcaire.	Argilo- calcaire.	Silico- calcaire.	»
Poids de l'hectolitre de pé- pins secs triés.	66,6 kg	64,2 kg	70,0 kg	68,4 kg	67,0 kg	66,6 kg	71,0 kg	67 kg	58,0 kg
Nombre de grains dans 10 g.	444	507	365	429	444	446	266	480	616
Teneur en huile p. 100. . .	43,5	41,8	9,7	12,2	12,3	11,0	8,4	12,0	16,5
<i>Caractères de l'huile :</i>									
Densité.	0,9212	0,9246	0,9242	0,9226	0,9228	0,9258	0,9232	0,9242	0,9256
Indice de réfraction n _D . . .	1,4768 à 1	1,4784 à 13°	1,4783 à 16°	1,4783 à 16°	1,4768 à 13°	1,4795 à 16°	1,4783 à 16°	1,4768 à 14°	1,4764 à 20°
— de saponification . . .	178,0	185,4	181,3	185,8	184,9	189,6	183,0	184,3	178,0
— d'acétyle (E. André). . .	8,0	6,6	3,5	6,5	19,2	17,8	40,4	3,5	28,7
— diode (Hanus).	133,4	140,4	140,8	136,4	136,4	137,6	140,0	132,1	146,6
Acidité exprimée en acide oléique p. 100.	0,4	1,4	0,4	0,6	0,7	2,7	0,6	0,8	1,4
Nombres d'ordre	30	31	32	33	34	35	36	37	38
Bourgogne et Beaujolais 8 espèces.									
Huile extraite 1926. Graines ré- collées 1924.									

TABLEAU V. — HUILES DE PÉPINS DE RAISIN EXTRAITES AU LABORATOIRE PAR ÉPUISEMENT
A L'ÉTHÉR DE PÉTRÔLE

Variété ou espèce	Pétite Syrh.	Mauzac blanc.	Herbemont.	Herbemont.	Herbemont.	Vendange mêlée, graines saines.	Vendange mêlée, graines moisis.
Origine et année de la ven- dange	Monlon- Toulouse, 1926.	Gaillac (Tarn), 1926.	Tonneins (Lot-et- Garonne), 1926.	Prayssas (Lot-et- Garonne), 1926.	Prayssas (Lot-et- Garonne), 1922.	Prayssas (Lot-et- Garonne), 1921.	Sainte-Bazille (Lot-et- Garonne), 1921.
Nature du terrain. . . .	Alluvions anciennes silico- argileux sans calcaire.	Argilo- calcaire.	Alluvions.	»	»	Port- Sainte-Marie (Lot-et- Garonne), 1921.	»
Poids de l'hectolitre de pépins secs triés	67,6 kg	70,2 kg	65,8 kg	66,4 kg	68 kg	65,4 kg	60,1 kg
Nombre de grains dans 10 g.	398	314	327	336	—	—	—
Teneur en huile p. 100 . .	13,0	14,2	14,6	16,6	20,6	18,0	14,1
<i>Caractères de l'huile :</i>							
Densité	0,9234	0,9232	0,9221	0,9242	0,9254	0,9235	0,9213
Indice de réfraction n _D . .	1,4783 à 13°	1,4780 à 13°	1,4782 à 13°	1,4780 à 16°	1,4762 à 19°	1,4753 à 19°	1,4738
— de saponification. . .	177,4	176,3	179,0	184,0	182,9	181,0	185,0
— d'acétyle (E. André). .	7,0	10,4	2,7	6,1	11,9	21,5	18,8
— diode (Hanus). . . .	131,0	135,2	136,6	139,0	138,4	140,1	138,2
Acidité exprimée en acide oléique, p. 100.	0,5	0,35	2,8	0,5	—	5,2	22,4
Numéros d'ordre.	39	40	41	42	43	45	46
Toulouse, 1 envoi, 3 espèces.							
Lot-et-Garonne. Même vignoble années 1924, 1922, 1926. Influence des con- ditions climatiques.							
Influence de la moisissure.							

CARACTÈRES ET PROPRIÉTÉS DES HUILES DE PÉPINS DE RAISIN. 557

TABLEAU VI. — HUILES DE PÉPINS DE RAISIN EXTRAITES INDUSTRIELLEMENT SUR LES LIEUX DE PRODUCTION

Origine et année de la vendange	Montpellier, 1921 (1).	Algérie, 1925 (huile brute).	Algérie, 1925 huile neutralisée (2).	Oran, huilerie de La Sénia, 1925.	Perpignan, La Catalane, 1925.	Montpellier, Sept Camps (La Grappe), 1926.
<i>Caractères de l'huile :</i>						
Densité.	0,9250	0,9254	0,9338	0,9670	0,929 à 15°	0,9094
Indice de réfraction n_D	1,4745	1,4761 à 13°	1,4760 à 17°	Trop foncée.	Trop foncée.	1,4732
Indice de saponification	185,4	182,8	186,8	206,0	181,2	198,2
Indice d'acétyle (E. André)	27,6	42,0	38,5	72 (3)	27,6	40,0
Indice d'iode (Hanus)	137,3	133,1	137,3	93,6	135,0	129,3
Acidité exprimée en acide oléique p. 100	15,8	15,6	4,4	40,0	5,5	59,8
Numéros d'ordre	47	48	49	50	51	52

(1) Huile extraite de pépins de l'Hérault par la « Utrechte Machine fabrick » d'Utrecht. Extraction faite par la presse continue dite « Tordoir ».

(2) Huile neutralisée par le carbonate de soude à 60° sans addition d'eau.

(3) Détermination faite sur les acides gras totaux.

CONCLUSIONS.

L'enquête scientifique sur les pépins de raisin n'étant pas encore terminée, il faut se garder de formuler des conclusions définitives.

Disons d'abord que l'année 1926 a été, au point de vue viticole, une année tout à fait anormale. Il est possible, probable même, que la même enquête, faite à la fin d'une année où le raisin se serait développé et aurait mûri dans des conditions meilleures, aurait fourni des résultats assez différents. Cependant, l'examen des 46 échantillons de pépins provenant des régions les plus diverses de France et d'Algérie permet déjà de se faire une opinion raisonnable.

L'huile de pépins de raisin paraît être une sorte de Protée dont les propriétés peuvent être aussi plastiques que celles du genre *Vitis* lui-même qui compte 21 espèces parmi lesquelles il en est une, *Vitis vinifera*, qui existe sous un très grand nombre de variétés (plus de 500 dit-on). Si l'on ajoute à cela la possibilité d'hybrider deux à deux espèces et variétés, on tombe dans une possibilité de formes à peu près infinie.

Pour bien montrer la plasticité des caractères de l'huile de pépins de raisin, nous croyons intéressant de faire quelques rapprochements entre des huiles provenant d'un même cépage :

Le chasselas d'Alsace, celui de Thomery et celui du Lot-et-Garonne (voir tableau III) ont donné une huile dont les propriétés varient dans des limites acceptables; par contre, le cépage américain direct dit

Herbemont (hybride de *Vitis œstivalis*), est très facilement influencé par les conditions climatiques au point de vue particulier des caractères de l'huile de ses graines (voir Tableau V). Nous avons eu des pépins des années 1921, 1922 et 1926 provenant exactement du même vignoble ⁽¹⁸⁾, le rendement en huile a été, en 1921, 18 p. 100; en 1922, 20,6 p. 100 et, en 1926, 16,6 p. 100 avec des indices d'acétyle de 21,5 en 1921; 11,9 en 1922 et 6,1 en 1926. Ces pépins provenaient de Prayssas dans le Lot-et-Garonne; en 1926 nous avons reçu aussi des pépins d'Herbemont provenant de Tonneins, dans le même département: ils nous ont donné 14,5 p. 100 d'une huile dont l'indice d'acétyle était seulement de 2,7. Comme on le voit, pour ce même cépage, le rendement en huile a pu varier de 14,5 à 21,5 p. 100 et l'indice d'acétyle de 2,7 à 21,5. L'indice d'acétyle le plus élevé est celui de l'huile Herbemont-Prayssas 1921; or, l'année 1921 fut une année chaude pendant laquelle la viticulture fut particulièrement favorisée. Un climat chaud semble donc provoquer la production d'huiles à acides-alcools.

Les conclusions que nous formulions au début de cet exposé, d'après les analyses antérieurement publiées, restent entières :

1° Le *type d'huile à acide érucique* paraît exister réellement, mais son indice d'iode dépasse sensiblement celui des huiles de graines de crucifères; l'étude de sa composition mérite de nouvelles recherches.

2° Le *type ricin*, existe sans doute, mais il doit être très rare. Ce sont bien plutôt des huiles qui, par leur indice d'acétyle, seraient 1/4 ou 1/3 ricin que l'on peut espérer rencontrer; elles paraissent produites par des cépages croissant sous des climats très chauds et les vignobles nord-africains pourront peut-être en fournir.

3° Enfin, la majorité des huiles de pépins de raisin appartient à un *type d'huiles demi-siccatives* semblables à l'huile d'œillette et susceptibles d'être utilisées dans l'industrie des peintures.

Pour résumer d'un mot ces conclusions nous dirons que, d'une manière générale, les huiles de pépins de raisin ne pourront pas remplacer l'huile de ricin, mais que certaines d'entre elles pourront prendre une place honorable parmi les meilleures huiles végétales lubrifiantes; les cépages croissant sous les climats très chauds paraissent plus aptes à les fournir que ceux qui croissent sous les climats tempérés.

Paris, Hospice de La Salpêtrière,
Laboratoire du pharmacien-chef,
1926-1927.

Les résultats des nombreuses déterminations que nous avons faites en collaboration avec M. Henri Canal sont consignés dans les 6 tableaux qui précèdent.

(18) Naturellement il s'agit de graines rigoureusement saines, récoltées et séchées avec le plus grand soin.

REMARQUES SUR L'HUILE DE PÉPINS DE RAISIN

Note de M. L. MARGAILLAN, présentée à l'Académie des Sciences le 23 juillet 1927
par M. Gabriel Bertrand.

L'huile de pépins de raisin a donné lieu ces dernières années à un certain nombre de publications, notamment de MM. E. André, Aubert, Aumeras, Bonnet, Carrière, Ventre, Viala en France. Certains de ces travaux sont inspirés par cette idée que l'huile en question possède un indice d'acétyle élevé (on a même cité 144,5) et ressemblerait de ce chef à l'huile de ricin dont l'indice correspondant est voisin de 130. D'autres l'ont envisagée comme une huile siccative en raison de son indice d'iode élevé, voisin de 130. Un autre déclare que l'huile extraite des pépins frais ressemble à l'huile de ricin et que l'huile extraite des pépins en voie d'altération tend à ressembler de plus en plus à l'huile de lin. Enfin un auteur assigne à l'huile qui nous intéresse un poids moléculaire cryoscopique moyen, relativement bas, 693.

L'huile de pépins de raisin est-elle vraiment une « huile protégée » ainsi que cela découlerait de toute cette littérature? Nos travaux de plusieurs années ne paraissent pas l'indiquer et ne confirment pas l'anomalie signalée par le poids moléculaire.

Quand on veut définir les caractères d'une huile, il faut s'adresser à une huile fraîche, non altérée — analogue à une huile de ricin de première pression — et en suivre ensuite les modifications. L'expérience montre surabondamment que les huiles altérées peuvent donner les caractères les plus divers.

L'huile de pépins de raisin extraite avec soin de pépins frais ne ressemble guère à l'huile de ricin : elle n'est pas soluble dans l'alcool, sa viscosité n'a rien de particulièrement remarquable et son indice d'acétyle est très faible : nous sommes descendus avec quelques précautions jusqu'à la valeur 4, ce qui est insignifiant. D'autre part, pour les huiles extraites de pépins ayant souffert, pour les huiles préparées sans aucun soin (au début de certaines fabrications industrielles), nous n'avons jamais trouvé d'indice d'acétyle atteignant la valeur 30.

L'indice d'acétyle s'élève (sans atteindre 30) dans les huiles provenant de pépins ayant souffert, restés longtemps exposés aux intempéries ou de pépins *qui sont restés broyés longtemps avant d'être traités par le solvant* : il y a là une phase d'oxydation spécialement active où les diastases paraissent jouer un rôle important. C'est ainsi qu'une huile d'indice d'acétyle 6 laissée en contact à l'air avec des pépins broyés, a vu cet indice monter rapidement à 24. D'ailleurs, les pépins broyés et entassés s'échauffent fortement dans les premiers temps qui suivent le broyage, corrélativement avec l'oxydation de l'huile.

Il n'y a aucune relation entre l'augmentation de l'indice d'acétyle et celle de l'indice d'acidité qui peut rester très faible.

En fait, l'huile de pépins de raisin est une huile qui, originellement, n'est pas oxydée, mais qui s'oxyde facilement jusqu'à un certain point, et son indice d'acétyle, loin d'être une constante comme dans le cas de l'huile de ricin (où l'acide ricinoléique est de beaucoup le constituant normal le plus important), est essentiellement une variable comme pour la plupart des huiles.

Il est inexact de dire que l'huile de pépins frais ressemble à l'huile de ricin et encore plus de dire que l'huile de pépins altérés tend à ressembler à l'huile de lin. A tout prendre ce serait la proposition inverse qui serait la moins inexacte.

Nous avons étudié avec MM. Martin et Rosello le soufflage de l'huile de pépins de raisin comparativement avec celui de l'huile de colza, qui est classique. La première de ces huiles se souffle facilement quoique moins facilement que la seconde. Nous donnerons ailleurs le détail de ce travail. Disons seulement que pour des huiles industrielles, soufflées à 125°, nous avons obtenu pour indice d'acétyle les valeurs suivantes :

	Pépins de raisin.	Colza
Initialement.	23	27
Après 4 heures	31	53
— 7 —	37	81
— 9 —		94,5
— 10 —	44	
— 12 —	57 (prise en gelée)	

L'huile de pépins soufflée constitue un bon lubrifiant. Le processus d'oxydation par soufflage est très différent du processus d'oxydation spontanée et beaucoup plus complexe que lui.

L'OFFICE CENTRAL DE L'ACÉTYLÈNE ET DE LA SOUDURE AUTOGÈNE

Les fabricants français de carbure de calcium fondèrent en 1904, d'accord avec la Chambre syndicale de l'Acétylène et l'Union française des Acétylénistes, un organisme dénommé : Office central de l'Acétylène⁽¹⁾. Ses frais d'organisation et le fonctionnement furent, dès lors, assurés par les industriels appartenant à ces divers groupements.

L'inauguration officielle de ses laboratoires et de ses services eut lieu le 15 décembre 1906 par M. Marcelin Berthelot.

Il fut bien spécifié (et cette condition fut toujours strictement observée) que cet organisme poursuivrait exclusivement un but d'intérêt général et serait ouvert à tous ceux qui, de près ou de loin, s'intéresseraient à l'acétylène et à ses applications.

L'Office central de l'Acétylène se préoccupe tout d'abord des applications de l'acétylène à l'éclairage. Il se consacra à de nombreuses études sur le carbure de calcium, la production de l'acétylène, son épuration, l'acétylène dissous, les becs à acétylène, la photométrie des flammes, les becs à incandescence, les applications de l'acétylène au chauffage et à la production de force motrice, etc.

Il disposait de 8 inspecteurs chargés de visiter les installations d'éclairage à acétylène de la France entière (43.000 installations visitées) pour y donner tous conseils et renseignements utiles, faire observer les lois et prescriptions en vigueur, etc.

C'est à partir de ce moment-là que les explosions d'acétylène devinrent moins fréquentes; leur nombre tomba à zéro dans les installations visitées. Leurs propriétaires recevaient en effet un bulletin mensuel qui, tout en leur donnant des renseignements pratiques utiles, leur rappelait sans cesse les précautions à prendre, les règlements administratifs, etc. Au surplus, l'Office central édita plusieurs ouvrages et brochures sur la matière.

Dès que la soudure autogène oxy-acétylénique commença à être appliquée, l'Office central s'en occupa activement, s'organisa en conséquence pour l'étude, la mise au point et l'application rationnelle de ce procédé. Il compléta son titre en s'intitulant : *Office central de l'Acétylène et de la Soudure autogène*.

Des laboratoires furent spécialement aménagés pour cette branche des applications de l'acétylène, à laquelle furent du reste annexés, d'accord avec leurs exploitants, les autres procédés de soudure et notamment la soudure électrique à l'arc.

Pendant la guerre, et malgré la mobilisation de la plus grande partie de son personnel, l'Office central put mettre ses services à la disposition de la défense nationale qui avait fait appel à son concours : mise au point des procédés de soudure pour l'armement; organisation rationnelle des ateliers de soudure; essais de laboratoires; cours de soudure spéciaux pour le Service des Poudres, les arsenaux, les compagnies de chemins de fer, rééducation des mutilés, etc.

Après la guerre, la soudure autogène oxy-acétylénique prit un essor considérable. L'Office central s'organisa pour suivre ce mouvement, au double point de vue technique et industriel, former le personnel nécessaire et se livrer à tous travaux utiles sur la matière. Il a donné, à ce jour, plus de 90 cours de soudure autogène tant à

(1) Siège, 104, boulevard de Clichy, Paris (18°).

Paris que dans les grands centres industriels; organisé l'enseignement de la soudure autogène dans un certain nombre d'écoles (notamment d'accord avec la Direction de l'Enseignement technique), fait des centaines de conférences et créé un cours-école permanent de soudeurs et soudeuses.

Ses laboratoires étudient tous les problèmes techniques et industriels qui se présentent journellement, relatifs au carbure de calcium, à l'oxygène, à l'acétylène, à la soudure autogène et à toutes leurs applications. Il dispose notamment d'une installation métallographique, d'appareils enregistreurs, de bancs d'épreuves, d'appareils d'essais et du matériel approprié.

Sa bibliothèque renferme tous les ouvrages, journaux et brochures qui ont été publiés dans le monde entier sur l'acétylène et la soudure autogène.

Il collabore régulièrement avec les Pouvoirs publics (Service des Établissements classés, Ministères du Commerce, du Travail, Service des Poudres, etc.) pour l'établissement de règlements, prescriptions, cahier des charges, relatifs aux industries dont il s'occupe.

Il publie deux périodiques : le *Journal de l'acétylène* et la *Revue de la soudure autogène*, ainsi qu'un bulletin *La soudure autogène* adressé gratuitement à 25.000 propriétaires d'installations de soudure autogène. Au surplus, il édite fréquemment des brochures relatives à ce dernier procédé.

En présence des résultats acquis, les services de l'Office central de l'Acétylène et de la Soudure autogène vont être considérablement augmentés, notamment par la création d'un corps d'ingénieurs chargés de visiter les usines et ateliers qui emploient la soudure autogène et se mettre, le cas échéant, à la disposition de leur direction, même pour plusieurs jours, pour documenter et former le personnel de maîtrise.

Le budget de l'Office central, qui n'est qu'un budget de dépenses, est fixé chaque année par le Comité de Direction, les dépenses étant réparties entre les fabricants de matières premières, soit les fabricants de carbure de calcium et les fabricants d'oxygène, auxquels viennent se joindre, par subventions particulières, les autres industriels intéressés.

Enfin, il faut signaler que tous les savants qui ont voulu effectuer des recherches tant sur les propriétés de l'acétylène que sur ses usages, sur les phénomènes de détonation auxquels il donne lieu, ont trouvé, auprès de l'Office central, l'accueil le plus cordial et le concours le plus complet pour l'exécution de leurs travaux.

C'est, en particulier, au laboratoire de l'Office central que Moissan, Berthelot et Vieille ont effectué leurs travaux sur les propriétés de l'acétylène.

Cette mentalité à l'égard des savants n'a pas changé depuis la création de l'Office central. On peut considérer en un mot que l'Office central est une institution privée qui a rendu à la science, à la technique et à l'industrie françaises, des services de premier ordre.

P. D.

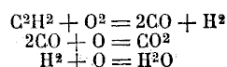
LA SOUDURE AUTOGÈNE DANS LES ASSEMBLAGES NÉCESSITANT DES SOINS PARTICULIERS,

par M. R. GRANJON,

directeur de l'Office central de l'Acétylène et de la Soudure autogène.

La soudure autogène est le procédé qui consiste à assembler entre elles des pièces métalliques par fusion de leur bord, avec ou sans addition d'un métal de même nature, destiné à combler le joint, à lui donner plus de résistance par surépaisseur, ou même à rattraper, grâce à des éléments additionnels judicieusement choisis, les propriétés mécaniques qu'une fusion brutale et localisée, par tous les phénomènes qu'elle entraîne, risque d'atteindre dans une mesure et avec des conséquences variant avec la nature du métal ou de l'alliage, le travail demandé aux assemblages, la destination de la pièce, etc....

La soudure autogène, qui est industriellement appliquée depuis fort longtemps sur les métaux ou alliages à bas point de fusion, n'est entrée dans la pratique du travail des métaux communs : fers, aciers, fonte, etc... que lorsqu'on a pu obtenir pratiquement et économiquement des flammes soudantes ayant la puissance et la température nécessaires : flamme oxy-hydrique d'abord, rapidement remplacée par la flamme oxy-acétylénique, résultant de la combinaison de l'acétylène et de l'oxygène mélangés à volumes égaux et de la combustion des gaz provenant de cette première réaction par l'oxygène emprunté à l'air. L'oxyde de carbone est entièrement brûlé ⁽¹⁾.



La première phase de la combustion s'effectue immédiatement à la sortie des gaz du chalumeau et c'est à ce point que siège la plus haute température. En cet endroit, la flamme possède, grâce à l'oxyde de carbone et à l'hydrogène qui ne sont brûlés que plus loin, des propriétés réductrices remarquables ⁽²⁾.

Cette température est voisine de 3.000°; elle permet, malgré la dispersion de la chaleur par conductibilité, rayonnement et balayage d'air, de porter rapidement à fusion franche les bords à réunir.

De nombreux phénomènes accompagnent ou peuvent accompagner l'opération : dilatation et retrait (d'où cassures, déformations et tensions), recuit, trempe à l'air, ségrégation, combustion ou volatilisation d'éléments, soufflures, absorption de gaz, etc....

Les zones voisines des soudures peuvent être elles-mêmes atteintes et les parties soudées des pièces forgées, laminées ou étirées présentent alors évidemment la structure du métal fondu.

Toutes ces particularités sont bien connues des spécialistes de la soudure autogène et ils y ont, dans une très large mesure, à l'aide d'une technique serrée et d'artifices ingénieux, apporté les correctifs nécessaires, que certains ingénieurs, se basant sur des insuccès opératoires, paraissent ignorer.

Certes, le tour de main, l'habileté, l'expérience et la conscience de l'opérateur, sont des facteurs importants de la réussite des soudures, mais il ne constituent pas, loin de là, leur condition exclusive de bonne tenue au travail et, au surplus, ce mode opératoire est non moins étudié, connu et enseigné.

(1) *Sur la combustion de l'acétylène par l'oxygène.* Communication à l'Académie des Sciences de P. MAURICHEAU-BEAUPRÉ, présentée par H. Moissan, 1905.

(2) *Un réactif pour l'étude de la flamme oxy-acétylénique.* G. LE GRIX, Communication au VIII^e Congrès international de l'Acétylène et de la Soudure autogène, Paris, décembre 1923.

Malheureusement, la soudure autogène est un procédé relativement récent, dont les avantages sont si manifestes et l'application d'apparence si simple, qu'il s'est répandu dans toutes les branches et dans tous les milieux de la construction et de la réparation avec une rapidité prodigieuse. Sans doute n'en use-t-on pas toujours avec la technique, la pratique, la prudence, la compétence en un mot, qui sont nécessaires aux travaux nécessitant des soins particuliers. De là, des insuccès et des accidents dont il ne faut pas rendre responsable le procédé lui-même, comme on est tenté de le faire, parce qu'on ignore le puissant intérêt qu'il offre lorsqu'il est bien appliqué.

La soudure électrique à l'arc s'est, depuis quelques années, jointe à la soudure au chalumeau pour l'exécution de travaux similaires. Elle avait été proposée depuis fort longtemps, mais les premiers résultats furent très précaires. On a pu les améliorer grâce à la technique empruntée à la soudure oxy-acétylénique, car il s'agit toujours de fusion localisée sur les bords des pièces à assembler et les phénomènes qui accompagnent l'opération sont les mêmes, parfois moindres, parfois intensifiés.

La soudure à l'arc électrique offre des avantages techniques sur la soudure au chalumeau dans des cas particuliers qu'il faut bien se garder de généraliser. On dit par exemple d'elle qu'elle supprime les déformations parce que le champ d'action de la chaleur de l'arc est moins grand que celui de la flamme. Mais cette localisation de la température, la fusion brutale et le refroidissement rapide, créent des tensions et des dislocations qui ne sont pas ignorées des spécialistes de ce procédé.

Les derniers progrès de la soudure à l'arc sont néanmoins intéressants, mais dans la pratique, on ne pourra les juger qu'à l'œuvre. Malgré la publicité que lui valent son nom et son appareillage mystérieux, elle est beaucoup moins usitée qu'on ne le croit généralement. Elle trouve cependant, pour la réalisation de certains assemblages : charpentes, bâtis, constructions mécaniques, rechargement de corrosions ou de pièces usées, soudure des pinces de joints rivés, etc..., des applications fort intéressantes.

La soudure autogène oxy-acétylénique absorbe actuellement en France plus de 60.000 t de carbure de calcium par année, et près de 20 millions de mètres cubes d'oxygène. On compte environ 40.000 soudeurs exerçant le métier, soit exclusivement, soit annexé à une autre profession : tôlier, chaudronnier, mécanicien, etc....

On peut diviser les travaux entrepris en trois catégories distinctes :

1° Ceux dans lesquels les soudures n'ont pas d'efforts particuliers à supporter, dont la résistance est toujours suffisante, ou encore dont la rupture n'a pas de fâcheuses conséquences : ferronnerie d'art, carrosserie d'automobile, meubles métalliques, bacs, récipients ouverts, conduits de fumées, de gaz ou d'air sans pression, etc...;

2° Ceux dans lesquels les joints obtenus par soudure, s'ils ne résistent pas aux efforts qu'ils ont à subir, peuvent mettre des pièces ou appareils hors service, arrêter le fonctionnement de machines, d'installations, etc... sans cependant donner lieu à des accidents matériels ou corporels d'une réelle gravité;

3° Ceux enfin dont la mauvaise tenue des soudures, due soit à une exécution imparfaite, soit à la nature du métal ou de l'alliage des pièces qui les supportent, soit encore à leur mauvaise position par rapport aux efforts exercés, peut conduire à des explosions ou à des accidents graves.

C'est de cette catégorie que nous nous occuperons particulièrement. Elle comporte, entre autres, les travaux de constructions et de réparations de chaudières et appareils à vapeur, de bouteilles et récipients pour gaz comprimés, liquéfiés ou dissous, de canalisations destinées à des gaz, vapeurs ou liquides inflammables ou à hautes températures, de pièces essentielles de machines intéressant la sécurité, etc....

On s'est ému dans certains milieux, ces temps derniers, à la suite de plusieurs accidents dus au déchirement de joints soudés, et la soudure autogène a été quelque peu malmenée par des auteurs certes fort sincères, mais insuffisamment documentés sur ses possibilités d'application.

Chez les techniciens plus spécialisés dans le procédé, de tels accidents ne surprennent pas. Faut-il ajouter que l'on s'étonne de ne pas en compter davantage? Les causes de ces insuccès, révélées par les enquêtes, sont bien connues et cataloguées;

et les conseils de prudence n'ont jamais été ménagés à ceux qui entreprennent si inconsidérément des travaux hors de leur compétence.

Il faut considérer que la soudure autogène, dont les règles générales d'exécution sont à peine enseignées depuis quelques années dans les écoles techniques, a été introduite très empiriquement dans les ateliers et que son apparente facilité d'exécution et les difficultés du contrôle trompent aussi bien l'industriel ou l'ingénieur que le surveillant et le soudeur, qui ne connaissent pas suffisamment les conditions de son application rationnelle.

Cependant, des ouvrages précis ont été écrits ⁽³⁾ dont certains traitent particulièrement l'application de la soudure autogène aux chaudières et appareils à vapeur ⁽⁴⁾; des prescriptions et cahiers des charges ont été étudiés et adoptés par la Chambre syndicale de la Soudure autogène ⁽⁵⁾ et le contrôle des soudures a fait l'objet d'une série d'études et de recherches objectives ⁽⁶⁾.

Cette documentation qui se complète chaque jour et que viennent au surplus grossir les très belles études faites dans d'autres pays, États-Unis, Allemagne et Suisse notamment, où la soudure autogène est non moins développée qu'en France, sinon plus, paraît cependant inopérante pour certains constructeurs ou réparateurs qui débutent dans l'application du procédé, ou dont on ne parvient pas à attirer l'attention sur les responsabilités qu'ils encourent en matière de travaux délicats.

Les Pouvoirs publics et les agents officiels du contrôle se sont émus, mais, ignorant eux-mêmes les règles, ils n'ont pu jusqu'ici en exiger l'application, même dans la faible mesure où les règlements en vigueur le leur permettent; d'où des refus non motivés, des interdictions de principe, des décisions arbitraires, qui atteignent précisément parfois, et fort injustement, les spécialistes conscients de leurs responsabilités, dont les travaux présentent toutes les garanties de sécurité désirables.

Certains organismes spéciaux et officiels, ne relevant pas cependant du droit commun général en la matière, le Bureau Véritas par exemple, en présence, d'une part, de l'intérêt que présente la soudure autogène et, de l'autre, des imperfections et risques de sa mauvaise application, ont édicté des règlements particuliers la concernant et en limitent l'exploitation à des entrepreneurs qui, pour être agréés, doivent donner des preuves de leur technicité et de leur compétence pratique. Peut-on taxer cette mesure d'arbitraire? En tout cas, elle a fait ses preuves et ne signale-t-on aucun accident dû à la soudure autogène dans les milliers d'applications qui en ont été faites sur les chaudières marines et à bord des bateaux.

La législation « terrestre », partant d'un esprit plus libéral, plus démocratique pourrait-on dire, place tous ceux qui appliquent un procédé tel que la soudure autogène sur un pied d'égalité, basé sur l'observation commune des règles et prescriptions en vigueur. Or, ces règles et prescriptions étant ou inexistantes ou imprécises en la matière, chacun fait à peu près ce qu'il veut, sauf interdiction, donc arbitraire, au détriment de la sécurité, du procédé envisagé, et de ses bons exploitants.

On en conclut aisément que, pour toutes les applications délicates, qui peuvent être parfaitement définies et cataloguées, à commencer par les travaux de construction et de réparations de chaudières ou appareils à vapeur, il est nécessaire que les institutions ou organismes compétents prennent les mesures utiles pour que des règles et des prescriptions libérales mais nécessaires, en harmonie avec la technique de la soudure autogène, les caractéristiques que l'on peut exiger et le contrôle de son exécution, soient édictées et communément observées.

L'étude de ces règles et prescriptions ne présente pas de difficultés spéciales si

(3) *Manuel pratique de soudure autogène* (Dunod, éditeur); *Éléments de soudure autogène; J'apprends la soudure autogène*, etc. (OFFICE CENTRAL, éditeur, 104, Boul. de Clichy, Paris).

(4) *La soudure autogène appliquée aux réparations de chaudières à vapeur* (OFFICE CENTRAL, édit.). *Chaudières et réservoirs à pression*, par MAURICE LEBRUN (La soudure autogène française, édit.).

(5) *Prescriptions générales relatives aux installations de soudure autogène. — Cahier des charges pour la fourniture de réceptifs en acier construits par soudure autogène, destinés à contenir des gaz comprimés, liquéfiés ou dissous.*

(6) Voir diverses études publiées par la *Revue de la soudure autogène, la radiométallographie et ses applications à la soudure autogène* (H. PILON), etc., etc....

les autorités compétentes veulent bien s'inspirer de la technique acquise et de l'avis des organismes intéressés dans le développement rationnel de la soudure autogène. C'est d'ailleurs l'application d'un règlement, plus que le règlement lui-même, qui semble préoccuper ces mêmes autorités administratives, scrupule qui les honore. parce que toute loi, commune surtout, n'est juste et efficace que si les agents chargés de la faire observer ont à cet effet la compétence nécessaire.

Sur ce point, il est encore facile de concilier les choses en se bornant d'abord à fixer des règles strictes peut-être, mais simples, facilement applicables par l'entrepreneur et contrôlables à tout instant. Parmi elles serait, par exemple, l'obligation, par le constructeur ou le réparateur de chaudières ou appareils à vapeur, d'établir préalablement un plan coté des travaux de soudure à entreprendre, avec quelques indications essentielles, telles que la position exacte des lignes à souder, l'écartement ou le chanfreinage qui sera donné aux bords, la puissance du chalumeau mis en œuvre, la nature ou l'origine du métal de la pièce, celle du métal d'apport, etc. Ce plan serait soumis aux associations ou organismes compétents.

Le constructeur se conformerait aux « règles de l'art » préalablement définies ou à des « recommandations » établies d'après ces règles. Le contrôle des soudures, après leur exécution, ne porterait que sur quelques points précis, à la portée de tout vérificateur, mais serait néanmoins suffisant pour permettre de rejeter les assemblages de nature à provoquer des accidents graves. De toute façon, le seul fait de solliciter une autorisation de souder, de se soumettre à un règlement et d'accepter un contrôle sur des bases déterminées, éveillerait chez l'entrepreneur le sentiment de sa responsabilité et l'inciterait à plus de circonspection dans les travaux qu'il entreprend, s'il n'a pas la compétence voulue pour les réussir parfaitement. Le but serait atteint pourvu que l'on prenne le soin de consulter les organismes techniques et corporatifs de la soudure autogène, lesquels seront les seuls compétents, il faut bien le dire, tant que les conditions d'application du procédé n'entreront pas dans le bagage technologique des ingénieurs qui auront à les faire respecter.

*
* *

Essayons de mettre succinctement en lumière quelques-unes de ces « règles de l'art de souder » particulièrement exigibles dans les travaux délicats et examinons préalablement si le contrôle de la bonne tenue présumée des soudures est tellement impossible qu'on l'a dit. C'est qu'on n'en a pas établi le programme.

Il doit s'exercer, si on le veut rigoureusement complet et efficace, avant, pendant et après l'exécution du travail de soudure proprement dit.

Avant, c'est sur la soudabilité du métal ou de l'alliage constituant les pièces à traiter, sur la position des soudures et les efforts divers qu'elles supporteront ; sur la préparation des bords, sur la pureté des gaz mis en œuvre dans la flamme, sur la nature ou les propriétés spéciales du métal d'apport, sur les tensions ou déformations que provoquera l'opération de soudage.

Pendant, c'est sur la puissance de la flamme, par rapport à l'épaisseur de la pièce, sur son bon réglage, sur la méthode de soudure employée, sur la vitesse normale d'avancement, sur la pénétration de la fusion et les défauts d'exécution qui peuvent être constatés.

Après, enfin, c'est le contrôle visuel, d'abord examen sur l'endroit et sur l'envers, largeur de la ligne soudée, aspect et indices divers, puis l'application des procédés usuels ou spéciaux de vérification des propriétés et caractéristiques du joint, essais à la bille, macrographie, métallographie, pliages, essais mécaniques divers qui peuvent être faits, selon les cas, sur les pièces soudées elles-mêmes, sur des parties découpées ou sur des éprouvettes exécutées par les mêmes opérateurs, avec les mêmes matières et dans des conditions identiques.

On se rend compte, au simple énoncé de ces éléments de contrôle, que les règles de l'art existent et qu'elles peuvent être clairement établies.

La soudabilité des métaux et alliages est maintenant bien définie, sauf pour quelques alliages d'emploi fort restreint d'ailleurs. Pour les aciers on peut dire, par

exemple, qu'elle est inversement proportionnelle à leur teneur en carbone et inversement proportionnelle aussi à la teneur en impuretés (soufre et phosphore principalement) qui ont beaucoup plus d'inconvénients dans les assemblages soudés que rivés ou brasés.

Dans le cuivre, c'est l'oxydure qui est l'ennemi du soudeur, dans la fonte c'est le silicium qui se volatilise et qu'il faut restituer, et dans le laiton, c'est le zinc.

La *position des soudures* sur les pièces et l'examen préalable des efforts mécaniques qu'elles auront à supporter forment un chapitre important des règles de l'art de souder. On a trop imité jusqu'ici, dans les assemblages soudés, la disposition des assemblages rivés qui ont d'autres propriétés, entre autres celle de constituer un fretage. Les lignes soudées ont des propriétés définies, qui doivent correspondre à des positions définies sur les pièces. Les soudures, par prudence tout au moins, doivent être autant que possible disposées pour supporter des efforts de compression ou de traction et non pas de flexion. La flexion doit en tout cas tendre à fermer la base de la soudure et non à l'ouvrir, car c'est à la base qu'est généralement son point faible par suite d'un manque toujours possible de pénétration complète, constituant une amorce de cassure.

La *préparation des bords* doit être conforme aux règles connues : chanfreinage total donnant un angle plus ou moins ouvert, selon les méthodes de soudure, à partir des épaisseurs de 4 à 5 mm.

Le *métal d'apport* doit être aussi pur que possible et contenir au besoin des éléments spéciaux de nature à rattraper les propriétés mécaniques perdues du fait de la fusion et des phénomènes qui l'accompagnent.

Les *tensions et déformations* que provoque infailliblement le soudage, doivent être prévues ainsi que leurs conséquences. Lorsqu'on les connaît bien on peut les éviter dans une large mesure : déformations préalables opposées à celles qui se manifestent, soudure par portions opposées, chauffage total ou localisé avant soudure, recuit, etc....

Les « règles de l'art » de l'exécution proprement dite des soudures fixent la puissance du chalumeau selon la nature et l'épaisseur du métal à traiter, le réglage de la flamme, les méthodes opératoires, les vitesses normales d'avancement et les conditions diverses d'une bonne exécution, notamment au point de vue de la pénétration et des défauts à éviter : collages, plages d'oxyde, soufflures, etc.

Il est incontestable que la simple connaissance de telles règles et leur observation même imparfaite conduiraient à l'exécution de soudures acceptables qui ne pourraient donner lieu à des accidents semblables à ceux que l'on a signalés et à propos desquels il convenait de ne s'en prendre, tellement les fautes sont lourdes, qu'à leurs auteurs directs absolument incompetents.

Lorsque la soudure autogène est parfaitement exécutée sur des métaux ou alliages parfaitement soudables, elle peut tout, même constituer un joint dont toutes les propriétés mécaniques sont égales à celles de la pièce : il suffit de faire intervenir des métaux d'apport les reconstituant, puis des traitements thermiques et mécaniques appropriés. On a dit et on a prouvé que deux éléments soudés peuvent constituer une pièce monobloc dont le joint usiné est non seulement invisible mais encore très difficile à rechercher au laboratoire même ; c'est le cas des tubes employés dans le cycle et l'aviation, constitués par de la tôle de première qualité, roulée, soudée au chalumeau, puis étirée avec recuits successifs.

On parvient du reste, en soudure autogène, à donner à l'assemblage les caractéristiques qu'il doit particulièrement posséder : résistance, dureté, ductilité, etc., pourvu que la soudabilité du métal de la pièce, soit excellente : le métal d'addition permet en effet non seulement de rendre au joint, comme nous l'avons dit, les propriétés mécaniques disparues du fait de la fusion, mais au besoin de les renforcer. On incorpore pour cela du nickel, du chrome, du silicium, du molybdène, etc., dans le métal d'apport à des doses déterminées.

Il a été dit que les propriétés mécaniques étaient modifiées et amoindries non seulement dans les portions portées à fusion, mais aussi dans les zones voisines, tout au long des lignes de soudure et de chaque côté.

Il est tout à fait exact que ces zones subissent un recuit et éventuellement une

trempe à l'air par leur refroidissement relativement rapide. Il ne saurait en être autrement, mais cela ne constitue pas une dégradation du métal, pas plus que l'écrouissage dû à des coups de marteau frappés à froid et il est toujours possible, en admettant que ces modifications de structure aient quelque importance, de rétablir l'homogénéité rompue par des traitements thermiques ou mécaniques appropriés. Cela se fait par exemple pour le duralumin et les alliages analogues, voire pour beaucoup de pièces d'acier.

Certes, la structure de divers métaux, à cause de leurs impuretés et de divers alliages, à cause de leurs constituants, est modifiée dans les zones voisines des soudures. C'est un fait étudié et connu, qui entre précisément dans la recherche préalable de la soudabilité, à laquelle nous attachons pour notre part une importance primordiale, soit dans l'établissement des « règles de l'art », soit en matière de contrôle au point de vue de la sécurité.

*
* *

Par ce rapide exposé, nous avons surtout voulu montrer que la soudure autogène n'est pas le vulgaire procédé de collage ou d'assemblage superficiel dont on l'a qualifiée à la suite d'insuccès et d'accidents provenant exclusivement de malfaçons notoires. Il appartient évidemment aux techniciens de la métallurgie, et à plus forte raison aux autorités compétentes, de s'élever contre de tels travaux, qui ont eu parfois des conséquences graves, et de prendre toutes mesures utiles pour en éviter le renouvellement. Mais encore doit-on agir dans ce sens en toute connaissance de cause et ne pas s'en prendre simplement à un procédé (qui peut tant et qui le prouve) parce qu'on n'a retenu de lui que quelques insuccès.

Contrôle des soudures. Exemples d'assemblages nécessitant des soins particuliers.

Il nous reste à examiner, à titre documentaire, divers procédés imaginés pour le contrôle des soudures, ainsi que quelques travaux dans lesquels la soudure autogène est couramment mise en œuvre pour réaliser les assemblages les plus délicats.

*
* *

On dit que le contrôle des soudures par leur examen visuel après leur exécution ne permet pas d'apprécier la valeur mécanique d'un assemblage soudé. Ce n'est pas tout à fait exact : le technicien, ou plus exactement le spécialiste, qui a une certaine pratique des soudeurs et des soudures, peut, au simple examen de l'assemblage, donner, sans grands risques d'erreurs, son appréciation sur sa valeur d'exécution ; les indices fournis par l'aspect de la soudure : méthode de travail, puissance du chalumeau, vitesse d'avancement et habileté de l'opérateur, sont très significatifs.

L'examen de l'envers des soudures est plus indicatif encore, comme nous le verrons tout à l'heure.

On a toutefois cherché des procédés de contrôle des soudures permettant de déceler leurs défauts internes.

Les appareils qui ont été proposés donnent, au laboratoire, des indications intéressantes, mais ne peuvent guère être mis en œuvre dans la pratique courante industrielle.

La radiométallographie montre notamment le manque de pénétration, le collage et les interpositions d'oxyde, mais à la condition qu'un usinage ait fait disparaître la surépaisseur et les croûtes d'oxyde ou les crasses qui se trouvent à la surface.

La figure 1 montre une installation de radiométallographie (Gaiffe, Gallot et Pilon) dans un laboratoire de soudure autogène.

La figure 2 est l'épreuve d'une photographie radiométallographique d'une soudure, montrant son manque de pénétration.

Les essais acoustiques (ultra-son) basés sur l'enregistrement des ondes sonores

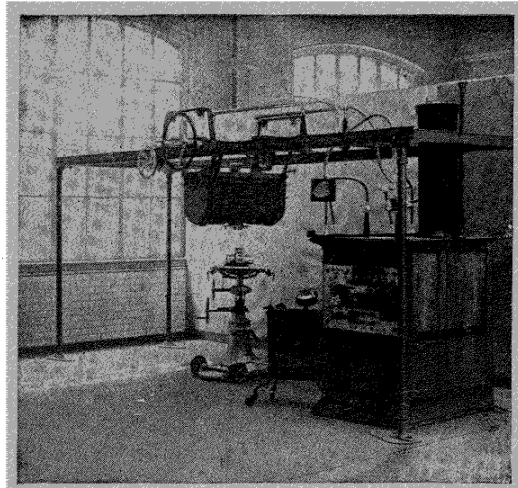


Fig. 1. — Installation de radiométallographie dans un laboratoire de soudure autogène.

traversant une ligne soudée, permettent de déceler les mêmes défauts, compte tenu, s'il y a lieu, de la différence physique entre le métal fondu et le métal adjacent.

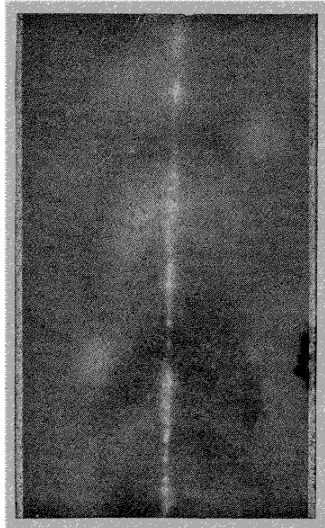


Fig. 2. — Épreuve d'une photographie radiométallographique d'une soudure montrant son manque de pénétration.

Deux expérimentateurs, MM. Spooner et Kinard, ont fait, à la Société américaine des Essais de Matériaux, une communication fort intéressante sur les essais électriques et magnétiques des soudures.

Ces méthodes consistent à mesurer la chute de potentiel électrique ou magnétique à travers la soudure avec une force électromotrice, ou un potentiel magnétique défini, appliqué sur les côtés opposés de la soudure.

Cette chute de potentiel est comparée à la chute, sur une longueur égale, de tôle non soudée.

La figure 3 donne le schéma du dispositif de l'essai électrique et la figure 4 celui de l'essai magnétique.

La figure 5 donne le graphique de ces essais sur une éprouvette dont la soudure était alternativement bonne et mauvaise; en sus des courbes électriques et magnétiques, le graphique porte la courbe des essais à la traction. On voit que la courbe magnétique suit assez régulièrement la courbe de traction. L'essai électrique, dont l'appareillage n'était pas suffisamment au point, donne des indications beaucoup moins précises.

Bien que ces questions soient très étudiées, on en reste, pour l'instant, comme pour la radio-métallographie et les essais acoustiques, à un contrôle de laboratoire et non pas d'atelier.

Le contrôle des soudures industrielles doit, à notre avis, pour l'instant du moins s'exercer surtout avant et pendant leur exécution et s'étendre à la soudabilité des métaux ou alliages traités, à la qualité du métal d'addition, à la préparation des bords, puis à la puissance du chalumeau, au bon réglage de la flamme, à la méthode d'exécution et à la vitesse d'avancement, autant de conditions qui peuvent être parfaitement définies.

Le contrôle après l'exécution doit surtout s'exercer sur l'envers des soudures, lorsqu'il est accessible. On peut du reste utiliser avec succès pour cet examen,

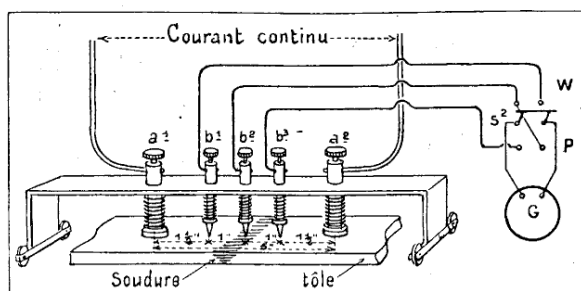


Fig. 3. — Dispositif pour l'essai électrique de la qualité des soudures (États-Unis).

lorsqu'il s'agit de tubulures, de récipients étroits, etc., une tige supportant une petite lampe électrique et un miroir incliné à l'angle voulu.

L'envers des soudures donne surtout des indications sur le manque de pénétration et l'amorce de cassures que l'on constate trop souvent à la base des soudures et qui sont pernicieux lorsque l'assemblage travaille à la flexion.

Les figures 6, 7, 8 et 9 représentent schématiquement les causes d'amorce de cas-

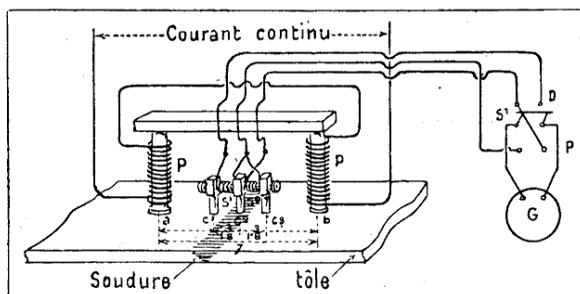


Fig. 4. — Dispositif pour l'essai magnétique de la qualité des soudures (États-Unis).

sure au bas des soudures : par manque de pénétration (fig. 6); par chanfrein incomplet des bords (fig. 7); par chevauchement des bords à la base des chanfreins (fig. 8) et par dénivellation (fig. 9).

Dans l'examen de l'envers des soudures, il ne faut pas confondre le métal fondu bien accroché aux bords, avec les boursoufflures d'oxyde de fer qui cachent souvent le manque de pénétration ou l'amorce de cassure.

La figure 10 montre qu'il faut examiner avec soin l'envers des soudures pour discerner ces défauts que le pliage met immédiatement en évidence.

La figure 11 montre la coupe de soudures qui présentent divers défauts : En 1, la soudure est trop chargée, sa surépaisseur pouvant constituer, dans certains cas, une frette nuisible à la flexion régulière des parois soudées.

En 2, on voit trois défauts d'exécution à la surface des soudures :

a, soudure creuse;

b, soudure à dos d'âne avec caniveaux latéraux;

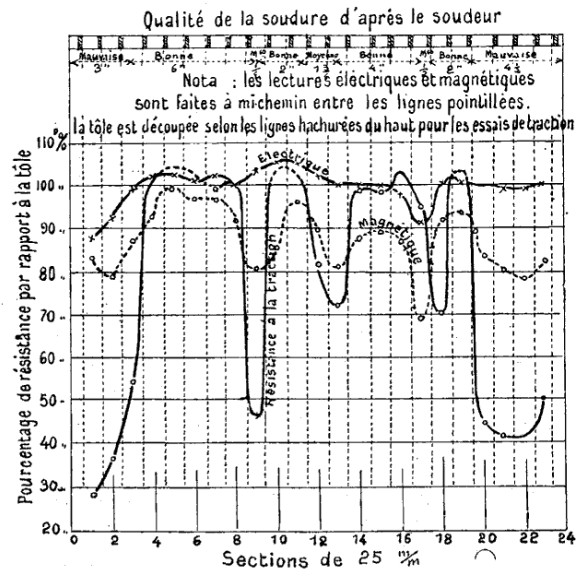


Fig. 5. — Résultat d'essais sur tôle C après une épreuve électrique et magnétique.

c, soudure trop chargée.

En 3, *a* est une soudure régulière et *b* irrégulière.

En 4, défauts de surface également.

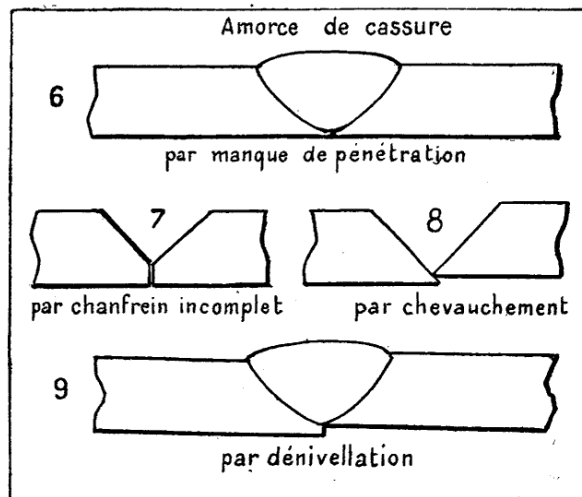


Fig. 6 à 9. — Quelques causes d'amorce de cassure au bas des soudures.

En 5, soudure pénétrée en *a* et manque de pénétration en *b*.

En 6, soudure parfaite en *a*, qui serait aussi bonne en *b* si les tôles n'étaient pas dénivelées.

Enfin, en 7, on voit l'envers de deux soudures, l'une assez régulièrement pénétrée, l'autre ne présentant que des points de fusion sur son envers.

Nous avons dit que, par leur composition même, les métaux et alliages présentaient des degrés de soudabilité différents. C'est ainsi qu'on peut dire que la soudabilité des aciers est inversement proportionnelle à leur teneur en carbone, le fer pur et l'acier extra-doux se prêtant très bien aux soudures, l'acier demi-doux beaucoup moins et l'acier dur pas ou presque.

La soudabilité, non plus du métal ou de l'alliage, mais de la pièce métallique à traiter, dépend aussi de sa constitution et de sa nature plus ou moins homogène.

C'est ainsi que des tôles très acceptables pour des travaux rivés ne conviennent pas aux travaux soudés parce que les impuretés du centre du lingot se retrouvant par plagues au milieu du métal après le laminage, sont atteintes lors de la fusion

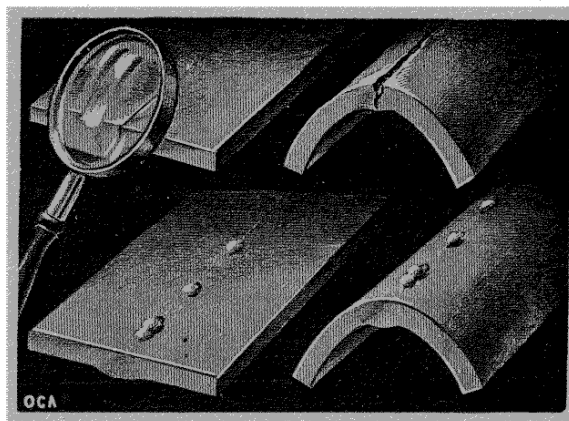


Fig. 10. — Examen de l'envers des soudures et pliage pour la recherche de l'amorce de cassure.

des bords et conduisent à des soufflures, piqûres ou décollements internes, compromettant l'assemblage.

La figure 12 est la photographie d'une épreuve macrographique sur tôle d'acier doux de 5 mm pouvant convenir au rivetage, mais impropre à être soudée.

On a dit parfois que la soudure autogène constituait un mode d'assemblage précaire à causes des cassures constatées après refroidissement ou des tensions internes dans la zone traitée, provenant du retrait du métal. En ces matières, la technique de la soudure autogène est très avancée et les spécialistes connaissent exactement les méthodes à suivre pour éviter toute cassure et toute tension importante nonobstant les traitements thermiques à faire subir aux pièces après la soudure s'il y a lieu.

Lorsqu'on craint les cassures ou les trop grandes tensions au refroidissement, on opère le soudage par portions opposées, de façon à équilibrer les mouvements du métal, ou on chauffe les pièces en totalité ou sur certains points, ou encore on opère par déformations préalables en sens opposé de celles que subira la pièce au soudage.

La figure 13 montre, à titre d'exemple, la préparation d'une soudure avec déformation préalable, déformation qui sera absorbée par le retrait au refroidissement.

On voit que la technique de la soudure autogène enseigne non pas des tours de main, mais de véritables méthodes opératoires qui permettent de dominer les phénomènes perturbateurs de la bonne réalisation des assemblages soudés.

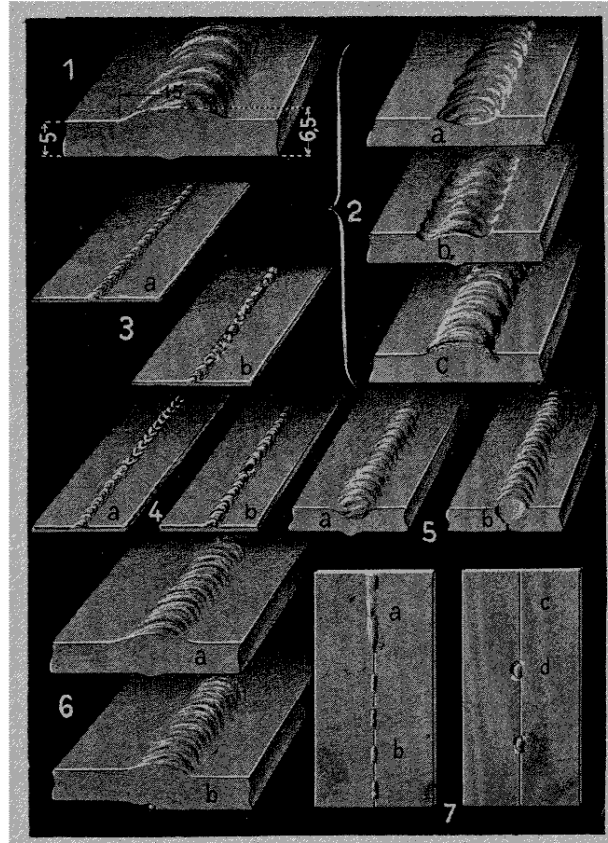


Fig. 11. — Enseignement des défauts des soudures : 1, trop de surépaisseur; — 2, creux, dos d'âne et surépaisseur exagérée; — 3, en *a* soudure régulière, en *b*, irrégulière; — 4, défauts de surface; — 5, défauts de pénétration; — 6, en *a* bonne soudure, en *b*, bonne mais dénivelée.

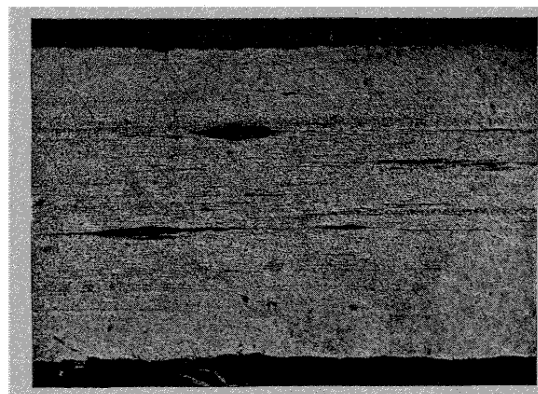


Fig. 12. — Épreuve macrographique sur tôle d'acier doux pouvant convenir au rivetage mais non à la soudure autogène (Gross. = 8).

Ainsi, lorsque le procédé est appliqué avec tous les égards techniques qu'on lui

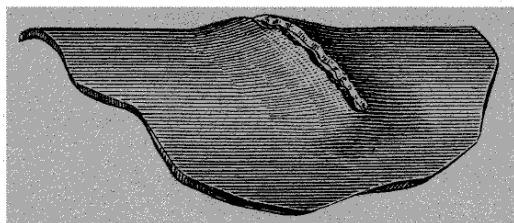


Fig. 13. — Préparation d'une soudure de réparation avec déformation préalable des bords pour éviter les cassures et la tension au retrait.

doit, joints à une maîtrise opératoire basée sur la méthode et l'expérience, on peut tout attendre et tout obtenir de la soudure autogène, les assemblages pouvant alors

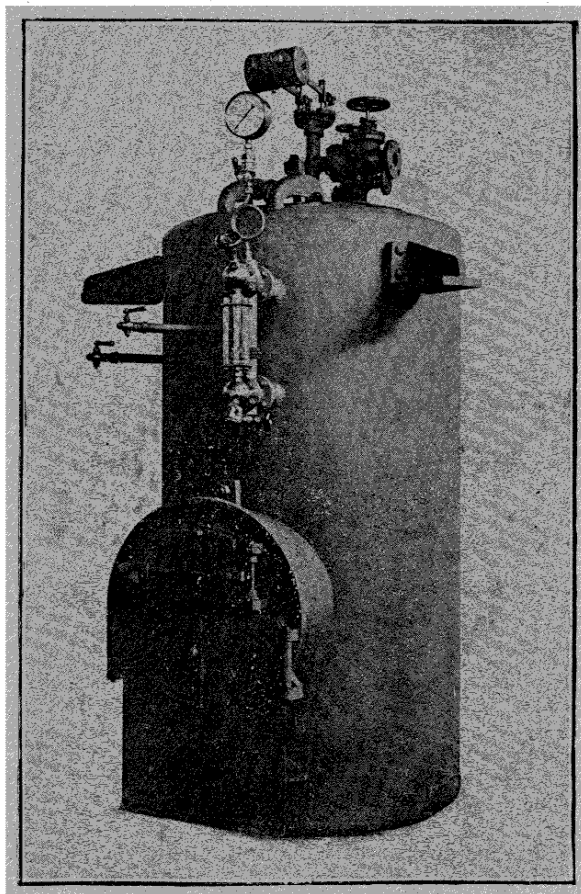


Fig. 14. — Chaudière verticale entièrement construite par soudure autogène (Ateliers Sulzer, Winterthur).

présenter les mêmes propriétés mécaniques que le métal sur lequel ils sont exécutés.

La figure 14 représente une chaudière verticale entièrement construite par soudure autogène. Non seulement les soudures ont été exécutées avec tous les soins voulus sur des tôles d'excellente soudabilité, mais encore la chaudière a été entièrement recuite après sa construction, pour faire disparaître toutes les tensions.

Toutes les chaudières marines sont actuellement réparées par soudure autogène : foyers, boîtes à feu, façades, faisceaux tubulaires, etc....

Voici (fig. 15) l'une des 18 chaudières du paquebot *France*, qui ont été entièrement remises à neuf par changement de tous les foyers et la réfection des façades. On voit, sur la photographie, les points indiquant les parties de façade changées.

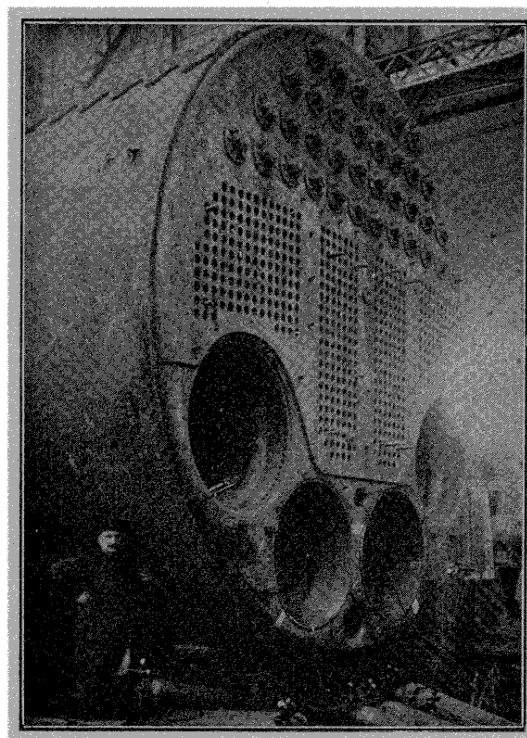


Fig. 15. — Réparation des façades et changement des foyers des 18 chaudières du paquebot *France* (Chantiers de Penhoët, à Saint-Nazaire, mars 1924).

Toutes nos grandes compagnies de chemins de fer réparent également les chaudières de leurs locomotives par soudure autogène et aucun de ces travaux ne donne lieu à des succès. Les plaques tubulaires et les foyers en cuivre, très sujets aux criques, sont constamment remis à neuf.

La figure 16 montre une plaque tubulaire d'une locomotive de la Compagnie des Chemins de fer de l'Est réparée par soudure autogène : aussitôt après l'exécution de la soudure, tandis que le métal est encore au rouge, un martelage approprié est appliqué sur chaque face pour compenser le retrait et donner à la portion fondue les caractéristiques du cuivre forgé.

Les compagnies de chemins de fer ne se bornent du reste pas à appliquer la soudure autogène aux chaudières elles-mêmes : elles réparent constamment les cylindres en fonte brisés à la suite de coups d'eau, de chocs, etc....

La figure 17 montre le cylindre de la locomotive 1418 des Chemins de fer du

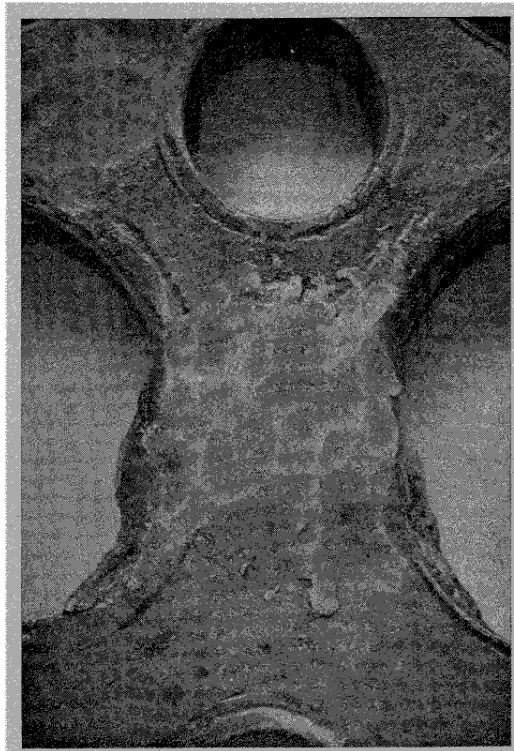


Fig. 16. — Une soudure de réparation sur plaque tubulaire de locomotive (cuivre)
Compagnie des Chemins de fer de l'Est.

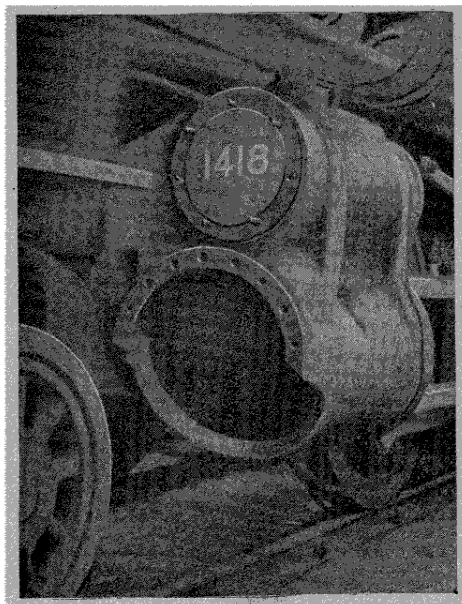


Fig. 17. — Les grandes compagnies de chemins de fer réparent dans leurs propres ateliers
les pièces les plus délicates des locomotives (Cliché de la C^{ie} des Chemins de fer du Nord).

Nord, entièrement cassé en service et qui fut parfaitement réparé sans démontage par soudure autogène : un foyer approprié a été préalablement aménagé au-dessous du cylindre pour son réchauffage avant soudure et son refroidissement lent à la suite de l'opération.

Les réparations des cylindres de locomotives se pratiquent maintenant dans tous les grands ateliers des compagnies de chemins de fer et réussissent parfaitement.

Aujourd'hui, il n'est plus guère de constructions dans lesquelles la soudure autogène n'entre pas pour une part plus ou moins grande. Dans d'autres, elle constitue l'élément essentiel d'assemblage de pièces cintrées, estampées, embouties, etc....

La figure 18 montre des mines sous-marines entièrement assemblées par soudure. Ce travail est assez délicat à mener à bien pour que la soudure circulaire des deux emboutis, celle des brides, des trous d'homme et des bossages ne conduise pas à des déformations dépassant les tolérances permises : on surmonte la difficulté en

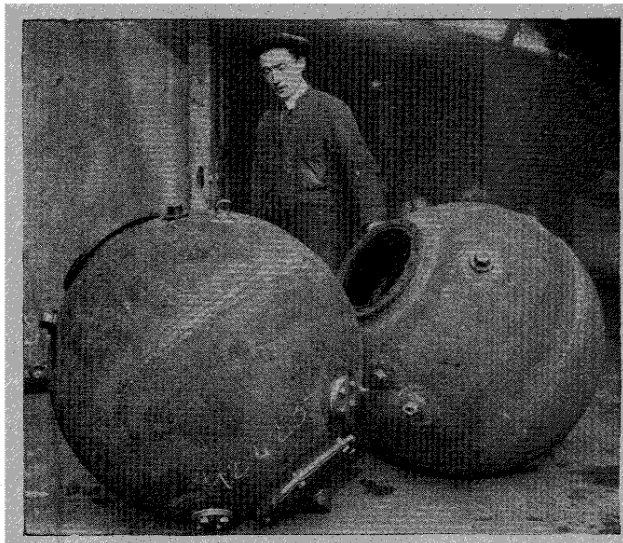


Fig. 18. — Mines sous-marines construites par soudure autogène sans aucune déformation grâce aux dispositions préalables prises à cet effet.

déformant préalablement les pièces en sens contraire de la déformation que provoque la soudure et d'une valeur égale

La figure 19 montre la roue métallique « Sankey » pour automobile, bien connue en France, mais plus répandue encore en Angleterre et dans d'autres pays. Le moyeu et les rayons sont constitués par deux flasques embouties et soudées, que l'on soude ensuite à la jante. Là encore on opère de telle façon que les déformations soient évitées ainsi que les tensions dans les assemblages.

Les constructions aéronautiques font un grand usage de la soudure autogène, bien que, à la suite d'insuccès uniquement dus à une mauvaise application, les assemblages soudés soient maintenant limités à certaines pièces. Dans la construction des moteurs d'aviation, tout le chemisage de circulation d'eau ainsi que les pipes, les bossages, les tubulures d'admission et d'échappement et les accessoires, sont soudés.

La figure 20 montre les différentes pièces estampées puis soudées qui s'adaptent sur les cylindres et le chemisage de circulation d'eau des moteurs d'aviation Lorraine-Diétrich.

On pourrait multiplier à l'infini ces exemples d'application dans toutes les branches de la construction. On s'est occupé, à juste titre, des accidents auxquels

ont conduit les mauvaises soudures, mais on passe trop vite du particulier au général parce qu'on ignore les applications du procédé là où il réussit parfaitement. Il est facile de prouver que bien étudiées et bien exécutées, les soudures peuvent

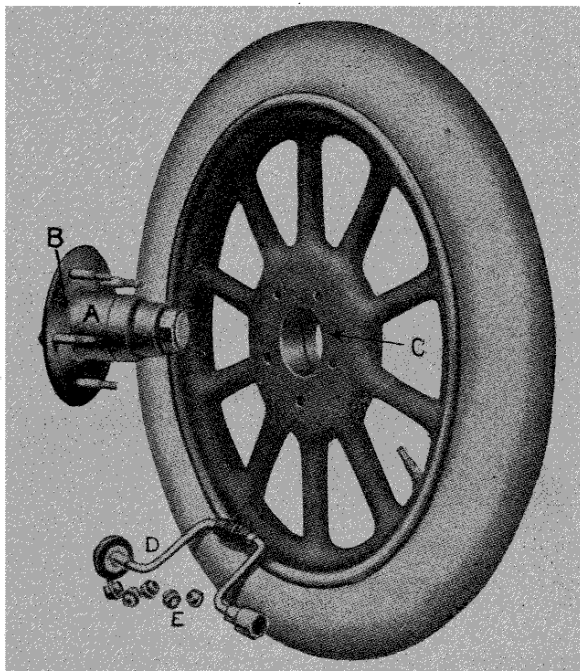


Fig. 19. — Roue métallique " Sankey " construite par deux flasques embouties et soudées.

résister à tous les efforts mécaniques auxquels elles sont soumises aussi bien que le métal lui-même.

La figure 21 montre trois récipients soudés soumis à la pression hydraulique jus-

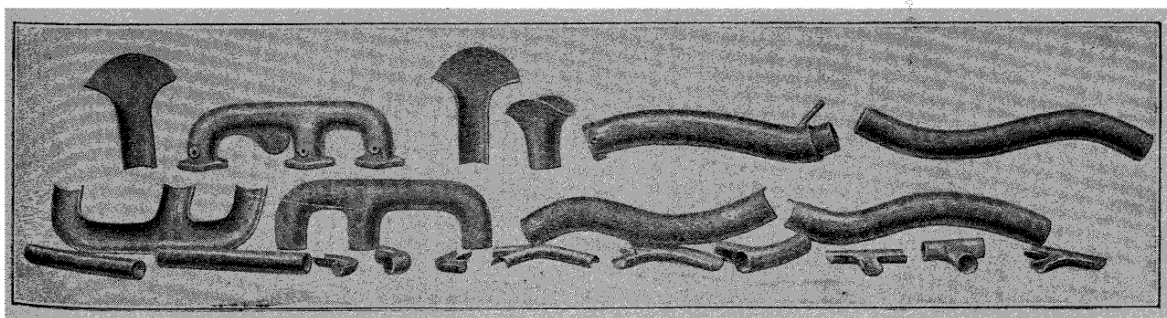


Fig. 20. — Photographie de différentes pièces, estampées puis soudées, entrant dans la construction des moteurs d'aviation Lorraine-Dietrich.

qu'à éclatement des parois : dans les trois cas les déchirures se sont produites en pleine tôle.

Le Conseil d'Hygiène du Département de la Seine s'étant lému des risques que pouvaient faire courir les récipients soudés contenant des gaz comprimés, liquéfiés

ou dissous, a voulu se rendre compte de la résistance des soudures desdits récipients.

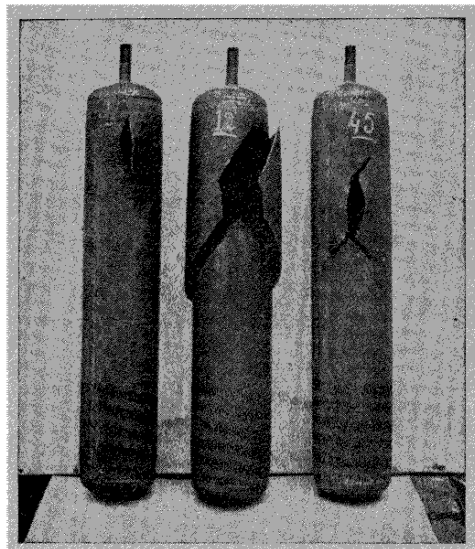


Fig. 21 — Récipients entièrement construits par soudure autogène ayant cédé en pleine tôle sous épreuve à la pression hydraulique poussée jusqu'à l'éclatement.

Les expériences faites devant sa commission sur des bouteilles du commerce, prélevées au hasard par ses soins ainsi que sur des récipients construits devant elle, ont été pleinement rassurantes.

La figure 22 montre l'une de ces dernières bouteilles ayant cédé en pleine tôle sous la pression hydraulique poussée jusqu'à éclatement.

Ainsi, la soudure autogène peut constituer des assemblages absolument parfaits, dont la résistance peut être comparée à celle qui serait obtenue si ces mêmes pièces étaient entièrement forgées, étirées ou embouties.

Il n'en est malheureusement pas toujours ainsi parce que le procédé est souvent ignoré aussi bien dans sa technique que dans son mode opératoire. Des prescriptions et un contrôle s'imposent chaque fois que la soudure autogène est employée pour des assemblages devant nécessiter des soins particuliers; les protagonistes du procédé seront les premiers à s'y soumettre, mais encore faut-il que les règles en la matière soient établies en s'inspirant non seulement des succès possibles,

mais aussi des résultats acquis d'une façon à ne pas atteindre injustement les spécialistes dont les travaux présentent toutes les garanties de sécurité désirables⁽¹⁾.

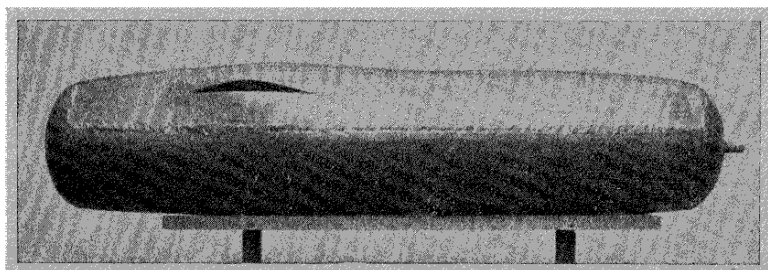


Fig. 22. — Éclatement en dehors de la soudure, après déformation considérable du récipient (Épreuve faite devant une commission du Conseil d'Hygiène de la Seine, février 1923).

(1) On trouvera de nombreux renseignements complémentaires, en allemand, sur la théorie et la pratique de la soudure autogène, dans deux publications, mesurant 24×32 cm, du Laboratoire fédéral d'Essai des Matériaux annexé à l'Ecole polytechnique de Zurich, qui viennent seulement de paraître bien que datées de 1926, et qu'on trouvera à la Bibliothèque de la Société d'Encouragement. Ce sont :

1° *Theorie und Praxis der autogenen Schweissung*, Bericht erstattet von C. F. KEEL, Direktor des Schweizerischen Acetylenvereins, Basel, 31 p. et 55 fig.; — *Diskussion*, 21 p. et 35 fig. Diskussionbericht N° 11, Zurich, Mai 1926;

2° *Ueber elektrisch und autogen geschweisste Konstruktionen*, von E. KOHN, Obergeringenieur des Schweizerischen Vereins von Dampfkessel-Besitzern, Zurich, 14 p., 75 fig., und A. SONDEREGGER, Ingenieur-Direktor der A.-G. der Maschinenfabriken Escher Wyss und Cie, Zurich, 17 p., 27 fig.; — *Ueber elektrische Schweissungen im Eisenbahnbrückenbau*, von H. FROHLICH, Ingenieur der S. B. Bern, 3 p., 4 fig.; — *Diskussion*, 10 p., 6 fig.; — *Literatur*, 1 p. Diskussionbericht N° 12, Zurich, Juni 1926.

(N. D. L. R.).

LES APPLICATIONS DU GYROSCOPE A LA NAVIGATION MARITIME OU AÉRIENNE ⁽¹⁾

par M. HENRI BEGHIN, professeur de mécanique à la Faculté des Sciences de Lille.

Ce nom de *gyroscope* est simplement le nom scientifique de la toupie. On devrait plutôt dire *gyrostat*, le mot *gyroscope* ayant été créé par le grand physicien Foucault avec un sens très spécial; le plus souvent, par abréviation, on dit *gyro* et, quelquefois, *tore*, étendant ainsi le sens d'un terme emprunté à l'architecture et à la géométrie.

Il s'agit donc, en somme, de ces modestes jouets qui ont fait la joie de nos premières années, mais qui, j'espère vous en convaincre tout à l'heure, ont droit à une place de choix, tant dans les théories de la mécanique, que dans le domaine des applications industrielles.

Une toupie, sans rotation, ne tient pas sur sa pointe; mais, dès qu'on la fait tourner, elle conserve une immobilité parfaite : on dit qu'elle *dort*. Si l'on essaie de la déranger, en exerçant une légère pression, elle reste tout près de sa position de repos : elle est *stabilisée*.

Sous cette forme rudimentaire, si connue de tout le monde, nous avons en évidence l'*inertie* considérable que donne à une toupie son état de rotation : nous verrons de nombreuses applications de cette merveilleuse puissance stabilisatrice.

Si nous inclinons l'axe de la toupie, nous le voyons tourner autour de la verticale en conservant son inclinaison, au lieu de tomber sous l'influence de la pesanteur comme il ferait si la toupie ne tournait pas, et comme cela pourrait nous sembler naturel à première vue, si cette expérience ne nous était pas si familière. Il se meut donc exactement à angle droit de la direction dans laquelle il est sollicité.

Cette forme si originale d'inertie présentée par les corps en rotation constitue l'*effet gyroscopique* ou *gyrostatique*.

Bien entendu, pour être utilisée dans les applications, une toupie doit nécessairement être montée dans une armature : c'est un simple anneau, ou un carter l'enveloppant complètement. Cette armature peut elle-même être montée dans une armature extérieure, suivant le rôle qu'on veut faire jouer au dispositif. Ces deux armatures forment ce qu'on appelle une *suspension de Cardan*.

Les modèles vulgaires de démonstration sont lancés à la ficelle, ou à l'aide d'un moteur électrique auxiliaire. Certains gyros sont lancés à l'aide d'une soufflerie, le gyro lui-même formant turbine (sextants gyroscopiques, gyro stabilisateur des torpilles, etc.); Foucault lançait ses gyros à la main, avec un train d'engrenages multiplicateur; mais la vitesse d'un gyro qui n'est que lancé diminue assez rapidement, puis s'éteint au bout de quelque temps, et les observations n'ont qu'une durée très limitée.

Il y a une cinquantaine d'années, on ne pouvait pas faire mieux; mais, depuis l'apparition des moteurs électriques à grande vitesse, le modèle de

(1) Conférence faite par l'auteur le 27 mars 1927, au Conservatoire national des Arts et Métiers. Les expériences ont été présentées avec la collaboration de M. JULES LEMOINE, professeur de physique industrielle au Conservatoire national des Arts et Métiers.

gyro le plus perfectionné est *entretenu électriquement*; il est constitué par le rotor d'un moteur électrique auquel on fixe un lourd volant d'acier ou de bronze, soit un moteur à courant continu, soit un moteur à champ tournant faisant 8.000, 10.000, 20.000 tours par minute.

La construction de ces gyros est d'ailleurs extrêmement délicate, en raison du haut degré de précision qu'elle nécessite.

Voici maintenant, sous leur forme générale, les propriétés fondamentales des gyros, entrevues seulement tout à l'heure :

1° un gyro mobile autour de son centre de gravité conserve son orientation, quels que soient les mouvements de son support;

2° si l'on vient à agir sur son axe, il se dérobe perpendiculairement à la force qui le tire.

C'est ce qu'on appelle l'effet gyroscopique ou gyrostatique (fig. 1). Ce lent changement d'orientation de l'axe, c'est la *précession*, par analogie avec le phénomène astronomique de la précession des équinoxes, qui en est un cas particulier, la terre étant une formidable toupie.

Foucault, en 1852, a énoncé ce principe sous la forme suivante et sous le nom de *principe de la tendance des axes de rotation au parallélisme* : « Si l'axe d'un tore en rotation est sollicité à tourner autour d'une droite, il tend à se placer parallèlement à cette droite, de telle sorte que les deux rotations soient de même sens. »

C'est cet effet gyrostatique — ou cette tendance — qui produit une sensation musculaire si caractéristique, lorsqu'on manie un gyro.

La notion de *moment cinétique* d'un gyro permet de donner à cet énoncé une forme quantitative : Il s'agit d'un vecteur OK , de longueur $I\omega$, porté par l'axe de figure; I est le moment d'inertie du gyro, d'autant plus grand que la masse est plus grande et plus éloignée de l'axe; ω est la vitesse de rotation.

Si la force F agit avec le bras de levier H (fig. 1), le point K prend une vitesse perpendiculaire au plan OF et ayant FH pour valeur, entraînant avec lui l'axe du gyro. Ce mouvement est donc d'autant plus lent que la masse est plus grande (I grand) et que le gyro tourne plus vite (ω grand) ⁽²⁾.

Je n'ai attiré l'attention que sur le phénomène principal de précession; or, un phénomène accessoire vient se greffer sur lui, c'est ce qu'on appelle la *nutation* : au lieu que l'axe décrive une courbe bien régulière, on le voit décrire une série de petits festons identiques qui se superposent au mouvement général de précession. Les toupies allongées, celles dont le centre de gravité est éloigné du point fixe, présentent des phénomènes de nutation si accentués qu'il devient pratiquement impossible de les faire tourner sur la pointe; toute stabilité a disparu : ce sont donc de très mauvaises toupies. Si

(2) Le conférencier et M. le professeur Lemoine vérifient sous différentes formes les lois indiquées, en utilisant un gros gyro lancé par un moteur électrique auxiliaire : invariabilité de l'orientation de l'axe du gyro, précession à angle droit sous l'influence d'une force. L'un des opérateurs, placé sur un plateau parfaitement mobile autour d'un axe vertical, et tenant le gyro à la main, peut faire face à n'importe quelle direction, en faisant seulement varier l'inclinaison de l'axe du gyro sur l'horizon.

Si l'on communique au plateau une certaine vitesse initiale de rotation, l'opérateur qu'il porte modifie à volonté cette vitesse, l'annule, la change de sens, en faisant varier l'inclinaison de l'axe du gyro, et cela sans prendre aucun appui extérieur.

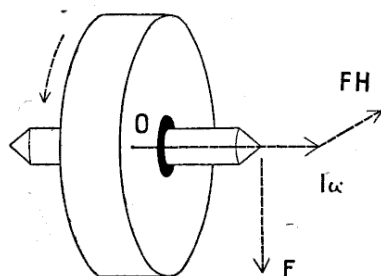


Fig. 1.

L'on ne peut pas faire tourner un crayon sur sa pointe, c'est que l'on ne peut guère réaliser la vitesse de 200.000 tours par minute nécessaire pour lui assurer quelque stabilité, vitesse à laquelle la matière du crayon ne résisterait d'ailleurs pas. Les applications industrielles utilisent de très bonnes toupies ne présentant que des phénomènes de nutation insignifiants.

Beaucoup de personnes trouvent paradoxaux les phénomènes gyroscopiques. Or, par définition, il y a paradoxe dans les faits quand l'opinion commune est erronée! S'il en est ainsi, beaucoup de faits mécaniques sont paradoxaux! N'oublions pas que, malgré la tranquillité apparente d'un gyro, nous avons affaire à un problème de mouvement et qu'il ne nous est pas permis de raisonner comme en statique. Quand un corps est en repos, les forces qui agissent sur lui s'équilibrent : celles qui tirent dans un sens sont égales en intensité à celles qui le tirent dans le sens opposé. Mais, dès qu'il y a mouvement, il n'en est plus de même; pour retrouver des forces en équilibre, il faut adjoindre aux forces réelles (actions de contact, poids) d'autres forces fictives appelées forces d'inertie : c'est le principe de d'Alembert.

Ces forces d'inertie prennent naissance toutes les fois que la vitesse des éléments de matière change de grandeur ou de direction; elles sont d'autant plus grandes que ces changements sont plus rapides.

Dans un corps qui tourne, les forces d'inertie sont centrifuges; chaque élément de matière a une force d'inertie dont la valeur est $m\omega^2r$ ou $m\frac{V^2}{r}$ (m , masse de l'élément; r , distance à l'axe de rotation; ω , vitesse angulaire; V , vitesse linéaire); si, en auto, nous prenons un virage un peu rapidement, nous ne pouvons rester en place qu'en allant chercher au contact de la voiture ou de notre voisin une réaction salutaire qui équilibrera nos forces centrifuges.

Dans un gyro qui dort, en apparence immobile, à la vitesse de 20.000 tours, les forces centrifuges sont énormes : un petit élément situé à 10 cm de l'axe subit une force centrifuge valant 45.000 fois son poids, soit, pour 1 cm³ de métal, 350 kg. Nous nous rendrons compte de l'énormité de ce chiffre si nous songeons qu'un projectile d'artillerie, pendant les quelques centièmes de seconde qu'il met à acquérir la vitesse considérable de 800 m : s a une force d'inertie valant seulement 2.000 fois son poids!

Au laboratoire de M. Lemoine, MM. HUGUENARD et HENRIOT ont réalisé des toupies tournant à des vitesses fantastiques, pouvant atteindre jusqu'à un million de tours par minute; les forces centrifuges y sont si considérables qu'une pastille de plomb portée par la toupie se retrouve complètement déformée, présentant au centre un énorme trou!

Dans un gyro dormant, ces forces formidables s'équilibrent deux à deux, donnant au gyro cet aspect si calme, où il exerce sur ce qui l'entoure les mêmes réactions que s'il ne tournait pas.

Mais, dès qu'on le dérange de sa position, on modifie en même temps les trajectoires de ses éléments, et les forces d'inertie, toujours considérables, ne s'équilibrent plus : c'est en évaluant ces forces qu'on obtient l'énoncé si simple du moment cinétique que j'indiquais tout à l'heure. On peut se rendre compte maintenant de ce que doit être l'adresse, la science du merveilleux artiste qui construit les gyros à grande vitesse, pour qu'il puisse réaliser la parfaite symétrie qui permettra aux forces d'inertie de s'équilibrer. Supposons seulement qu'il commette une erreur d'un centième de millimètre sur chaque extrémité de l'arbre d'un gyro de 30 cm de diamètre, devant tourner

à 10.000 tours par minute, il provoquera sur des paliers écartés de 15 cm, des forces de 10 kg tournant, elles aussi, à 10.000 tours et produisant ainsi un état vibratoire qui rendra toute utilisation impossible.

Quelles sont les applications de ces phénomènes gyrostatiques?

DÉTERMINATION DE LA VERTICALE.

La première application qui se présente à l'esprit, est suggérée par l'observation de la toupie dormante qui conserve si docilement sa position verticale.

A bord d'un navire, d'un aéronef, la verticale est chose infiniment précieuse : pour le pilote aérien, égaré dans la brume ou dans l'obscurité et qui, comme disait l'un d'entre eux, a l'impression d'avoir perdu sa planète, elle constitue un lien avec cette planète qu'il a perdue : elle lui permet de se rendre compte de son équilibre; elle est indispensable au navigateur maritime ou aérien, pour ses observations astronomiques; elle sert à l'artilleur, comme repère, pour situer le but et la trajectoire de ses obus.

Or, à bord d'un bâtiment qui tangue et qui roule, la mécanique ne donne pas de bon gré cette verticale : un pendule à très longue période peut seul rester suffisamment insensible à ces perturbations; pour avoir la verticale à une approximation de trois minutes d'arc, ce qui est utile pour les observations astronomiques, il faudrait un fil à plomb de 4 km de longueur!

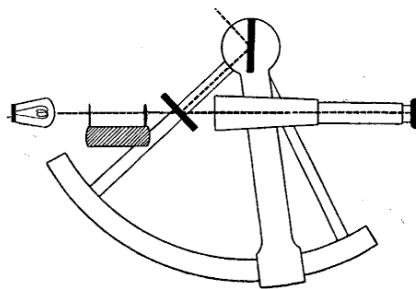


Fig. 2.

Le gyro seul peut nous fournir un système oscillant à période assez longue. La solution a été réalisée sous diverses formes.

C'est d'abord *l'horizon gyroscopique de l'amiral Fleuriat* (fig. 2) qui a valu à son auteur, alors lieutenant de vaisseau, un prix extraordinaire de l'Académie des Sciences (1886). L'appareil, tel qu'il est actuellement construit par les ateliers Lepetit, est associé à un octant. Il s'agit simplement d'une petite toupie pesant à peine 200 g, tournant sur sa pointe à 7.200 tours par minute. Elle porte un collimateur qui donne, dans la lunette du sextant ou de l'octant, l'image de l'horizon.

Le *gyrosexant Leprieur*, construit par la Précision moderne, l'*horizon gyroscopique Bonneau*, des Ateliers Aéra, sont basés sur le même principe; il n'y a pas de collimateur : c'est la face supérieure de la toupie qui forme miroir et l'on mesure ainsi l'écart angulaire entre l'astre et son image, soit le double de la hauteur de l'astre.

Ces toupies sont lancées par des jets d'air qui viennent frapper des aubes portées par leurs surfaces latérales.

La pointe est légèrement arrondie, et le frottement qui en résulte a pour effet de relever l'axe en amortissant la précession.

Le *gyroclinomètre Bonneau-Leprieur-Derrien*, basé sur le même principe, indique la verticale au pilote perdu dans la brume; c'est un indicateur de pente. La position d'une tache lumineuse sur un cadran dépoli fait connaître à chaque instant l'assiette longitudinale et transversale.

La rotation est entretenue par des jets d'air analogues à ceux qui permettent le lancement du Fleuriais; ces jets sont produits automatiquement en utilisant le vent de la marche. S'il s'agissait d'un appareil de précision, cela aurait des inconvénients, car l'enveloppe ne manque pas de réagir sur la toupie, par l'intermédiaire de ces jets d'air; mais il s'agit ici seulement d'un indicateur de pente.

M. l'ingénieur P. MONFRAIX et moi, avons réalisé, dans les Ateliers Carpentier, un *gyropendule* entretenu électriquement. Il tourne à 20.000 tours et a une période d'oscillation de 8 à 10 minutes.

L'amortissement des oscillations est chose assez difficile à réaliser, car les dispositifs amortisseurs liés au carter du gyro perdent généralement toute efficacité lors d'une évolution du bâtiment. Dans ce *compas zénithal*, l'amortissement est produit par un liquide visqueux contenu dans une cuve animée d'une rotation lente. Si le gyro s'incline, le liquide se porte vers la région la plus basse de la cuve, mais il est entraîné d'une certaine quantité dans le sens de la rotation, et, s'il y a synchronisme entre la vitesse de la rotation et la vitesse de propagation d'une onde dans la cuve, une vague stationnaire, nettement dessinée, se produit, qui, par son poids excentré, fait tendre l'axe du gyro vers la verticale conformément au principe de Foucault. Son extrémité décrit ainsi une spirale qui vient s'enrouler autour de la verticale.

Un appareil de ce genre est extrêmement précieux à bord, surtout s'il s'accompagne d'un *dispositif d'asservissement*.

Qu'est-ce qu'un dispositif d'asservissement? Supposons, par exemple, (fig. 4) un anneau de Cardan A, mobile autour de son axe, portant une aiguille B. Un autre anneau A', indépendant de A, est de même muni d'une aiguille B'. Supposons qu'un contact électrique s'établisse dès que les deux aiguilles ne sont pas en face l'une de l'autre, mettant en mouvement le

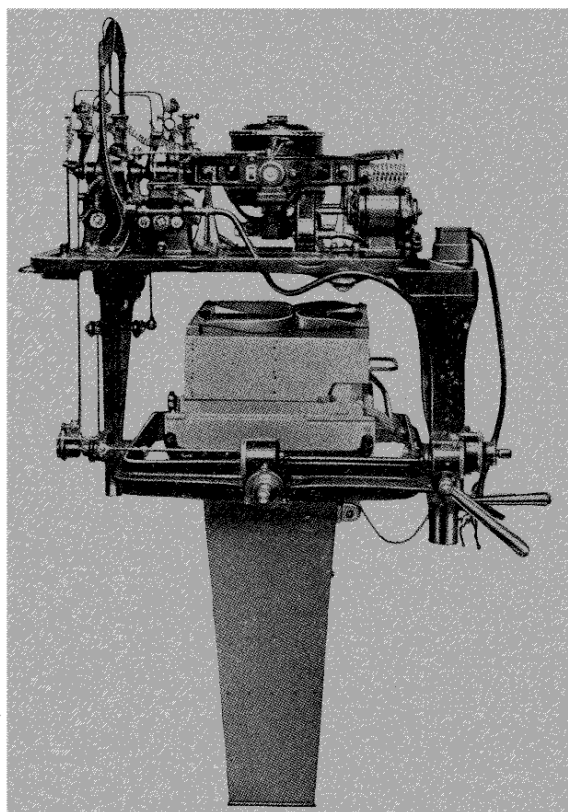


Fig. 3. — *Gyropendule Carpentier-Beghin-Monfraix.*

La figure représente l'appareil associé à un appareil photographique destiné aux levés par avions. On aperçoit en haut le gyropendule dont la partie supérieure est constituée par la cuve tournante formant dispositif amortisseur. A droite et à gauche, les moteurs d'asservissement; à la partie inférieure, l'appareil photographique.

moteur M, dans un sens ou dans l'autre, de telle sorte que l'aiguille B' portée par l'anneau A' soit ainsi automatiquement ramenée en face de l'aiguille B : l'anneau A' suivra ainsi l'anneau A dans tous ses mouvements,

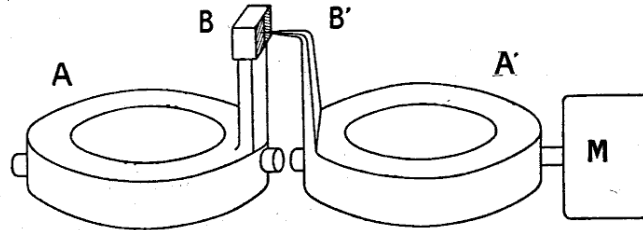


Fig. 4.

sans réagir en aucune manière sur lui. On dit que l'anneau A' est asservi à l'anneau A; il le suit comme son ombre; les Américains appellent « phantom » cet élément A' asservi à A.

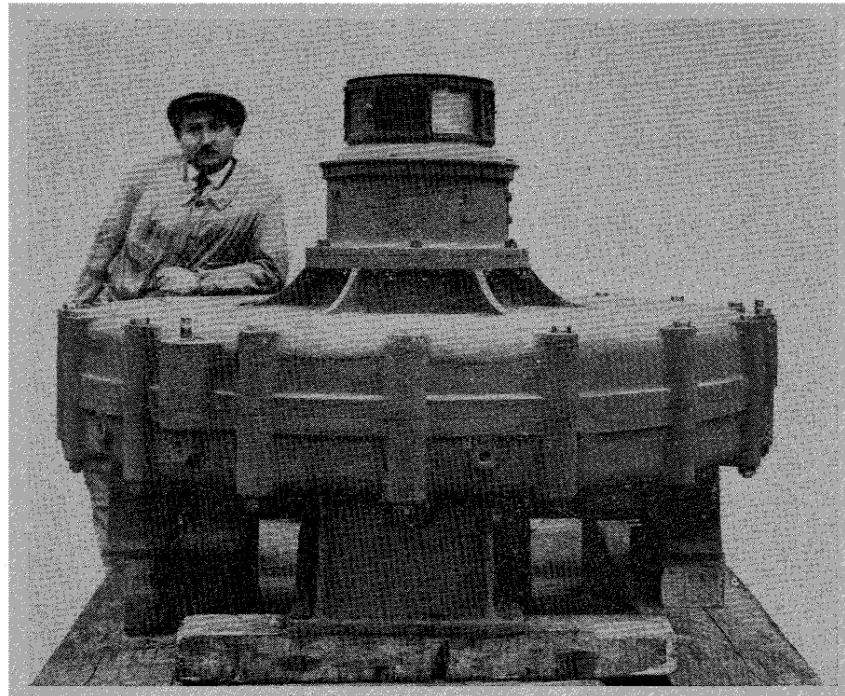


Fig. 5. — Horizon artificiel orienté Schneider-Fieux.

La figure représente, dans son carter, le gros gyro à axe vertical qui donne son inertie à la plate-forme à orienter.

Nous pouvons maintenant imaginer une plate-forme asservie par cette méthode à un gyropendule et qui restera ainsi parfaitement horizontale. Si le moteur d'asservissement est assez fidèle et assez puissant, nous pouvons

faire dépendre de cette plate-forme tous les appareils de visée, télémètres, viseurs de bombardement, ou appareils de photographie en vue de levés photographiques par avions.

Si les moteurs qui font mouvoir les canons en direction à bord d'un navire de guerre sont commandés par asservissement au gyropendule, ces canons seront stabilisés malgré roulis et tangage. Ne croyons pas qu'il faudrait des forces considérables; le canon ne demande qu'à conserver son orientation, et c'est au contraire le navire qui doit développer des forces considérables pour entraîner les canons dans son roulis. Ce n'est pas là que réside la difficulté, mais seulement dans la réalisation d'un asservissement fidèle et précis.

Supposons que l'officier, directeur du tir à bord d'un navire, après avoir convenablement calculé ses hausses et ses dérives, ait pointé tous les canons d'une même bordée vers un même point qui, naturellement, oscille au roulis. L'officier veut que les coups partent tous en même temps au moment précis où ce point coïncide avec le but; cette coïncidence doit avoir lieu pour une certaine inclinaison du bâtiment, choisie par l'officier suivant l'état de la mer. Le gyropendule, qui conserve la verticale, établira un contact électrique au moment où le navire passera par cette position : c'est la *mise de feu automatique*.

La Société Schneider construit en ce moment, sur les plans de M. JEAN FIEUX, un *horizon artificiel orienté* de fort tonnage, où une plate-forme est solidaire d'un gros gyro à axe vertical et d'un gros gyro à axe horizontal; deux gyros beaucoup plus petits, dont les axes sont parallèles aux précédents, servent de témoins : mobiles autour de leurs centres de gravité, ils conservent longtemps leurs orientations, grâce à une compensation convenable de l'influence de la rotation terrestre; deux hommes, au moyen de leviers, agissent sur les gros gyros dès qu'un désaccord s'amorce entre petits et gros; ils parviennent

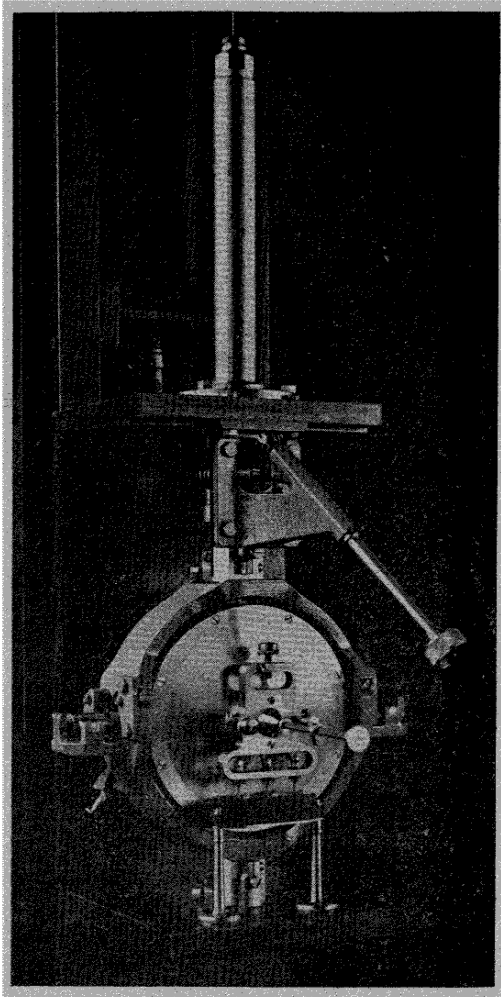


Fig. 6. — *Horizon artificiel orienté*
Schneider-Fieux.

La figure représente le petit gyro à axe horizontal, utilisé comme repère pour maintenir invariable l'azimut de la plate-forme.

ainsi à conserver sensiblement invariable l'orientation de la plate-forme, dans le sens vertical et dans le sens horizontal, pendant un temps assez long

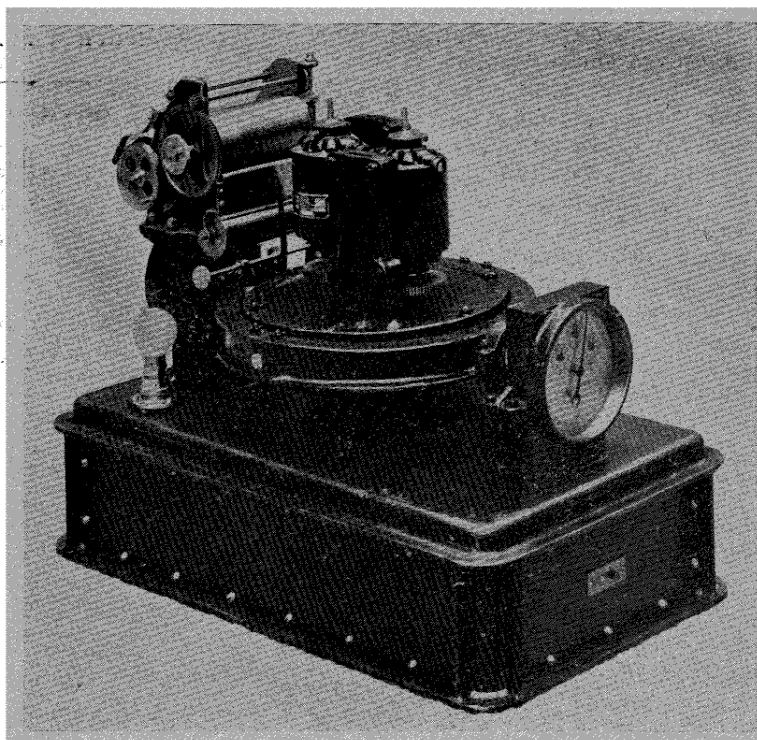


Fig. 7. — *Totalisateur d'angles de roulis Schneider-Fieux.*

L'appareil consiste en un gyropendule qui, d'une part, trace mécaniquement le diagramme des angles de roulis, et, d'autre part, indique la somme des amplitudes, permettant ainsi de caractériser avec précision l'état de la mer au cours d'expériences effectuées à bord.

pour que l'artillerie puisse l'utiliser comme repère. C'est une sorte d'asservissement au moyen d'un moteur humain.

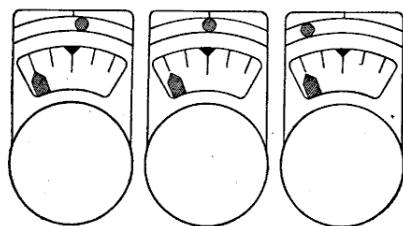


Fig. 8.

pour laquelle l'action du ressort lui permet de précéder à la vitesse du virage (*Expérience*).

Les *indicateurs de virage* constituent une application fort simple des propriétés gyrostatiques ; supposons un gyro mobile autour d'un axe horizontal et rappelé par un ressort vers une position d'équilibre. Plaçons ce dispositif à bord d'un avion et nous aurons un indicateur de virage : l'axe du gyro s'inclinera en effet d'autant plus que la vitesse angulaire du virage de l'avion sera plus grande, prenant chaque fois la position

Tel est le principe du *contrôleur de vol Badin-Pioneer*, de la Société Aéra. L'indicateur de virage y est associé en particulier à un *indicateur de pente transversale* formé par une bille mobile dans un liquide visqueux, qui indique si l'avion est bien orienté suivant la verticale apparente (bille au zéro de la graduation). Sur les schémas représentés (fig. 8), l'aiguille supérieure commandée par le gyro indique un virage à droite. Le premier entraînerait la terrible glissade sur l'aile vers l'intérieur du virage (inclinaison transversale exagérée); le deuxième correspond à un virage théoriquement correct (avion incliné suivant la verticale apparente). Le troisième indique un virage plus à plat, offrant plus de sécurité.

Evidemment les dispositifs de ces petits appareils de navigation aérienne sont perfectibles; en particulier, l'entretien électrique des gyros en simplifierait le maniement. Mais déjà, tels qu'ils sont, ils sont capables de rendre les plus grands services, et il est vraiment inconcevable qu'ils ne soient pas plus répandus. Ainsi, il est anormal que, à bord d'un avion, les hauteurs d'un astre soient prises avec un sextant à bulle, comme elles le sont généralement.

DÉTERMINATION DU MÉRIDIEN.

J'arrive maintenant à des applications plus subtiles : nous connaissons l'aiguille aimantée, l'antique boussole, appelée compas magnétique, qui donne le nord au navigateur. Mais nous savons aussi combien son utilisation est rendue difficile et souvent illusoire à bord des bâtiments de guerre modernes, où le voisinage d'énormes masses de fer ou d'acier, où des actions électro-magnétiques altèrent profondément le champ magnétique terrestre.

A bord des sous-marins, l'aiguille aimantée est inutilisable. A bord d'un avion, pendant les virages, où la force centrifuge est quelquefois du même ordre de grandeur que la pesanteur, le compas magnétique donne, dans certains cas, les indications les plus fantaisistes, prenant même quelquefois un mouvement révolatif par rapport au méridien.

Avec les progrès de la mécanique moderne, l'antique barreau aimanté doit disparaître, et, dès maintenant, à bord d'un nombre considérable de navires, c'est un fait accompli : c'est encore le gyro qui résout la question.

Voici un gyro qu'il faut regarder avec respect : c'est le *gyroscope de Foucault*⁽³⁾. Foucault savait que les lois de la mécanique — que je viens de rappeler — où les forces d'inertie équilibrent les forces réelles, ne sont rigoureusement valables que si les mouvements sont rapportés au faisceau invariable formé par les lignes qui vont vers les étoiles : elles ne sont qu'approchées lorsque les mouvements sont rapportés à la terre.

En 1851, il l'avait magistralement mis en évidence par sa célèbre expérience du pendule, que l'on peut voir tous les jours reconstituée dans les salles du Musée du Conservatoire.

En 1852, il montra de même qu'un gyro mobile autour de son centre de gravité et parfaitement équilibré conserve son orientation par rapport aux étoiles, réalisant ainsi le mouvement diurne en laboratoire. Avec son admirable intuition, il entrevit aussitôt la possibilité de déterminer le

(3) Le conférencier présente le gyroscope historique qui servit au grand savant Foucault pour ses expériences fameuses sur la rotation terrestre, ainsi que le train d'engrenages multiplicateur qu'il utilisait pour le lancement à la main, moyen bien rudimentaire, mais merveille de construction mécanique.

méridien à l'aide d'un gyro. Mais la rotation de son gyroscope n'était pas entretenue, et l'observation ne pouvait durer que quelques minutes.

Le *compas gyrostatique méridien* ou *gyrocompas* ne fut possible que quand on sut construire des gyros entretenus électriquement, soit une cinquantaine d'années plus tard.

En outre, l'utilisation du gyroscope de Foucault comme compas pointé en permanence vers l'étoile polaire présente des difficultés énormes tant au point de vue de la précision qu'au point de vue de l'amortissement nécessaire des oscillations, la période de celles-ci étant considérable puisqu'elle est celle du mouvement diurne (24 heures).

L'introduction de la pesanteur a permis la réalisation des compas gyrostatiques. Il faut citer à ce sujet le nom de Ph. GILBERT (1883), auquel il faut associer le nom de M. le Professeur G. KOENIGS; le nom de W. THOMSON (1884). Et, en effet, le Français E. DUBOIS réalise, en même temps, un

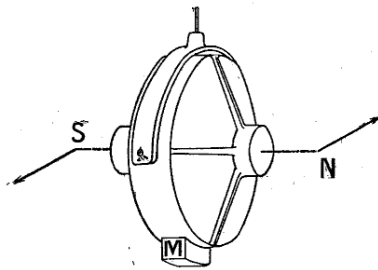


Fig. 9.

compas qui, essayé par la Marine française, donne des écarts inférieurs à 5 degrés. Mais ce n'est qu'en 1908 qu'apparaît le premier compas vraiment utilisable à bord des navires, le compas allemand ANSCHÜTZ; en 1911, apparaît le premier compas américain SPERRY; ces compas se sont depuis modifiés, perfectionnés; en 1920, apparaît le compas anglais BROWN. M. P. MONFRAIX et moi, achevons en ce moment, dans les Ateliers Carpentier, la construction d'un compas français; enfin apparaît, en même temps, un compas italien.

Je voudrais faire comprendre le principe du gyrocompas.

La figure 9 représente un gyro dont le carter suspendu à la Cardan en son centre O est surchargé à sa partie inférieure : c'est le compas gyrostatique réduit à sa plus simple expression.

Pour en comprendre le principe, nous avons deux méthodes : soit raisonner sur le mouvement de l'appareil par rapport au faisceau de lignes qui joignent la terre aux étoiles, ce qui a l'avantage de permettre l'utilisation des lois habituelles de la mécanique; mais cette transposition constante, qu'il faut faire pour passer du mouvement qu'on observe au mouvement sur lequel on raisonne, est tout à fait désagréable.

On peut aussi raisonner sur le mouvement de l'appareil par rapport à la terre, celui-là même que nous observons, mais, comme je l'indiquais tout à l'heure, les lois habituelles de la mécanique ne s'appliquent pas rigoureusement : il faut les retoucher. C'est cette seconde méthode que je vais adopter : peut-être satisfait-elle moins l'esprit, mais elle est beaucoup plus commode.

La correction à faire est facile à évaluer : on la calcule dans tous les cours de mécanique; elle est d'autant plus grande que la vitesse des éléments matériels dont on s'occupe est elle-même plus grande. Elle est donc quasi nulle pour les armatures du gyro; pour le gyro lui-même, voici en quoi elle consiste : on peut raisonner comme si la terre ne tournait pas, à condition de supposer l'axe du gyro aimanté (moment magnétique $I \omega$) et placé dans un champ magnétique rigoureusement parallèle à la ligne des pôles (intensité du champ : ϵ , vitesse de rotation de la terre).

Il suffit donc, pour tenir compte de la rotation terrestre, d'adjoindre aux

forces réelles, ces deux forces d'aimantation, qui sont, naturellement, purement fictives (fig. 9).

Voit-on apparaître maintenant notre aiguille aimantée fictive? Voit-on que la seule position d'équilibre du gyro de la figure 9 est celle pour laquelle son axe NS est dans le méridien? En effet, quand un gyro dort par rapport à la terre, ses forces d'inertie par rapport à la terre s'équilibrent comme si le gyro ne tournait pas; tout se passe comme si l'on avait à chercher la position d'équilibre d'un barreau aimanté NS.

Un gyro a ainsi un pôle Nord, un pôle Sud, comme une aiguille aimantée; mais ce sont des pôles de nature purement mécanique, de sorte que le magnétisme, l'électro-magnétisme sont sans action sur lui.

Voici l'ordre de grandeur de ces forces fictives d'aimantation : pour le tore d'un Sperry, qui pèse environ 20 kg, on peut se représenter deux petites forces de 20 g appliquées en deux points distants de 10 cm; dans notre compas Carpentier, l'ordre de grandeur est analogue; dans le compas Brown, dont le tore pèse seulement 2 kg, l'aimantation fictive est 50 fois plus faible⁽⁴⁾!

Bien entendu, si le gyrocompas n'est sensible à aucune des influences magnétiques ou électromagnétiques qui faussaient les indications de la boussole, il a sa sensibilité à lui, sa manière d'osciller.

Dérangé de sa position d'équilibre, son pôle Nord décrit de part et d'autre du méridien, une ellipse très aplatie, dont le rapport des axes est de 25 à 30 (fig. 10), et il lui faut près d'une heure et demie pour la décrire!

Il est indispensable d'amortir cette interminable oscillation; il faut transformer cette ellipse en une spirale s'enroulant autour de l'horizontale Nord. Le dispositif amortisseur est le principal caractère distinctif des divers compas. Son but est, suivant une expression employée en mécanique, d'absorber l'énergie de l'oscillation; on ne peut songer à augmenter les frottements le long des axes d'articulation, car la précision exige qu'ils soient réduits au minimum; dans les compas Anschütz même, ces axes sont supprimés, et l'appareil entier flotte sur un bain de mercure.

Le premier compas Anschütz était fort ingénieusement amorti au moyen du courant d'air produit par la rotation du gyro; convenablement dirigé, suivant l'inclinaison du gyro, le jet d'air sortant réagissait sur l'air extérieur et réalisait ainsi l'amortissement.

Le second Anschütz est amorti par les frottements intérieurs d'un liquide visqueux. Il en est de même du compas anglais Brown.

Dans les compas Sperry, dans notre compas Carpentier, dans le compas italien, nous trouvons une utilisation fort intéressante des phénomènes d'asservissement.

Et cet asservissement nous apparaît ainsi sous un jour nouveau, tout à fait remarquable; tout à l'heure il ne nous servait qu'à copier, aussi fidèlement que possible, le mouvement d'un système dont on voulait conserver toute la sensibilité; il va maintenant intervenir comme élément essentiel.

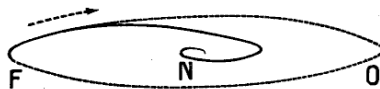


Fig. 10.

(4) Le conférencier présente un appareil de démonstration sortant des Ateliers Carpentier. Il se compose d'une sphère terrestre mobile autour de sa ligne des pôles. En un point de cette sphère, est disposé un petit gyro entretenu électriquement, figurant le compas schématisé de la figure 5, l'action de la pesanteur étant remplacée par l'action d'un fil élastique reliant l'armature du gyro à la sphère terrestre. Lorsqu'on fait tourner la sphère, le gyro s'oriente dans le méridien.

Un système matériel, où les corps agissent par contact direct les uns sur les autres, doit se plier aux lois fondamentales de la mécanique, en particulier au principe de la transmutation de la force vive en travail et du travail en force vive.

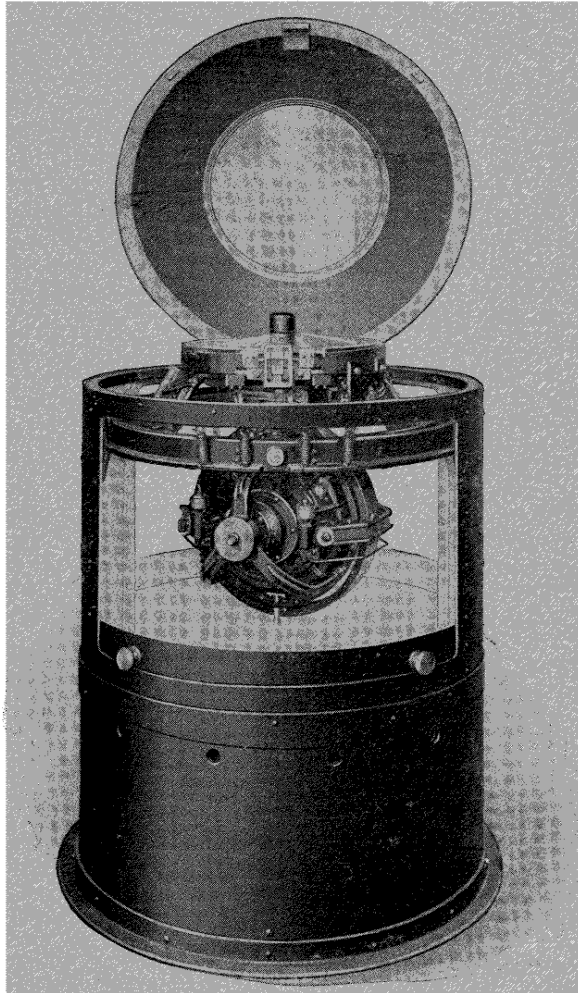


Fig. 11. — *Compas Sperry.*

L'appareil est représenté dans son habitacle ouvert. On aperçoit, à la partie supérieure, la rose; la partie inférieure est formée par le gyro entouré de son cercle vertical et du cercle « phantom ». On aperçoit également le contre-poids supporté par ce cercle.

L'asservissement, par la mise en jeu de sources extérieures d'énergie — à volonté positives ou négatives — échappe entièrement à ces servitudes et permet d'envisager les réalisations les plus audacieuses, repoussant au loin les limites imposées par la nature aux phénomènes mécaniques ⁽⁵⁾.

On peut ainsi, par asservissement, augmenter ou diminuer à volonté l'énergie mécanique d'un système matériel, amortir, par exemple, ses oscillations, alors qu'il ne présente par lui-même aucune cause d'amortissement. On pourrait tout aussi facilement faire diverger les oscillations.

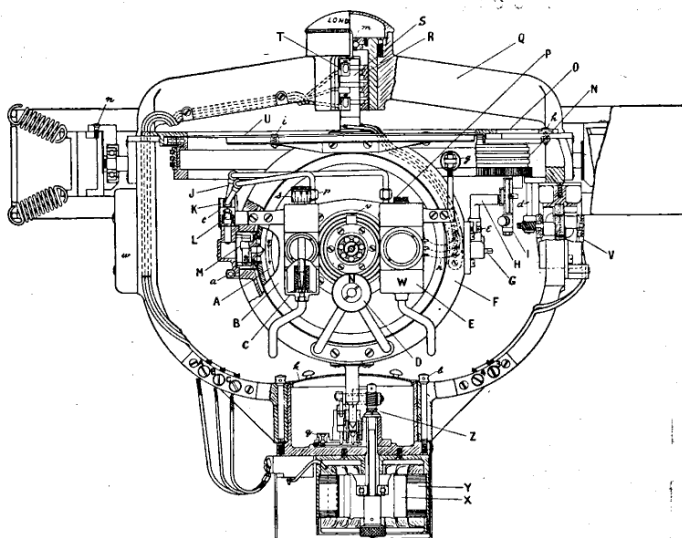
Ces principes sont appliqués dans le compas Sperry (fig. 11). Le contre-poids, au lieu d'être fixé directement au carter du gyro, comme dans le schéma de la figure 9, est suspendu à un cercle « phantom » asservi en azimut au carter. Ce contre-poids appuie à quelques millimètres vers l'Est du point le plus bas du carter, et c'est ce léger décalage qui suffit à réaliser l'amortissement des oscil-

(5) Les dispositifs d'asservissement ont fait l'objet de nombreuses études techniques et sont parvenus à un haut degré de perfectionnement; mais certaines applications du gyroscope exigent un asservissement plus fidèle encore, sans retard sensible et sans battement. Il y aurait le plus grand intérêt à perfectionner davantage ces dispositifs; nul doute que les constructeurs ne trouvent dans les récents progrès de l'électricité les éléments de la solution complète du problème.

lations! Un décalage vers l'Ouest ferait au contraire diverger les oscillations.

Fig. 12. —
Compas Brown.

B, carter du gyro; — C et E, cylindres remplis de liquide assurant la liaison du gyro avec la verticale, les cylindres C assurant en outre l'amortissement; — J, K, tubes d'amenée de deux jets d'air destinés à produire des dénivellations dans les cylindres, lorsque le gyro s'incline.



Le compas Carpentier, dont le dispositif d'asservissement a été étudié et réalisé par M. l'ingénieur GRANAT des Etablissements Saint-Chamond-Granat, a son gyro directeur porté par un plateau qui lui est asservi en azimut; c'est cet asservissement qui, grâce à une bille surchargeant vers l'Est le carter du gyro, réalise l'amortissement. Le dispositif d'asservissement a été réalisé par M. Granat avec beaucoup de précision. Il ne comporte aucun battement.

Les gyrocompas sont plus ou moins défendus contre le roulis : le premier compas allemand ne l'était pas; le second et le compas Carpentier (fig. 13) sont stabilisés par des gyros auxiliaires qui empêchent les oscillations dans le vertical Est-Ouest. Le Sperry, le Brown, oscillent au roulis, mais la nature liquide du contre-poids permet d'atténuer les effets de cette oscillation.

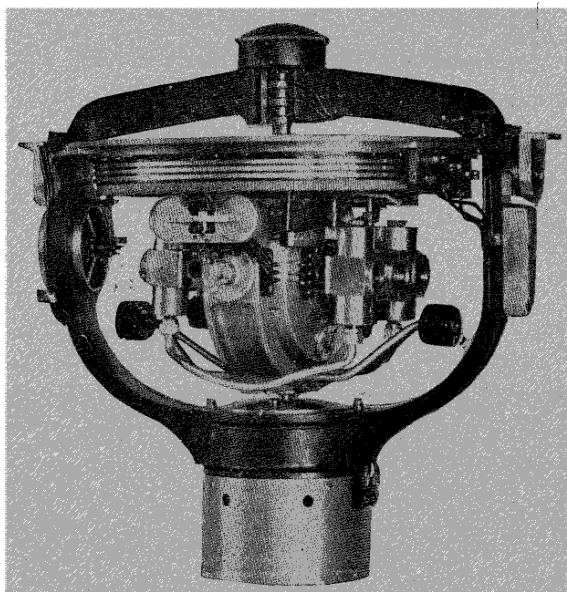


Fig. 13. — *Compas Brown.*

Au centre, on aperçoit le gyro, entre les deux cylindres amortisseurs C; à droite, l'un des deux cylindres E; un peu plus bas, deux masses compensatrices destinées à combattre certains effets du roulis.

La précision des gyrocompas actuels est d'une fraction de degré ; la Société Anschütz lance en ce moment un nouveau compas dont la partie gyrostatique

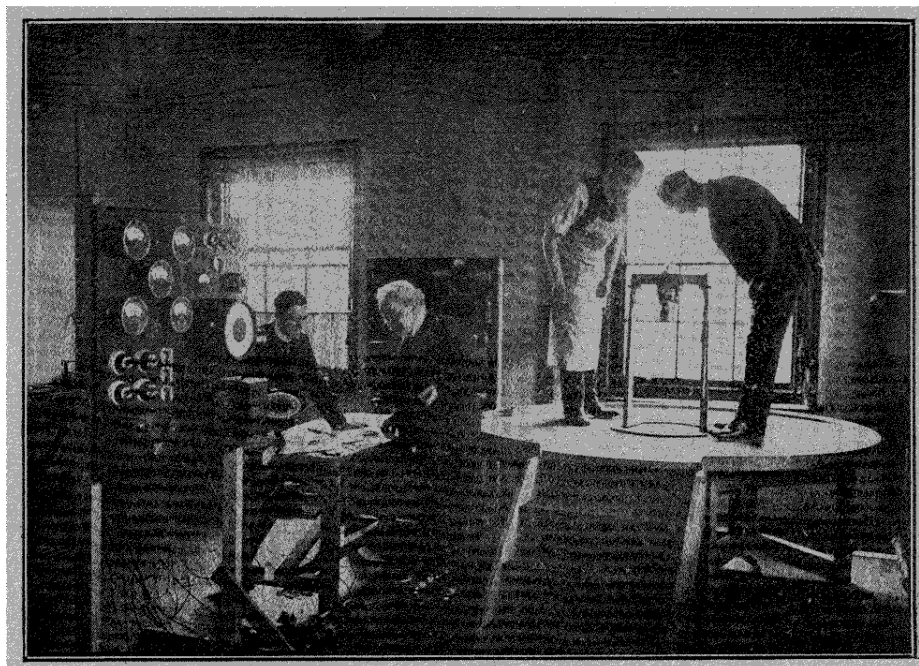


Fig. 14. — De gauche à droite, M. G. Brown, M. le Professeur Perry, et deux collaborateurs observant un compas Brown. On voit combien ce compas est petit.

est enfermée dans une sphère, noyée entièrement dans un liquide sans aucun autre contact avec l'extérieur, même pour les amenées de courant qui se font par le liquide lui-même. Evidemment ces dispositions paraissent excellentes, au moins en principe pour accroître la précision, mais il est des perturbations auxquelles

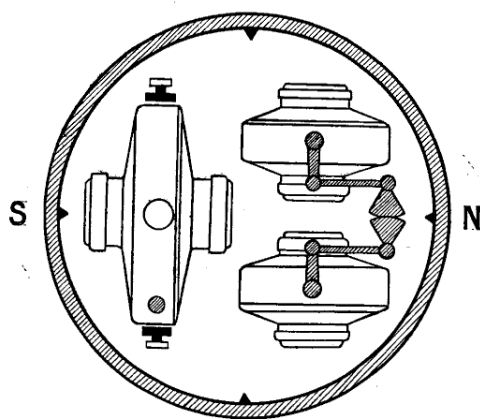


Fig. 15. — *Compas Carpentier-Beghin-Monfraix.*

La figure représente le plan de l'appareil réduit à ses éléments principaux : à gauche (Sud), le gyro directeur surchargé vers l'Est de la bille d'amortissement. Fixée au carter du gyro, cette bille amortit les oscillations ; un électro-aimant permet de la

soulever légèrement et de la fixer au cercle vertical qui supporte le gyro ; dans cette position elle n'amortit plus. La suppression de l'amortissement au cours d'une évolution du bâtiment permet de réduire considérablement les déviations balistiques. A droite (Nord), on aperçoit les deux gyros stabilisateurs.

aucun compas ne peut se soustraire : Les gyrocompas sont influencés par la variation de *latitude*, par la *route* suivie par le navire, qui vient se composer avec la rotation de la terre; mais le gyro est si docile qu'il est très simple de dresser un tableau des corrections à apporter, ou même d'imaginer un dispositif qui les réalise automatiquement.

Les évolutions du navire provoquent des *déviations*, dites *balistiques*, qui peuvent atteindre un à deux degrés. En donnant aux constantes du compas les valeurs pour lesquelles sa période d'oscillation coïncide avec celle d'une pendule simple qui aurait pour longueur le rayon de la terre, on réduit l'amplitude de ces déviations accidentelles.

Le compas Carpentier a été étudié spécialement de manière à les réduire encore, en s'attaquant à leur cause principale qui est le dispositif amortisseur.

Cette période optimum des oscillations d'un compas est très longue : environ 85 minutes; elle oblige à lancer le compas longtemps avant son utilisation; au moins trois heures.

Je dois signaler enfin l'existence des *répétiteurs* : ce sont des appareils, qui, par asservissement, répètent partout où cela est utile sur le navire, les indications du compas.

L'emploi du compas gyrostatique s'est rapidement répandu dans toutes les marines : près de 3.000 navires ont été équipés avec des compas Sperry, sans compter les compas des

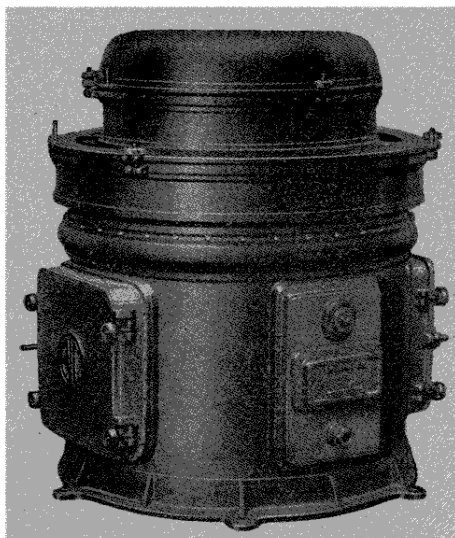


Fig. 16. — Compas Carpentier-Beghin-Monfraix. — Habitacle.

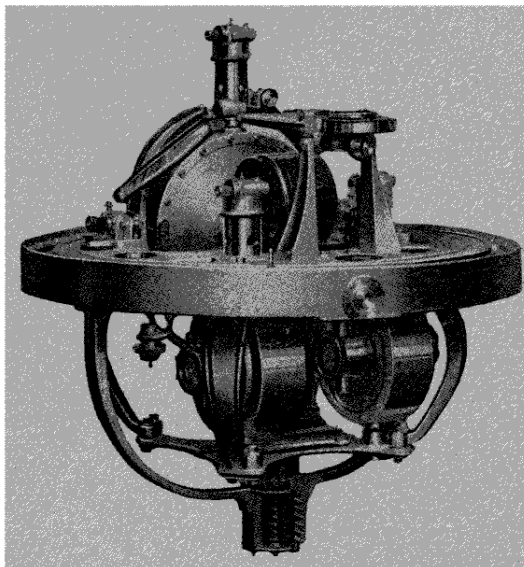


Fig. 17. — Compas Carpentier-Beghin-Monfraix.

On aperçoit le plateau horizontal qui sert de support à tout l'appareil. Au-dessus et un peu à gauche, le gyro directeur dans son cercle vertical; vers la droite, deux cuves à mercure réglables permettant d'adapter l'appareil à la latitude du lieu; au centre, l'un des moteurs d'asservissement; sous le plateau, et vers la droite, les deux gyros stabilisateurs; à gauche, on aperçoit l'électro qui permet de soulever la bille d'amortissement.

autres marques. Ce ne sont cependant pas des appareils bon marché : un Brown coûte une centaine de mille francs; un Sperry, de 1.200 à 2.000 livres, suivant l'importance, soit de 150.000 à 200.000 fr!

On peut donc dire que les gyrocompas en service sur les navires qui sillonnent les mers représentent une valeur de l'ordre du milliard! Il est pénible de constater que, dans le pays du grand Foucault, qui découvrit ces propriétés si fécondes du gyroscope, en particulier l'influence de la rotation terrestre, l'industrie française — peut-être insuffisamment encouragée — est seulement à la veille d'être représentée sur cette liste!

Nous avons déjà matérialisé la verticale, nous venons de matérialiser

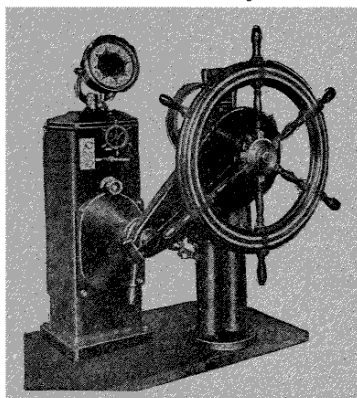


Fig. 18. — *Gyro-pilote Sperry.*
En haut, à gauche, on aperçoit
un répéteur du compas.

le méridien; nous avons donc un repère complet susceptible de servir au navigateur et, lorsqu'il sera suffisamment précis, à l'artilleur.

Supposons un avion observateur, associé à un navire de guerre, tous deux possédant un repère complet de ce genre. L'avion, apercevant un bâtiment ennemi, le situera par rapport à son repère, communiquera le résultat de son observation au navire associé qui en conclura immédiatement la position de l'ennemi, sans le voir, par rapport à son propre repère.

Prenons, par exemple, une carte dont l'orientation soit asservie au gyrocompas et qui se déroule à une vitesse proportionnelle à celle du navire; une pointe fixe y tracera la route suivie : c'est le *traceur de route*.

Supposons le gouvernail asservi au gyrocompas de manière à assurer au navire un cap constant, sans l'intervention d'aucun pilote :

vous avez le *gyropilote*⁽⁶⁾. Cet asservissement peut d'ailleurs se faire de bien des manières différentes : asservissement à l'erreur de cap, à la vitesse de giration du navire, asservissement progressif croissant avec la durée de l'erreur de cap; ces méthodes ne sont pas indifférentes, et il semble bien qu'il y ait là des progrès à réaliser pour limiter l'amplitude des embardées.

LA STABILISATION.

Il me reste enfin à parler d'une catégorie importante d'applications : ce sont celles qui ont trait à la stabilisation.

Un appareil, au repos, se met en mouvement s'il reçoit une impulsion; sa stabilité est d'autant plus grande que l'amplitude de ce mouvement est plus petite. Il est instable s'il s'écarte beaucoup de sa position de repos, quelque petite que soit l'impulsion. Un état de mouvement peut de même être stable ou instable. Or, le gyro est un merveilleux organe de stabilisation.

Nous savons déjà que, pour stabiliser un corps que nous lançons, nous le faisons tourner : le clown fait tourner les disques ou les bonnets coniques qu'il lance avec précision à travers le cirque; l'enfant fait tourner son diabol, l'artilleur fait tourner les projectiles de ses canons. L'effet gyrostatique lui

(6) *L'Île de France*, l'énorme paquebot que la Compagnie générale transatlantique vient de construire à Saint-Nazaire, est pourvu d'un gyro-pilote.

rend même le service supplémentaire de diminuer la résistance de l'air en couchant le projectile sur sa trajectoire.

Mais, dans ces exemples, le système stabilisé, c'est la toupie elle-même. Or, l'adjonction d'un gyro peut facilement stabiliser un appareil quelconque, même stabiliser un appareil instable. Il intervient alors de deux manières : soit indirectement, comme témoin, en se bornant à déclencher les organes stabilisateurs : il suffit alors d'un petit gyro ; soit directement, par son inertie propre : un gros gyro est nécessaire.

Voici des exemples du premier type.

La *torpille* lancée par un navire de guerre serait déviée de sa route par les impulsions de la houle. Dans la *torpille Whitehead*, utilisée dans la Marine française, un petit gyro libre, c'est-à-dire mobile autour de son centre de gravité, conserve son orientation et peut ainsi, dès que la torpille fait une embardée, déclencher un dispositif à air comprimé qui actionne le gouvernail de direction ramenant la torpille vers la route à suivre : c'est de l'asservissement.

Au lieu de la torpille, supposons un *avion* muni de petits gyros, l'un commandant par asservissement le gouvernail de profondeur dès que l'avion se cabre ou pique du nez, d'autres commandant le gouvernail de direction et les ailerons, dès que l'équilibre transversal est compromis, et nous pourrions ainsi obliger un avion à voler régulièrement en ligne droite, sans avoir à intervenir.

Ce principe a été réalisé en 1914, avec de petits gyros de 5 cm de diamètre par le fils du grand ingénieur américain, M. LAWRENCE SPERRY qui disparut si tragiquement, en 1923, dans la traversée de la Manche en avion. Ses essais couronnés de succès lui valurent en 1915 le grand Prix de la Sécurité en avion (France).

Plus récemment, ces essais furent repris par le capitaine BOUCHER avec son *avion automatique*. Au dispositif qui assurait seulement la stabilité, était joint un dispositif d'automatisme proprement dit permettant de réaliser *sans pilote* un vol arbitraire donné à l'avance. Dans une expérience parfaitement réussie en présence du maréchal Pétain, l'avion devait s'élever de lui-même à 300 m, naviguer à cette altitude pendant 8 minutes, puis s'élever à 800 m, naviguer pendant 10 minutes, faire deux virages à angle droit et revenir atterrir sans le secours d'aucun pilote. Une autre expérience comportait une descente en vrille de faible rayon. Tout ce programme fut ponctuellement rempli.

Enregistrons avec admiration ces merveilleuses prouesses, mais ne nous hâtons pas trop de conclure que la stabilisation automatique des avions est réalisée et que les pilotes sont devenus gens inutiles !

C'est que l'air est un élément essentiellement capricieux, impossible à dompter, et le problème de la stabilisation dépend de tant de facteurs : la vitesse de l'avion, sa direction, le cap, les inclinaisons transversale et longitudinale, l'angle d'attaque sous lequel les filets d'air viennent frapper la surface de l'avion, leur vitesse aussi, et ces éléments varient d'une région à l'autre de cette surface ; or, chacun d'eux intervient pour sa part !

Un système stabilisateur devrait ainsi constituer un véritable système nerveux complexe pour remplacer celui du pilote absent. Ce système nerveux enregistrerait la variation de tous les facteurs dont je viens de parler, et transmettrait aux gouvernails et ailerons les ordres correspondant aux sensations qu'il aurait perçues en différents points de l'avion.

Le rôle du gyro dans ce dispositif serait seulement d'enregistrer les changements survenant dans l'orientation de l'avion; mais ce n'est évidemment qu'une partie du problème : il faut d'autres organes tels que des girouettes, des anémomètres capables d'enregistrer la direction et la vitesse des filets d'air partout où cela est nécessaire.

Stabiliser un avion par des gyros, en se préoccupant uniquement d'assurer son orientation, sans se préoccuper en particulier de la vitesse des filets d'air et de l'angle d'attaque, c'est l'exposer à une perte de vitesse entraînant la terrible glissade sur l'aile à laquelle il y a peu de remèdes! Je dois dire d'ailleurs que les avions Sperry et Boucher comportaient un dispositif anémométrique pour parer à cette éventualité.

On peut ainsi imaginer des dispositifs partiels, et il en existe, permettant d'aider le pilote, de diminuer sa fatigue dans les cas normaux, d'attirer son attention lorsqu'il est sur le point de faire une fausse manœuvre. Mais, dans les cas difficiles, la meilleure garantie de sécurité est encore la merveilleuse souplesse du système nerveux d'un bon pilote!

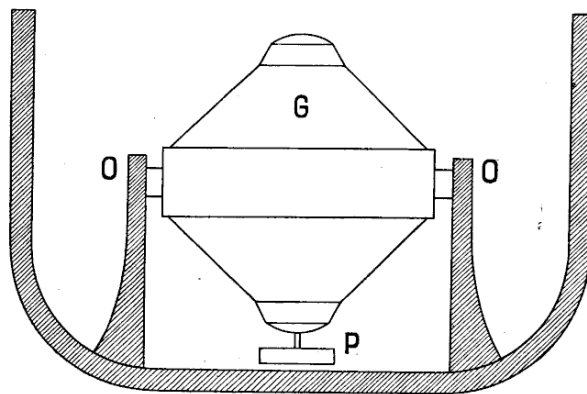


Fig. 19.

Je vais examiner maintenant les stabilisateurs du second genre, où de gros gyros interviennent directement par leur inertie propre. Le problème type est la stabilisation des navires au roulis.

Les conditions d'équilibre d'un système qui comprend un gyro de forte taille, sont les mêmes, que le gyro tourne ou non, puisque les forces d'inertie d'un gyro qui « dort » s'équilibrent. Mais, si l'on vient à déranger le système de sa position de repos, ces forces d'inertie prennent des valeurs qui peuvent être considérables et modifier profondément les circonstances du mouvement, c'est-à-dire les conditions de stabilité.

Voici un appareil de démonstration (fig. 19), représentant schématiquement un navire susceptible d'osciller au roulis. Ce navire porte un gyro à axe vertical dont l'armature, lestée par une surcharge, forme pendule, l'axe de suspension du gyro étant perpendiculaire à l'axe longitudinal du navire (*Expérience*).

Nous voyons combien la présence du gyro augmente la durée des oscillations. Et, de même qu'un pendule à longue période, ballotté à bord d'un navire, conserve à peu près la verticale, de même ce navire à longue période resterait à peu près vertical malgré la houle. Mais ce serait là une mauvaise stabilisation, car, en allongeant ainsi sa période, on lui a retiré tout ressort pour se redresser lorsqu'il se trouve accidentellement incliné; on a bien essayé de le stabiliser, mais on n'a rien prévu pour amortir ses oscillations, c'est-à-dire pour absorber l'énergie que la houle a pu lui communiquer.

Le stabilisateur allemand SCHLICK, qui a été expérimenté pour la première fois en 1906 avec quelque succès, était basé sur ce principe : un frein était disposé sur l'axe d'oscillation du gyro pour amortir l'oscillation. Un gyro, dont le volant seul pesait 500 kg, dont la vitesse de rotation était de 1.600 tours par minute, a réduit, dans certaines circonstances, de 20 à 1 ou 2 degrés, le roulis d'un torpilleur de 60 t.

Mais ce dispositif, qui paraît actuellement abandonné, présentait l'inconvénient d'augmenter la période du roulis du navire, et, de plus, le gyro, par sa passivité, pouvait avoir, dans certaines circonstances défavorables, une action inopportune sur le roulis du navire.

L'Américain E. SPERRY est parvenu à remédier à ces inconvénients en supprimant la surcharge portée par l'armature, et imposant au gyro, par asservissement, une vitesse de précession constante, dans un sens ou dans l'autre, de manière à s'opposer systématiquement au roulis. A cet effet, un petit gyro auxiliaire, servant de témoin, fonctionne comme indicateur de vitesse angulaire : son rôle se borne à commander par contact électrique le renversement de cette précession, dès que la vitesse de roulis change de sens.

Les premiers essais eurent lieu en 1914 sur des navires de faible tonnage, puis ce furent des navires de 1.200, 10.000, 18.000 tonnes. Actuellement une quarantaine de navires sont munis de stabilisateurs Sperry. Sur un paquebot américain de 18.000 tonnes, le volant du gyro, à lui seul, pèse 100 t, son diamètre est de 4 m, sa vitesse de rotation est de 800 tours par minute. L'effort maximum qu'il exerce sur ses paliers dépasse 200 t. La figure 21 montre l'efficacité du stabilisateur. Le poids de l'installation d'un stabilisateur Sperry absorbe de 2 à 3 p. 100 du tonnage. En outre, il faut mettre en jeu une certaine quantité d'énergie pour alimenter le gyro et le moteur d'asservissement. Pour un vaisseau de 10.000 t, la Société Sperry prévoit 250 ch pour le moteur d'alimentation du gyro et 150 ch pour le moteur de précession ; mais il est juste de remarquer que, le plus souvent, celui-ci fonctionne en génératrice, transformant ainsi au contraire en énergie électrique, l'énergie de la houle. Il faut remarquer aussi que la disparition du roulis et la suppression des quilles de roulis économi-

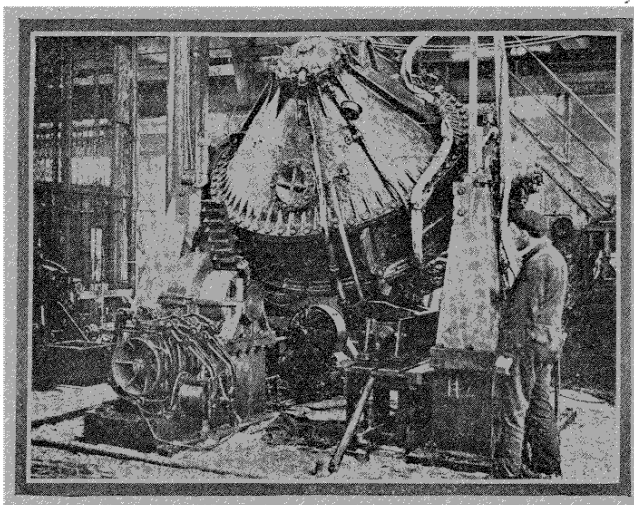


Fig. 20. — Amortisseur de roulis Sperry.

La figure représente le gyro stabilisateur en place. Son axe est oblique, comme cela a lieu au cours de la stabilisation. Les tourillons du carter reposent à droite et à gauche sur deux robustes supports ; on aperçoit à gauche le secteur denté, lié au carter, qui reçoit l'action du moteur d'asservissement.

sent la puissance de propulsion; en outre, les avantages de la disparition du roulis sont manifestes, tant pour les tirs de l'artillerie que pour l'habitabilité.

Actuellement, les Etablissements Schneider achèvent la construction d'un stabilisateur imaginé par M. JEAN FIEUX. Dans un but de simplification et d'allègement, dans le but aussi d'obtenir des réactions gyrostatiques plus rapides, M. Fieux supprime l'asservissement et revient au type passif; mais il en évite le plus possible les inconvénients.

Il utilise deux gyros jumelés tournant dans des sens opposés : leurs axes sont horizontaux, perpendiculaires au plan de symétrie du navire (fig. 22). La pesanteur est sans action sur eux; ils sont soumis uniquement à l'action d'un frein hydraulique progressif très ingénieux qui, au début de chaque oscillation, laisse le gyro précéder librement, puis le freine de plus en plus, limitant finalement sa course, et laissant en même temps subsister un certain angle de roulis, quand l'impulsion de la mer est trop considérable. Ces freins sont réglables suivant l'état de la mer. M. Fieux estime que son efficacité est supérieure à celle du Sperry, et pense réaliser une notable

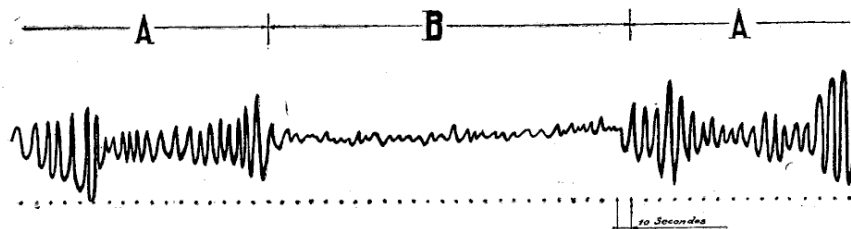


Fig. 21. — Amortisseur de roulis Sperry.

La figure reproduit un diagramme de roulis relevé à bord d'un bâtiment stabilisé. L'efficacité du dispositif est manifeste : A, bâtiment non stabilisé; B, bâtiment stabilisé.

économie de puissance (de l'ordre de 30 p. 100) et de poids (1 à 2 p. 100 du tonnage, au lieu de 2 à 3 p. 100). Les essais auront lieu incessamment.

M. P. MONFRAIX et moi avons actuellement en construction, dans les Ateliers Carpentier, un petit appareil d'étude représentant un stabilisateur gyrostatique avec asservissement :

Le navire porte un gyro à axe vertical, dont un moteur électrique commande la précession dans le plan longitudinal du navire de manière que l'inclinaison de cet axe sur la verticale soit automatiquement proportionnelle à l'angle de roulis. Il est facile de se rendre compte que, dans ces conditions, l'action du gyro équivaut à une résistance proportionnelle à la vitesse du roulis, résistance que l'on peut rendre considérable, et qui amortit ainsi rapidement les oscillations, sans augmenter sensiblement la période de roulis du navire. Ce dispositif exigerait un appareillage électrique analogue à celui du stabilisateur Sperry; il est facile de l'adapter à la période de la houle que l'on subit, de façon à réaliser un minimum de puissance mise en jeu avec un maximum d'efficacité.

Les stabilisateurs gyrostatiques ne sont pas les seuls qu'on ait imaginés : la stabilisation peut faire appel aux *forces d'inertie*, c'est le cas des stabilisateurs gyrostatiques, ou à des *forces extérieures* au navire; ces forces ne

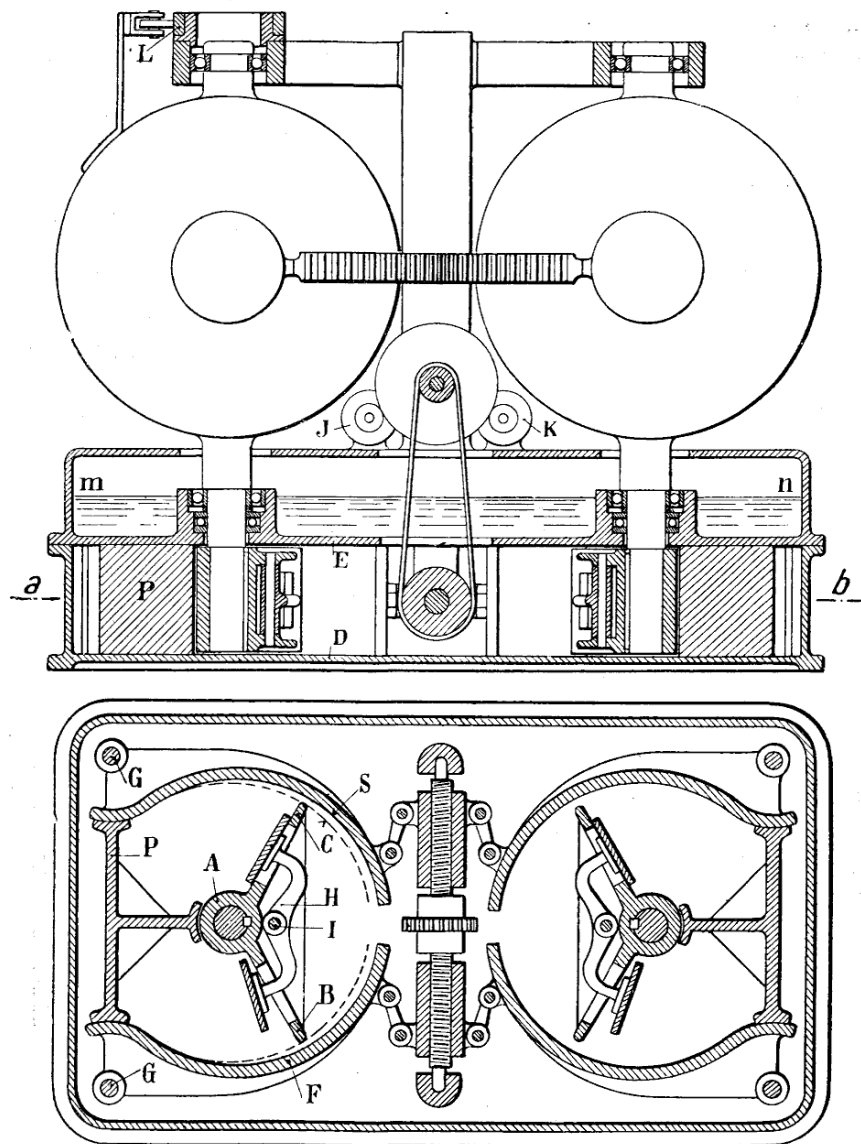


Fig. 22. — Élévation-coupe verticale et coupe horizontale *ab* de l'amortisseur de roulis Schneider-Fieux.

La partie supérieure est constituée par les deux gyros; la partie inférieure, par le frein hydraulique. Les palettes B et C, calées sur l'arbre vertical du carter de chaque gyro, lui transmettent la résistance du liquide enfermé entre les mâchoires F. L'écartement de ces mâchoires est réglable suivant l'état de la mer.

Les palettes B et C portent des ouvertures munies de clapets mobiles autour de l'axe I et invariablement liés l'un à l'autre. La dyssymétrie qui en résulte dans la résistance du frein lors du renversement de la précession est l'un des caractères les plus originaux de l'appareil.

peuvent être que des résistances hydrodynamiques ou des forces dues à la pesanteur.

Les résistances hydrodynamiques ont l'inconvénient d'entraver la propulsion du navire, même les modestes quilles de roulis qui, cependant, garnissent la coque de la plupart des navires.

Un dispositif curieux, imaginé et réalisé récemment au Japon, est basé sur le principe suivant : un gyro témoin commande par asservissement des ailerons articulés le long de la coque, de telle manière que la pression exercée

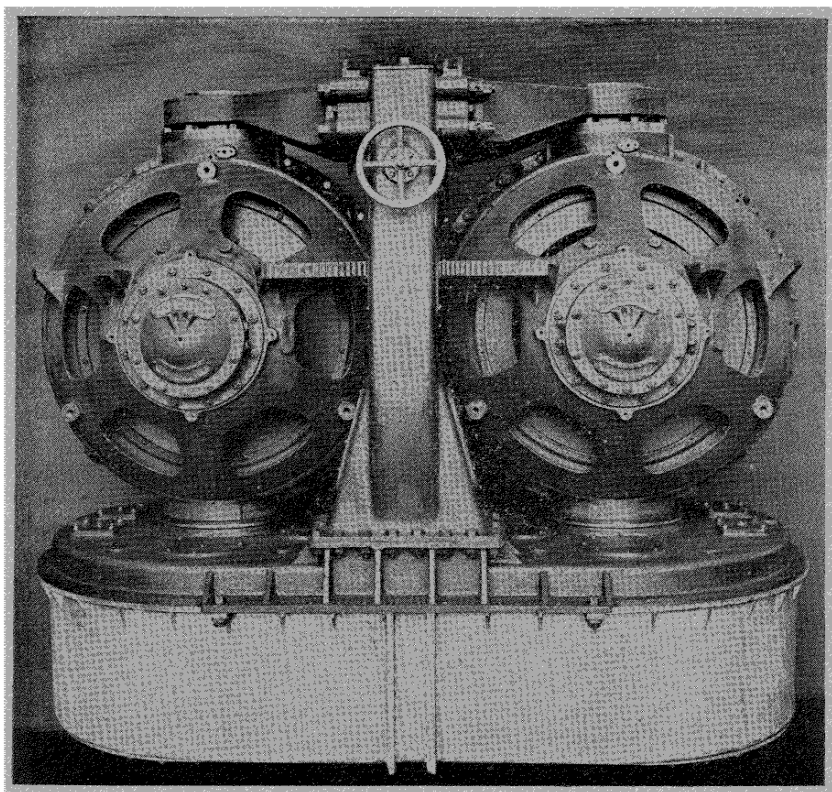


Fig. 23. — Amortisseur de roulis Schneider-Fieux.
Vue extérieure.

par l'eau sur ces ailerons par suite de la vitesse du bâtiment, produise le couple qui doit s'opposer au mouvement de roulis. Ce dispositif est fort ingénieux, mais sans grande valeur pratique, manifestement.

On peut aussi stabiliser au moyen des forces dues à la pesanteur, c'est-à-dire par un déplacement de poids dans le plan du roulis, à bord du navire. Ainsi, il y a une trentaine d'années, le dispositif Thornycroft consistait dans un lourd chariot mobile, transversalement, d'un bord à l'autre : l'action de son poids devait à chaque instant contrebalancer l'action de la houle. De même, les citernes anti-roulis, en particulier les citernes Frahm, consistent dans le déplacement transversal d'une grande masse d'eau. Ces citernes ont

donné quelques résultats intéressants, entièrement comparables, dans certaines circonstances favorables, aux résultats donnés par des stabilisateurs gyrostatiques pour une même valeur de la surcharge, mais ces résultats sont très irréguliers, dépendant beaucoup de la nature de la houle.

Ce déplacement de poids peut se faire par asservissement ou passivement; mais, dans ce dernier cas, il n'est évidemment pas sans danger de laisser de telles masses se mouvoir librement à bord : la discipline de l'asservissement est absolument indispensable pour régulariser l'effet stabilisateur.

La puissance à mettre en jeu est singulièrement diminuée si la surcharge solide ou liquide, est susceptible d'osciller d'elle-même à bord sous l'action de la pesanteur, avec une période qui coïncide avec celle de la houle; la stabilisation se fait même pour ainsi dire toute seule, la surcharge oscillant largement alors que le navire reste immobile, passant à la surcharge mobile toute l'énergie qu'il reçoit de la houle, sans en conserver pour lui. C'est le phénomène de *résonance secondaire* bien connu de ceux qui manient les appareils récepteurs de T. S. F. Si un poste récepteur se compose d'un primaire et d'un secondaire, accordés sur l'onde à recevoir, le primaire passe au secondaire toute l'énergie qu'il reçoit, si bien qu'il est impossible de brancher un écouteur sur le primaire : on ne perçoit aucun son.

C'est dans cette prise en considération de la résonance secondaire que consiste le perfectionnement apporté par FRAHM aux citernes anti-roulis. La même question se pose pour tous les types de stabilisateurs. D'autres perfectionnements aux citernes anti-roulis sont actuellement à l'étude en France, inspirés par l'utilité de l'asservissement.

La *torpille* HOWELL, construite par la Société Hotchkiss, utilise à la fois, pour la stabilité de sa route, l'inertie d'un lourd volant de 130 kg tournant à plus de 9.000 tours par minute, et les résistances hydrodynamiques de gouvernails qui, commandés par le gyro, se mettent automatiquement en action quand les réactions gyrostatiques provoquent une inclinaison de la torpille.

Dans les appareils précédents, un système, déjà stable par lui-même, était stabilisé par un gyro qui se bornait à améliorer sa stabilité. Le gyro peut-il stabiliser un système instable? Il suffit de regarder une toupie tourner sur sa pointe pour se rendre compte de la possibilité. Cette stabilisation est soumise cependant à certaines conditions : un système doublement instable est stabilisable, un système simplement instable ne l'est pas; cependant l'asservissement permettrait de stabiliser quand même, car l'asservissement échappe à bien des servitudes.

Voici un petit appareil doublement instable : il se compose d'un châssis vertical qui présente un premier degré d'instabilité, puisqu'il repose par deux pointes, bien au-dessous de son centre de gravité. Sur ce châssis est disposé un gyro à axe horizontal dont l'armature est mobile autour de son diamètre vertical; un fil de caoutchouc la relie au châssis et donne à l'appareil un second degré d'instabilité dans la position où le fil a sa longueur maximum (*Expérience*). Faisons tourner le gyro suffisamment vite, et voici la stabilité de l'appareil assurée dans cette position en apparence si instable.

Parfaitement assurée? Non, car on voit l'amplitude des oscillations augmenter progressivement. Ce sont les frottements le long des axes d'articulation qui causent cette malencontreuse divergence. Dans les systèmes stables par eux-mêmes, le frottement favorisait la stabilité en absorbant peu à peu l'énergie de l'oscillation. Ici, cette absorption d'énergie s'oppose au contraire à la stabilisation, et quelque paradoxale que cela puisse paraître, il faut

régénérer l'énergie absorbée par les frottements : une source auxiliaire est indispensable, qu'il est tout indiqué d'introduire sous forme d'asservissement.

Un petit wagon monorail, qui a été construit dans les Ateliers Carpentier, réalise l'application de l'asservissement au relèvement de l'énergie de ce système instable. Sa stabilité est assurée par un gyro; la divergence des oscillations est évitée à l'aide d'un contrepoids auxiliaire qu'un dispositif électrique fait remonter le long du plancher dès que celui-ci s'incline, fournissant ainsi le complément d'énergie nécessaire. C'est là, sous une forme quelque peu différente, le principe des *monorails* BRENNAN ou CHILOVSKI, qui comptent parmi les plus jolies applications du gyroscope.

La portée de ces questions dépasse de beaucoup le domaine particulier du gyroscope : elles sont étroitement liées au problème général de la stabilité d'un état de mouvement. Ainsi, une boule qu'on met en rotation au sommet d'une calotte sphérique fixe, dans une position statiquement instable, est stable si sa vitesse de rotation est suffisante; mais les résistances passives font diverger les oscillations. Le problème est régi par les mêmes équations que notre problème gyrostatique, il a les mêmes propriétés ⁽⁷⁾.

Je tiens, en terminant, à saluer les industries gyroscopiques qui commencent enfin à se développer en France : les Établissements Schneider avec M. Jean Fieux, dont nous avons pu admirer l'ingéniosité; les Établissements Carpentier avec M. Monfraix, mon savant collaborateur et ami, pour ne citer que les principaux.

Une étude sur le gyroscope ne peut se terminer sans adresser une pensée reconnaissante au colonel BENOIT qui, avec M. Carpentier, fut l'un des premiers, sinon le premier, à intéresser l'industrie française à ces questions si spéciales. Avec des établissements comme ceux-là, avec les moyens de réalisation dont ils disposent, la France ne peut manquer de retrouver la place qui lui revient. Souhaitons à ces efforts courageux tout le succès qu'ils méritent.

(7) Le conférencier remercie les établissements, français ou étrangers, qui ont cordialement répondu à son appel en lui prêtant appareils, notices et clichés. Il regrette que la maison allemande Anschütz n'ait pas cru devoir y répondre. Il aurait tenu à lui donner la place de premier plan à laquelle elle a droit dans ces questions gyroscopiques qu'elle a étudiées si à fond.

**COMMÉMORATION,
PAR LA SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE,
DU CENTENAIRE DE LA RÉALISATION INDUSTRIELLE
DE LA TURBINE HYDRAULIQUE PAR BENOÎT FOURNEYRON**

La Société des Ingénieurs civils de France a célébré, le 11 juin 1927, en une séance solennelle, le centenaire de la réalisation industrielle de la turbine hydraulique par Benoît Fourneyron.

En 1826, notre Société avait proposé un prix de 6.000 fr pour l'application des turbines hydrauliques, prix décerné à Fourneyron le 24 décembre 1833 (*Bulletins* de : janvier 1834, p. 3 à 17; février 1834, p. 49 à 61, et mars, p. 85 à 94).

La célébration du centenaire de cette admirable invention a été fort brillante. Des discours ont été prononcés par M. A. Rateau, par M. Kœnigs, par M. Tardieu, ministre des Travaux publics.

M. Rateau a bien voulu nous donner un extrait de son discours où il a retracé la belle carrière de Fourneyron; il nous a appris que cet ingénieur de génie avait non seulement créé le moteur hydraulique moderne, mais s'était distingué par de nombreux projets et de multiples réalisations du plus haut intérêt dans les diverses branches de la mécanique.

*
* *

EXTRAIT DU DISCOURS PRONONCÉ PAR M. A. RATEAU,
membre de l'Institut et du Conseil de la Société d'Encouragement.

Lorsque Fourneyron entreprit ses études, il n'existait que des « roues » à axe horizontal, d'un diamètre sensiblement égal à la différence de niveau entre les biefs d'amont et d'aval, ou plus grand, qui ne permettaient pas d'utiliser des chutes de plus de quelques mètres, et des « rouets » à axe vertical tels que ceux des célèbres Moulins du Basacle à Toulouse.

Les premières, bien construites, offraient un rendement acceptable, de 60 à 70 p. 100, mais avaient beaucoup de défauts, notamment celui de ne pas pouvoir marcher noyées.

Les seconds, que Burdin a appelés « turbines », n'atteignaient pas plus de 25 à 30 p. 100. C'étaient donc des machines très imparfaites. Personne n'avait su comprendre comment il fallait les faire pour en obtenir un effet utile satisfaisant.

Et, pourtant, des hommes du plus rare talent s'y étaient employés : Leonard Euler, d'abord, en 1754, puis Borda, et d'autres, enfin, vers 1820, Navier et Burdin. Ce sont eux qui ont jeté les bases de la théorie; commencée par Euler, celle-ci fut notablement améliorée par Burdin, professeur de Mécanique à l'École des Mines de Saint-Étienne, qui paraissait, dès lors, être le mieux en situation de concevoir un bon moteur hydraulique.

Il réalisa quelques turbines d'après ses idées. Mais, en définitive, Burdin, quoique possédant bien la théorie, n'aboutit, comme son illustre devancier Euler, qu'à des conceptions vicieuses, bizarres même.

La théorie n'atteint pas tout. Elle ne guide que pour une partie des choses, qui n'est pas toujours la partie essentielle. Elle ne suffit généralement pas.

dans l'application industrielle. Pour réussir dans ce domaine, il faut, de surcroît nécessaire, la compléter par une compréhension intuitive, au moins à peu près correcte, des détails des phénomènes; il faut, en bref, comme on le dit communément, avoir aussi « l'esprit pratique ». C'est ce précieux don que possédait Fourneyron, et qui lui a permis de faire mieux que les plus forts théoriciens.

En 1826, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, sentant l'heure favorable, proposa un prix important de 6.000 fr pour « l'application en grand des turbines hydrauliques ou roues à palettes courbes de Bélidor ». Burdin se présenta, mais la Société estima qu'il n'avait pas rempli les conditions du concours; tout de même, elle lui décerna une médaille d'or et un prix de 2.000 fr pour ses travaux. Elle prolongea ensuite le concours sur un nouveau programme.

Quatre concurrents s'offrirent, dont Fourneyron qui présentait un mémoire théorique et descriptif très complet, avec procès-verbaux d'essais sur trois turbines installées à Pont-sur-l'Ognon, Dampierre et Fraisans.

Le rapporteur conclut en sa faveur, et le prix lui fut décerné le 24 décembre 1833.

Cette décision, qui consacrait officiellement le mérite de Fourneyron, honore à la fois celui qui en bénéficiait et la Société qui avait si parfaitement servi les intérêts de l'industrie et de la justice.

Comme elle, nous devons attribuer une part du mérite à Burdin qui avait été le maître de Fourneyron et lui avait appris la théorie, non seulement dans ses leçons à l'École des Mines, mais encore au cours de la collaboration ultérieure qu'ils avaient entreprise quelque temps, et qui fut rompue par l'élève dont le sens réalisateur s'accommodait mal des vues trop peu pratiques du maître.

La turbine de Pont-sur-l'Ognon, installée en 1827, sur chute de 1,40 m, donnait environ 6 ch en tournant à 60 t : min. Elle n'avait pas de vannage.

La turbine de Dampierre, qui fonctionnait sur chute de 3 à 6 m, était analogue en ce qui concerne le distributeur et la roue mobile. Mais ici apparaissent deux innovations capitales : le vannage et la huche.

Le vannage, composé de blocs de bois qui s'engagent uniformément entre les aubes du distributeur fixe, et qui est descendu ou remonté à la main à l'aide de vis et de roues d'engrenages, sert à proportionner le débit exactement suivant les besoins.

La huche close, en fonte, qui précède le distributeur, permet d'amener l'eau par un tuyau d'aussi loin et d'aussi haut que l'on veut.

Quant à la machine de Fraisans, semblable de forme aux deux autres, elle a été construite en tôle à cause de ses grandes dimensions. On y voit une autre nouveauté, le réglage de hauteur du pivot, qui donne la possibilité de remonter la partie mobile au fur et à mesure de l'usure des grains. Plus tard, Fourneyron y ajoutera un graissage à l'huile très ingénieux.

Nous sommes bien en mesure, à présent, d'apprécier exactement en quoi consiste la création de l'inventeur.

Outre des dispositifs de construction assurant une excellente marche industrielle, il a su d'abord calculer correctement les sections des canaux fixes et mobiles et leurs courbures, apprécier la vitesse de rotation la meilleure, toutes choses relevant de la théorie; il a de plus compris :

1° que, pour marcher dans l'eau, sans forte perte de rendement, l'injection devait être *totale*, c'est-à-dire sur tout le pourtour de la roue, et que les

diverses veines d'eau devaient être aussi jointives que possible, ce que personne n'avait fait avant lui;

2° que, l'action du fluide devant être continue, sans chocs, il fallait diviser l'anneau du fluide en veines minces, et, par conséquent, mettre suffisamment d'aubes;

3° qu'on devait arranger les choses de telle manière que l'eau ne prenne sa grande vitesse d'injection qu'aux abords immédiats de l'entrée dans la roue mobile, et, ensuite, qu'elle reste le moins longtemps possible dans celle-ci;

4° enfin, il a su établir un vannage simple; robuste et parfaitement efficace.

Doué, de toute évidence, d'un sens exceptionnel des proportions, Fourneyron a, dès le début, donné à ses turbines, à peu de chose près, les formes et les espacements d'aubages qui ont été reconnus les meilleurs après une longue pratique, et c'est ainsi qu'il a eu d'emblée des rendements supérieurs à 80 p. 100 qui n'ont été dépassés que récemment, et de peu, soit avec les roues Pelton pour hautes chutes tournant dans l'air, soit avec les turbines centripètes à réaction de grande puissance.

A ce point de vue, on aurait, sans doute, de la peine à trouver dans toute la technique un autre exemple d'un pareil progrès, laissant aussi peu de marge aux perfectionnements ultérieurs. En fait, Fourneyron a au moins triplé le rendement des anciens rouets, tandis qu'après lui on n'a pu augmenter que d'un dixième celui que son génie a su obtenir.

Pour la machine à vapeur, James Watt, qui en a été certes le plus grand ouvrier, n'a pas fait autant. Il a peut-être bien aussi triplé le rendement qu'on avait avant lui, mais ses successeurs ont de nouveau réduit la consommation, pour le même travail, à moins du tiers du chiffre où il l'avait laissée. Le problème était, il est vrai, plus complexe et plus obscur; les propriétés de la vapeur étaient mal connues; pour ses calculs, Watt manquait des bases précises que Regnault nous a données.

A tout considérer, nous ne devons pas moins admirer l'un que l'autre.

Au cours de sa carrière, de 1832 à 1867, Fourneyron a exécuté plusieurs centaines de turbines, en France, en Europe, au Mexique, les faisant construire sur ses dessins dans des ateliers divers, ceux d'André Koechlin à Mulhouse et de Dietrich à Niederbronn, par exemple, puis dans l'atelier qu'il avait construit au Chambon-Feugerolles, dans la Loire, où il institua un laboratoire d'essais hydrauliques.

Parmi elles, les plus remarquables sont celles qu'il installa en 1835 dans une filature de Saint-Blaise (Forêt-Noire) sur des chutes de 108 et 114 m. Le projet était extrêmement audacieux. Outre la difficulté de réalisation du moteur lui-même, d'autres, de tout genre, paraissaient insurmontables. D'abord la construction d'un réservoir et d'un canal bien étanche de 2.400 m de longueur, tracé dans un terrain facilement perméable à l'eau, sur le flanc d'une montagne escarpée, avec des matériaux qui ne pouvaient être transportés que par des hommes, tout autre moyen étant impraticable.

Ensuite, la conduite forcée, de 400 à 500 m de longueur et 50 cm de diamètre, devait pouvoir supporter, à la partie inférieure, la pression de 11 atmosphères qui dépassait de beaucoup ce qui avait été fait jusqu'à ce moment. Les formules admises par les professeurs indiquaient pour ces tuyaux des épaisseurs énormes, prohibitives; néanmoins, Fourneyron, toujours guidé par son sens juste des proportions, s'arrêta à des épaisseurs beaucoup moindres, 30 mm. Une douzaine de tuyaux conformes à ses idées,

éprouvés à la pression de 18 atmosphères résistèrent parfaitement. Ainsi tombèrent les objections. La conduite fut définitivement exécutée. Elle ne donna lieu à aucun déboire.

La turbine n'était pas moins remarquable. Faite pour une puissance de 60 ch, la roue, en bronze, n'avait que 0,316 m de diamètre extérieur et tournait à 2.300 t : min, entraînant l'arbre moteur de l'usine par un engrenage réducteur dont le pignon, pesant 10 kg, n'avait que 12 cm de diamètre.

Les mesures au frein révélèrent un rendement de 80 p. 100.

Une deuxième turbine fut installée sur une autre chute de 114 m.

Dans cette circonstance, notre héros a été l'initiateur de bien des choses dont nous nous enorgueillissons aujourd'hui :

1° de l'utilisation des hautes chutes et de l'établissement des conduites sous forte charge;

2° des grandes vitesses de rotation pour les moteurs;

3° des transmissions de force par engrenage à grande vitesse.

Dix ans plus tard, il faisait des projets pour installer, en Allemagne, des turbines sur chutes de 300 m; mais ces projets ne furent pas suivis d'exécution.

Les turbines de Saint-Blaise sont dignes d'admiration d'un autre point de vue. Nous savons maintenant qu'il est impossible de réaliser de bonnes turbines à injection totale ayant ce qu'on appelle un nombre de tours spécifique inférieur à 50. Eh bien! celles de Fourneyron sont presque à cette limite. On calcule, en effet, que leur nombre de tours spécifique est de 52. Rien ne prouve mieux, à notre avis, l'extraordinaire finesse du jugement technique de leur auteur.

*
* *

Nous lui sommes redevables de bien d'autres perfectionnements.

Dans une addition de 1856 à son brevet de 1855, il a indiqué la disposition évasée du tube de sortie, en vue de récupérer l'énergie due à la vitesse restante.

Ce perfectionnement prend de nos jours de plus en plus d'importance à mesure que, pour forcer les puissances, on augmente le pouvoir débitant des machines. Les tubes évasés, dits de succion, les diffuseurs à plateaux, les hydro-cônes, les volutes divergentes sont des applications de l'idée de Fourneyron.

Il s'est beaucoup ingénié à accroître la puissance des machines pour la même hauteur de chute. Dans ce but, il réunissait plusieurs roues sur le même arbre, dispositif qui a été bien des fois reproduit, et combinait même des roues centrifuges avec des roues hélicoïdes ou obliques.

Il avait donc résolu à peu près tous les problèmes que posaient les applications possibles de son temps.

Il était doué d'une rare imagination, comme en témoignent deux magnifiques projets qu'il présenta, l'un pour l'utilisation de la force du Rhin, en Alsace, l'autre pour celle de la Seine, à Paris même.

Ici encore, Fourneyron se révèle comme un précurseur. Non seulement il a conçu, avec Emile Kœchlin, les centrales hydrauliques installées sur de larges dérivations de fleuves servant aussi à la grande batellerie et à l'irrigation, mais encore il a personnellement prévu la locomotion des chemins de fer à l'aide des chutes d'eau et des transports de force à grande distance au moyen de câbles téléodynamiques. Il sentait donc la nécessité de s'affranchir

de l'utilisation de la force sur place. Que n'eût-il pas fait, s'il avait eu à sa disposition l'électricité?

Fourneyron était excellent observateur, se préoccupant toujours, comme Watt, de mesurer les choses avec le plus de précision possible. C'est lui qui a rendu pratique l'emploi du frein imaginé par Prony peu d'années avant et que des tentatives décourageantes avaient fait délaisser. Après quelques tâtonnements et grâce à de légères modifications, il parvint à s'en servir avec facilité sur sa première turbine. En 1828, la Société industrielle de Mulhouse lui attribua, en même temps qu'à Prony, le prix qu'elle avait institué à cet effet.

En 1832 et 1833, Fourneyron procéda à des mesures pour connaître le nombre exact de broches de mull-jenny qu'un cheval de force pouvait mettre en mouvement; puis il rechercha la force nécessaire aux métiers à tisser.

Ces recherches l'amènèrent à inventer une machine à filer qui fut utilisée par la plupart des manufactures d'Alsace.

Enfin, il s'est proposé, bien avant Jœssel, de déterminer la pression exercée par l'eau en mouvement contre diverses surfaces planes perpendiculaires à un courant indéfini, ou obliques; ses résultats sont consignés dans une communication du 16 octobre 1843 à l'Académie des Sciences.

Il a découvert des lois qui concordent exactement avec ce qui a été trouvé depuis, par de nombreux observateurs, pour l'action sur des surfaces plongées soit dans l'eau, soit dans l'air. Il serait donc juste de considérer Fourneyron comme un des meilleurs pionniers de ce champ de recherches. On l'a ignoré jusqu'ici; souhaitons qu'on mentionne désormais au moins son nom dans des traités sur la matière en question.

*
**

Pour mesurer en pleine connaissance l'importance de l'œuvre de Fourneyron, il est sans doute nécessaire de jeter un rapide coup d'œil sur ce que sont devenues les applications des turbines hydrauliques, ainsi que sur les possibilités d'avenir.

En France, présentement, on estime à un peu moins de 3 millions de chevaux la puissance totale des turbines installées, en y comprenant toutes les petites unités; mais la puissance moyenne effectivement produite n'est que de 40 p. 100 environ, peut-être un peu moins, soit 1.200.000 ch.

Pour l'Europe, il faut multiplier ces chiffres par 5, et, pour le monde entier, par un peu plus de 10. La puissance motrice moyenne que l'homme retire actuellement des chutes d'eau atteint donc approximativement 12 millions de chevaux.

En regard, essayons d'évaluer ce que donnent les autres sources d'énergie mécanique : charbon, gaz, pétrole, vent.

En résumé, nous trouvons que l'homme utilise à ce jour à la surface de la terre une puissance mécanique moyenne totale de l'ordre de 75 millions de chevaux, chiffre énorme, qui, pourtant, augmente rapidement d'année en année. Les parts relatives de chacune des sources se classent *grosso modo* comme suit :

Charbon	67	p. 100
Chutes d'eau	16	—
Pétrole	15	—
Gaz	1 à 2	—
Vent	moins de 1	—

Il y a 25 ans, le charbon était à peu de chose près l'unique source d'énergie. Nous assistons à son déclin. Il regagnera probablement de l'importance par la fabrication industrielle des hydrocarbures de synthèse. Toutefois, la rapide croissance des centrales hydrauliques ne s'arrêtera pas; on a trop d'avantages à utiliser une source de force qui se reforme indéfiniment.

Nous pouvons prophétiser à coup sûr que, dans un avenir prochain, quelques dizaines d'années, ce sont les chutes d'eau qui prendront la tête. Et c'est notre grand inventeur qui aura été l'origine de ce formidable développement.

Mais alors une question s'impose immédiatement à l'esprit. Quelle est la puissance maximum que l'homme peut espérer retirer un jour des chutes d'eau de tout le globe?

Pour l'Europe, qui est, naturellement, la mieux connue, les auteurs sont assez bien d'accord pour fixer à 65 millions de chevaux la puissance totale disponible en eaux moyennes.

En ce qui concerne les autres parties du monde, on a admis au Congrès de Toronto, en 1913, des chiffres tels que ceux-ci :

Asie	236 millions de chevaux.
Afrique.	160 —
Amérique du Nord.	160 —
Amérique du Sud	94 —
Océanie	20 —

Le total serait de 745 millions.

A notre avis, la réalité est tout autre. Ces chiffres sont manifestement trop faibles. Pour ne prendre qu'un exemple, on sait que le Congo, dans la partie inférieure de son cours, du Stanley-Pool à Matadi, où, sur 300 km, il descend de 280 m, donne le débit normal de 50.000 m³ par seconde (30.000 en basses eaux, 100.000 en crue). Il est aisé de calculer qu'on trouvera, rien que là une réserve prodigieuse de plus de 100 millions de chevaux⁽¹⁾, et il devient dès lors évident que l'Afrique est susceptible de procurer énormément plus de 160 millions de chevaux. De même, pour l'Asie, où d'immenses fleuves descendent de hauts plateaux à plus de 4.000 m d'altitude, et pour l'Amérique du Sud.

Nous devons donc penser qu'en réalité les réserves totales d'énergie hydraulique à la disposition de l'homme sont très supérieures à 745 millions de chevaux, même à 1 milliard. Divers modes d'estimation, très aléatoires, il n'est pas besoin de le dire, nous conduisent à des nombres que nous osons à peine avancer, 2 à 3 milliards. Faudrait-il les réduire de moitié, que, comparés aux 75 millions dont nous avons besoin actuellement, ils seraient quand même bien de nature à nous rassurer sur l'avenir.

*
* *

Par cet exposé des œuvres de Fourneyron, nous voyons qu'il fut un initiateur de grande envergure dans nombre de directions et qu'il réussissait à la perfection tout ce qu'il entreprenait.

De son vivant il était hautement estimé, célèbre; on l'a quelque peu oublié depuis.

(1) Voir à ce sujet l'étude du colonel P. VAN DEUREN, intitulée *La solution des transports et de la force hydroélectrique dans le bas Congo*, parue dans le *Bulletin* de mars 1927, p. 183 à 194.

Cette commémoration du centenaire de son chef-d'œuvre, en ravivant son souvenir, aura, nous aimons à le penser, l'heureux effet de le remettre à la place qu'il mérite parmi les inventeurs de génie. Son nom doit désormais rester fortement gravé dans l'histoire des découvertes les plus utiles.

Il fut honoré, peut-être insuffisamment au regard des services qu'il avait rendus à sa patrie et à l'humanité; enfin, il le fut, et de divers côtés, sinon par l'Académie des Sciences, qui, en 1843, lui préféra, mais de peu, le général Morin, et à laquelle il ne voulut plus se présenter. D'âme fière, assurément, c'était pourtant un modeste qui ne cherchait nullement à sortir du cadre où les circonstances l'avaient placé, et qui se contentait aisément avec la seule satisfaction de l'application restreinte de ses idées. Sur une scène plus étendue, il eût pu faire fructifier davantage des dons exceptionnels.

On l'a comparé à Watt. Poncelet disait de lui :

« On sait comment, à force d'études, de soins et de persévérance, il a perfectionné les différentes parties de la turbine de manière à constituer, de l'ensemble, un moteur puissant qui est en tous points comparable, pour l'élégance et la simplicité des dispositions, à cette admirable machine due à quarante années de travaux d'un homme de génie tel que Watt. »

On peut, en effet, établir un parallèle entre les deux grands hommes. Ils offrent beaucoup de points communs, et nous en avons signalé au passage quelques-uns. Si Fourneyron avait été anglais, il eût été honoré, sans doute, à l'égal de Watt. Vénérant profondément sa mémoire, associons-nous donc à Poncelet pour lui donner le titre glorieux de « Watt de l'hydraulique ».

OBTENTION D'ALCOOL ÉTHYLIQUE A PARTIR DES MATIÈRES VÉGÉTALES, EN PARTICULIER DES SARMENTS DE VIGNE

par M. CARRIÈRE, professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier ⁽¹⁾.

HISTORIQUE.

Je me propose de vous exposer rapidement le problème de la saccharification de la cellulose, et plus particulièrement le problème de la saccharification du sarment de vigne.

La question de la saccharification de la cellulose n'est point nouvelle; il y a plus d'un siècle, durant le Blocus continental, le chimiste français Braconnot posa les principes de la saccharification de la cellulose par les acides minéraux concentrés à froid ou par les acides dilués à chaud. Braconnot tenta même d'industrialiser cette saccharification, mais son essai échoua.

Le problème de la saccharification présente en effet de grandes difficultés; il est malaisé d'obtenir économiquement un rendement élevé en sucres fermentescibles, en vue de la transformation ultérieure en alcool. De nombreux brevets sur ce sujet ont été pris, sans qu'aucun procédé cependant se généralise et s'impose. Voici quelles ont été les tentatives faites durant ces dernières années pour obtenir l'alcool à partir de la cellulose, après saccharification préalable de la cellulose.

Usines de pâte à papier chimique de Suède et d'Allemagne. — En Suède et en Allemagne l'industrie de la fabrication de l'alcool de cellulose fonctionne en annexe de l'industrie de la pâte à papier chimique.

Dans les fabriques de pâte à papier au bisulfite, le bois débité en petits morceaux est chauffé avec une solution de bisulfite de calcium. C'est le bisulfite, corps acide, qui provoque la saccharification d'une notable partie du bois; mais dans les lessives résiduelles de la pâte à papier, la concentration en sucre est si faible, qu'après neutralisation à la chaux et fermentation par des levures appropriées, on n'obtient que des solutions alcooliques titrant un seul degré d'alcool.

Ces solutions alcooliques très étendues sont ensuite traitées dans des colonnes de distillation pour obtenir l'alcool concentré. Parmi les sucres qui se trouvent dans les lessives résiduelles, il y en a environ 70 p. 100 qui sont fermentescibles.

Comme autres procédés qu'on ait tenté d'industrialiser nous citerons le procédé Prodor et le procédé Meunier.

Procédé Prodor. — Dans le procédé Prodor, on traite à froid la sciure de bois par de l'acide chlorhydrique concentré à 40 p. 100 et en même temps par un courant d'acide chlorhydrique gazeux. La matière est constamment maintenue en mouvement par des dispositifs appropriés. Le produit de la réaction est soumis, ensuite, au cours de son trajet, à un courant de gaz chaud qui entraîne la majeure partie de l'acide chlorhydrique. Cet acide chlorhydrique est ensuite récupéré et peut être utilisé dans une opération ultérieure soit sous forme gazeuse, soit sous forme d'une solution concentrée. La matière est ensuite additionnée d'eau et chauffée dans un diffuseur où la saccharification se complète. Dans le procédé Prodor, on se préoccupe d'éviter la décomposition des sucres par les acides. On obtiendrait ainsi 250 litres d'alcool à 100 p. 100 par tonne de sciure sèche. Les solutions alcooliques obtenues marquent 5° d'alcool environ.

Procédé Meunier. — Le procédé Meunier se différencie du précédent par le fait qu'il n'a pas pour unique but l'obtention de l'alcool mais encore celle de nombreux

(1) Communication faite au Congrès des Combustibles liquides à Montpellier, le 13 juin 1927.

produits provenant d'une décomposition des sucres par les acides comme l'acide formique, l'acide acétique, le furfural, l'acétone, l'alcool méthylique.

Procédé Dupont de Nemours. — L'importante société américaine de produits chimiques Dupont de Nemours a installé dans son usine de Georgetown la fabrication de l'alcool éthylique à partir de la sciure de bois qu'on saccharifie par l'acide sulfurique. Le rendement en alcool n'est que 6,5 litres pour 100 kg de sciure sèche.

SACCHARIFICATION DU SARMENT. PROCÉDÉ CARRIÈRE-ARCHIMANDRITI.

En collaboration avec M. Archimandriti, j'ai cherché à réaliser un traitement méthodique de saccharification du sarment de vigne. Nous nous sommes donc préoccupés de trouver ainsi une utilisation éventuelle de ce sous-produit extrêmement abondant de la vigne.

ÉTUDE DE LA SACCHARIFICATION DU SARMENT. — Nous avons indiqué précédemment combien le problème de la saccharification de la cellulose présentait de difficultés. En conséquence, pour établir un procédé de saccharification susceptible d'être utilisé techniquement, il convient tout d'abord de faire une étude méthodique du phénomène c'est-à-dire qu'il faut rechercher l'influence des divers facteurs, à savoir : la température, le temps, la teneur en acide, la nature de l'acide, la proportion de la liqueur acide par rapport au sarment, la nature du sarment. Nous allons rendre compte de cette étude.

Tous nos essais ont été effectués sous la pression atmosphérique et, par suite, à une température voisine de 100°; nous n'avons pas en conséquence recherché l'influence de la température.

Influence du temps. — Quelle que soit la liqueur acide utilisée pour la saccharification, on observe que le pourcentage de sucre engendré n'augmente pas quand le temps devient très grand, ou même qu'il ne tend pas vers une limite. On observe, au contraire, que le pourcentage diminue quand le temps de saccharification dépasse une valeur déterminée. En d'autres termes, on constate l'existence d'un maximum pour le pourcentage de sucre obtenu. Voici par exemple les résultats que nous avons obtenus en saccharifiant 20 g de sarments à 30 p. 100 d'humidité par 200 g d'acide chlorhydrique à 3,63 p. 100 en HCl.

Temps (heures)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sucre obtenu p. 100 de sarment sec	29,8	33,7	33,8	35	34,3	35	35	33,5	31,5	29,4

Cette allure du phénomène est due à ce que les sucres engendrés subissent une décomposition au contact de l'acide chauffé, cette décomposition étant d'autant plus forte qu'il y a plus de sucre engendré.

Cette décomposition des sucres en liqueur acide chauffée a été observée par les différents auteurs qui se sont occupés de la saccharification de la cellulose, en particulier par M. Meunier.

Influence de la concentration en acide de la liqueur acide employée. — On peut penser, d'après ce qui vient d'être expliqué, que la concentration de l'acide aura une influence marquée sur la saccharification des sarments par les liqueurs acides. Le pourcentage de sucre maximum est d'autant plus rapidement atteint que la liqueur est plus concentrée, mais on observe également que ce pourcentage maximum est d'autant plus faible que la liqueur acide est plus concentrée. Ces conclusions ressortent en effet des résultats suivants, obtenus en saccharifiant 20 g de sarments à 30 p. 100 d'humidité avec 200 g d'eau acidulée par l'acide chlorhydrique renfermant soit 1° : 7,3 p. 100 d'acide, soit 2° : 3,63 p. 100, soit 3° : 1 p. 100 d'acide.

I. — Emploi de la solution à 7,3 p. 100 d'HCl.				
Temps (heures).	1	2	3	4
Sucre obtenu p. 100 de sarment sec	30,1	32	25,3	26,3

126^e Année. — Juillet-Août-Septembre 1927.

42

Le maximum de 32 p. 100 est obtenu au bout de la seconde heure.

II. — <i>Emploi de la solution à 3,65 p. 100 d'HCl.</i>										
Temps (heures)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sucre obtenu p. 100 de sarment sec	29,8	33,7	33,8	35	34,3	35	35	33,2	31,5	29,4

Le maximum de 35 p. 100 est obtenu au bout de la quatrième heure et se maintient pendant 3 heures.

III. — <i>Emploi de la solution à 1 p. 100 d'HCl.</i>										
Temps (heures)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sucre obtenu p. 100 de sarment sec	18,6	24,7	30,6	33,2	34	34,6	35,4	35	33,4	33,4

Le maximum de 35,4 p. 100 est obtenu au bout de la septième heure et il se maintient jusqu'à la dixième heure; la décomposition des sucres est faible dans ces conditions de dilution.

Influence de la nature de l'acide. — Nous avons comparé l'action de l'acide sulfurique à celle de l'acide chlorhydrique; à cet effet, 100 g de sarments à 20 p. 100 d'humidité son traités soit : 1° par 1.000 cm³ d'acide chlorhydrique à 1 p. 100; soit 2° par 1.000 cm³ d'acide sulfurique à 1 p. 100. On observe que l'action de l'acide chlorhydrique est beaucoup plus énergique que celle de l'acide sulfurique comme il ressort des tableaux de résultats suivants.

I. — <i>Emploi de la solution à 1 p. 100 d'HCl.</i>										
Temps (heures)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sucre obtenu p. 100 de sarment sec	18,6	24,7	30,6	33,2	34	34,6	35	34,5	33,4	33,4

II. — <i>Emploi de la solution à 1 p. 100 d'H² SO⁴.</i>													
Temps (heures)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	15	19
Sucre obtenu p. 100 de sarment sec	9,7	12,7	15,4	16,2	22,7	22,7	23	25,8	26,7	28,2	28,9	31,7	32

Nous ferons observer que, durant les premières heures, la vitesse d'hydrolyse est sensiblement proportionnelle à la concentration en ion hydrogène. La concentration en ion hydrogène de l'acide chlorhydrique à 1 p. 100 est

$$\frac{10}{36,5} \times \frac{336}{377} = 0,24.$$

La concentration en ion hydrogène de l'acide sulfurique à 1 p. 100 est

$$\frac{10}{49} \times \frac{214}{368} = 0,12.$$

La concentration en ion hydrogène de la solution d'acide chlorhydrique à 1 p. 100 est donc le double de la concentration en ion hydrogène de la solution d'acide sulfurique à 1 p. 100 et nous constatons qu'effectivement durant les quatre premières heures, la vitesse de saccharification de la solution d'acide chlorhydrique à 1 p. 100 est sensiblement le double de la vitesse de saccharification de l'acide sulfurique à 1 p. 100.

Influence de la proportion de la liqueur acide par rapport au sarment. — Nous avons trouvé que le pourcentage de sarment saccharifié est sensiblement le même, en prenant soit un poids de liqueur acide qui est 7 fois plus grand que le poids du sarment, soit un poids de liqueur acide qui est 10 fois plus grand que le poids du sarment, la quantité d'acide chlorhydrique mise en jeu demeurant à peu près la même pour un même poids de sarment.

Les essais comparatifs ont été faits avec une liqueur acide renfermant 1,2 p. 100 d'acide chlorhydrique dans le cas où le poids de la liqueur acide était 7 fois plus

grand que celui du sarment et avec une liqueur acide renfermant 1 p. 100 d'acide chlorhydrique dans le cas où le poids de la liqueur acide était 10 fois plus grand que celui du sarment. Les concentrations en sucre obtenues sont en raison inverse des poids de solutions acides utilisées, puisque la quantité de sucre engendrée est approximativement la même.

Influence du cépage. — La quantité de sucre engendrée par saccharification à partir du sarment varie avec le cépage. Nous avons observé que les cépages à bois tendre donnaient environ 50 p. 100 de plus de sucre que les cépages à bois dur. Les essais dont les résultats sont rapportés ci-dessus ont été faits avec des sarments à bois tendre.

MÉTHODE PROPOSÉE POUR LA SACCHARIFICATION DU SARMENT. — Pour tenir compte des faits exposés et pour obtenir une solution sucrée suffisamment concentrée, nous proposons la méthode suivante. Les sarments coupés en très petits morceaux à l'aide d'une machine appropriée (broyeur de sarments) sont traités à l'ébullition par un poids de liqueur acide à 1,2 p. 100 d'acide chlorhydrique égal à 7 fois le poids du sarment. L'ébullition est maintenue pendant 4 heures. Au bout de ce temps, la presque totalité de la substance susceptible de se saccharifier se saccharifie conformément aux résultats déjà donnés. La solution sucrée, séparée du résidu, est mise en contact avec du sarment neuf. L'ébullition de cette solution, ainsi additionnée de sarment divisé, est maintenue pendant 4 heures. La solution s'enrichit du sucre engendré, à partir du sarment ajouté. Après la seconde ébullition de 4 heures, la solution sucrée est séparée du résidu du sarment et elle est mise en contact avec du sarment neuf pris en quantité telle que le poids de la solution soit 7 fois celui du sarment neuf. L'ébullition de cette solution ainsi additionnée de sarment est maintenue pendant 4 heures. La solution s'enrichit du sucre engendré à partir du sarment ajouté. Après la troisième ébullition de 4 heures, la solution sucrée est séparée du résidu du sarment et elle est mise en contact avec du sarment neuf pris en quantité telle que le poids de la solution soit 7 fois celui du sarment neuf. L'ébullition de cette solution est encore maintenue pendant 4 heures. Après la quatrième ébullition de 4 heures, la solution sucrée est séparée du résidu du sarment. C'est cette solution qui, après neutralisation, est soumise à la fermentation. En d'autres termes, la mise en pratique de la méthode préconisée nécessiterait, l'installation d'une batterie de saccharification analogue aux batteries de diffusion utilisées en sucrerie.

La batterie de saccharification comporterait 4 cuves appropriées pour pratiquer les 4 ébullitions de 4 heures décrites. Il se pourrait toutefois qu'une étude approfondie du procédé montre qu'il y a intérêt à réduire ces opérations de concentration à 3 ou même à 2 ébullitions.

En fait, c'est une double batterie qui serait nécessaire. Le sarment retient, en effet, 20 à 25 p. 100 de la solution employée, soit un poids de liquide égal à 1,5 fois le poids du sarment. Le poids de sucre contenu dans les diverses solutions retenues par les sarments est supérieur à celui qui est contenu dans la solution finale. Il en résulte qu'il faut procéder méthodiquement à des lessivages répétés du sarment saccharifié avec une solution chlorhydrique à 1,2 p. 100 pour récupérer la plus grande partie de ce sucre. La batterie avec laquelle on vient de pratiquer les 4 ébullitions de 4 heures, serait ensuite soumise aux traitements de lavages. Pendant que les lavages seraient effectués avec cette première batterie, les opérations de saccharification seraient pratiquées avec la seconde batterie.

Les lavages que nous préconisons sont les suivants :

Dans un premier lavage, les cuves de saccharification sont successivement traversées par un poids de solution chlorhydrique à 1,2 p. 100 égal à 1,5 fois le poids de sarment contenu dans une cuve, l'ordre dans lequel les cuves sont traversées étant celui dans lequel elles ont été utilisées pour la saccharification. Le lavage consiste en une ébullition d'une demi-heure pour chaque cuve. La solution sucrée ainsi obtenue sera ajoutée à la solution provenant de la troisième ébullition, à laquelle elle correspond approximativement comme titre en sucre. Ainsi, le volume total de la solution destinée à subir la quatrième ébullition est à peu près le même

que le volume de la solution avant la troisième ébullition de 4 heures. Dans un second lavage, les cuves de saccharification sont successivement traversées par un poids de solution chlorhydrique égal à 1,5 fois le poids du sarment contenu dans une cuve en observant l'ordre ci-dessus indiqué. Le lavage consiste en une ébullition d'une demi-heure pour chaque cuve. La solution sucrée ainsi obtenue sera ajoutée à la solution provenant de la seconde ébullition, à laquelle elle correspondra approximativement comme titre en sucre. Ainsi le volume total de la solution destinée à subir la troisième ébullition est à peu près le même que le volume de la solution avant la seconde ébullition de 4 heures.

Un troisième lavage est pratiqué avec un poids de solution chlorhydrique à 1,2 p. 100 égal à 1,5 fois le poids de sarment contenu dans une cuve en observant l'ordre déjà indiqué. La solution sucrée ainsi obtenue sera ajoutée à la solution provenant de la première ébullition, à laquelle elle correspondra comme titre en sucre.

Ainsi, le volume total de la solution destiné à subir la seconde ébullition est approximativement le même que le volume de la solution d'acide chlorhydrique utilisé pour la première ébullition de 4 heures.

Un quatrième lavage consiste à faire traverser successivement les cuves de saccharification par un poids de solution chlorhydrique à 1,2 p. 100 égal à 7 fois le poids du sarment contenu dans une cuve. Le lavage consiste en une ébullition d'une demi-heure pour chaque cuve.

La solution légèrement sucrée ainsi obtenue sert à la première ébullition de 4 heures dans la série d'opérations de saccharification qui suit immédiatement.

Nous n'avons fait jusqu'à présent que des essais de laboratoire portant sur quelques centaines de grammes de sarment.

L'Office national des Combustibles liquides, sur la recommandation de M. Viala, membre de l'Institut, a bien voulu s'intéresser à ces essais que nous reprenons actuellement, en opérant sur quelques kilogrammes de sarments à la fois. Nous remercions vivement l'Office national des Combustibles liquides pour la subvention qu'il nous a accordée. Ces essais ne sont point terminés; nous sommes cependant fondés à penser, d'après les premiers résultats obtenus, que les prévisions auxquelles avaient conduit nos essais de laboratoire seront confirmées et qu'environ 20 à 25 p. 100 du sarment d'Aramon supposé sec peut être saccharifié.

ANALYSE.

Le phénomène de la saccharification a été suivi en dosant les sucres engendrés au moyen de la liqueur de Fehling. Nous avons employé la méthode préconisée par MM. Gabriel Bertrand et Thomas, qui consiste à isoler l'oxydure de cuivre bien lavé sur un filtre d'amiant et à dissoudre cet oxydure de cuivre dans une solution sulfurique de sulfate ferrique. Le sulfate ferrique est ramené à l'état de sulfate ferreux en même temps qu'il y a formation de sulfate de cuivre. Le sulfate ferreux engendré est dosé au moyen d'une solution titrée de permanganate de potassium. En réalité, ce que l'on dose ainsi, c'est l'ensemble des substances réductrices, parmi lesquelles les sucres, substances susceptibles de précipiter l'oxydure de cuivre à partir de la liqueur de Fehling.

FERMENTATION.

Pour cette raison et aussi parce que tous les sucres ne subissent pas la fermentation alcoolique, nous avons trouvé que les deux tiers seulement des sucres engendrés étaient susceptibles de se transformer en alcool.

Les essais de fermentation ont été jusqu'à présent peu nombreux; ils n'ont porté que sur de faibles volumes de solutions sucrées. Nous ne donnerons guère de détails sur la fermentation, nous réservant de communiquer ultérieurement les résultats obtenus. Nous tenons à faire observer que l'emploi de l'acide chlorhydrique est non seulement avantageux à cause de son pouvoir saccharifiant plus considérable que celui de l'acide sulfurique, mais aussi parce qu'on évite une filtration après neutra-

lisation par la chaux. Le sulfate de calcium est insoluble tandis que le chlorure de calcium est soluble.

CONSIDÉRATIONS ÉCONOMIQUES.

Notre étude n'étant pas terminée, il y aurait présomption de notre part à déclarer que le procédé donnera économiquement des résultats intéressants, c'est-à-dire qu'on parviendra à produire le litre d'alcool à 3 fr environ.

Les deux facteurs les plus importants du prix de revient de l'alcool, par le procédé exposé, sont : d'une part, le prix du sarment ; d'autre part, le prix de la main-d'œuvre.

Le Comice agricole de Béziers, dans le but d'abaisser le plus possible le prix du sarment, a fait connaître qu'il organiserait un concours destiné à récompenser les inventeurs des meilleures machines à ramasser et à comprimer le sarment.

La solution qui sera donnée à ce premier problème de ramassage du sarment facilitera la solution du problème qui nous occupe.

Je tiens en terminant, à montrer l'importance et l'intérêt que présenterait cette industrie nouvelle pour notre région. Je vous ferai remarquer qu'une usine traitant 6 t de sarment par 24 heures et produisant environ 5 hl d'alcool fort, trouverait à s'alimenter en sarments dans un rayon de 4 km, la superficie étant supposée entièrement plantée en vignes.

Une centaine d'usines de cette importance pourraient par suite être installées dans nos 4 départements viticoles du Midi de la France.

Le procédé de saccharification de la cellulose, et plus particulièrement du sarment de vigne de MM. Carrière et Archimandriti, va faire incessamment l'objet d'un brevet.

LE CHARBON DE BOIS, CARBURANT DES POIDS LOURDS. SA FABRICATION AU MOYEN DES FOURS MOBILES, LES SOUS-PRODUITS ⁽¹⁾,

par M. JEAN SOULIÉ, *Ingénieur des Arts et Manufactures.*

Parmi les divers produits susceptibles de remplacer l'essence alimentant les moteurs à explosion, il en est un qui mérite une attention spéciale car il est à la fois carburant, par définition, et national, puisqu'on le trouve partout, et que son emploi, véritablement économique, doit entraîner des conséquences heureuses, aussi bien pour les particuliers que pour l'intérêt général — nous avons nommé le charbon de bois.

Comment le charbon de bois, hier encore réservé presque uniquement aux usages ménagers et là seulement où il n'y a pas d'usine à gaz, comment ce combustible solide, peu prisé, d'aspect peu engageant, peut-il prétendre à un emploi en apparence si différent : celui qu'occupe l'essence, liquide limpide et volatil, carburant roi grâce à ses 11.000 cal par kilogramme?

L'explication est simple : elle repose sur les réactions bien connues, produites par le passage d'un courant d'air humide sur du carbone porté au rouge; il se trouve que le gaz obtenu, mélange d'oxyde de carbone, d'hydrogène, de méthane et d'azote, est doué d'un potentiel chimique élevé, qu'il est facile de transformer en énergie mécanique dans la chambre d'explosion d'un moteur.

Si bien que, partant de deux produits d'aspects aussi différents que le charbon et l'essence, on arrive au même résultat, qui est de produire du travail, par des moyens presque identiques. Dans les deux cas, le moteur est le même; seuls diffèrent les organes d'admission : gazogène pour le premier, carburateur pour le second. Nous n'entrerons pas dans les détails de construction des gazogènes ⁽²⁾. Toutefois, il faut signaler que, pour éviter de détériorer les cylindres, non seulement ces appareils doivent être munis d'époussiéreurs et de laveurs qui débarrassent les gaz des particules solides et des goudrons entraînés, mais encore qu'il est indispensable de n'employer qu'un combustible très pur, c'est pourquoi le charbon de bois est tout désigné pour cet usage. Il existe, certes, des gazogènes fonctionnant au coke, et même à l'anthracite, mais ces combustibles ne conviennent bien qu'aux fortes unités de l'industrie métallurgique, et la nécessité de les acheter le plus souvent à l'étranger suffirait à elle seule à nous interdire d'envisager leur emploi. Enfin, pour n'oublier personne, nous indiquerons que certains gazogènes emploient le bois, soit seul, soit concurremment avec le charbon.

Ceci posé, nous allons examiner les conditions nécessaires pour que le charbon de bois puisse être substitué à l'essence; il y en a trois :

- 1° Il doit permettre un fonctionnement normal et correct du moteur;
- 2° Il doit être économique;
- 3° Il doit être produit en quantité suffisante.

En ce qui concerne les deux premiers points, il suffira de rappeler qu'au cours des grandes manifestations officielles qui se sont succédé depuis deux ans en France, et dont les plus importantes furent celles de Blois en 1925 et de Bordeaux en 1926, un nombre important de constructeurs a démontré amplement que les camions à gazogène marchent aussi régulièrement que ceux à essence, sans usure anormale des cylindres, et avec un prix de revient du combustible inférieur de moitié à ceux-ci.

Quant à la troisième des conditions ci-dessus, qui est pour les forêts françaises

(1) Rapport présenté au Congrès des Combustibles liquides, à Montpellier, le 15 juin 1927.

(2) Voir leur description dans le *Bulletin* de mars 1925, p. 201.

de pouvoir satisfaire à une demande de charbon de l'ordre de grandeur de un million de tonnes par an, nous citerons l'avis des spécialistes des questions forestières. Ceux-ci sont unanimes pour affirmer qu'en l'état actuel et, bien entendu, avec une exploitation rationnelle qui est tout l'opposé d'un déboisement barbare, il est possible de produire suffisamment de charbon pour remplacer la totalité de l'essence importée. Il suffit pour cela d'abord, de ne pas laisser journellement des trains entiers de charbon de bois passer à l'étranger, et principalement en Espagne, ensuite d'entretenir nos forêts, et d'utiliser les ramilles qu'on laisse pourrir inutilement ou que l'on doit brûler, à cause de la vermine, sur le parterre des coupes.

Pour donner une idée de l'importance de ce dernier point, disons simplement que M. Demorlaine, professeur à l'Institut national agronomique et conservateur des Eaux et Forêts, estimait en 1925, au Congrès de Blois, que la quantité de ramilles, ou rémanents, perdue ainsi tous les ans, équivaut à 3 ou 4 millions de quintaux. Ce chiffre correspondant au travail produit par près de 3 millions d'hectolitres d'essence, cela veut dire qu'il suffirait de carboniser ces ramilles, gâchées sans profit pour personne, pour réduire d'un quart le chiffre total de nos importations d'essence.

Et puis, il y a les vastes territoires incultes qu'il serait si intéressant de reboiser.... Ceci dit en passant dans le but de montrer, pour citer à nouveau M. Demorlaine, que « en développant la production du charbon de bois pour la traction automobile, nous ne nous faisons pas les apôtres de la déforestation. Les particuliers propriétaires de forêts, surtout les petits propriétaires, auront tout intérêt à conserver leurs bois, puisqu'ils trouveront à vendre les produits de leur taillis. Le revenu à l'hectare sera plus élevé qu'aujourd'hui ».

Donc il n'y a aucune raison majeure empêchant de substituer le charbon de bois à l'essence. Restent les difficultés accessoires, qu'il est aisé de résoudre avec un peu de bonne volonté.

On reproche tout d'abord, aux gazogènes de produire un gaz que l'on afflige du terme péjoratif de « gaz pauvre », qui développe une puissance moindre que l'essence à cylindrée égale; ensuite d'être encombrants; enfin de nécessiter un nettoyage journalier de quelques minutes!

En ce qui concerne la perte de puissance, nous estimons que l'objection n'est pas fondée car, lorsqu'on commande un moteur, la cylindrée n'entre pas en ligne de compte. Il importe peu que celle-ci doive être plus grande dans le cas d'un moteur à gazogène, cette condition n'entraînant pratiquement qu'une dépense minime. L'argument vraiment intéressant pour l'acheteur, c'est qu'un camion de puissance moyenne marchant au charbon de bois économise environ 80 fr par jour de combustible, soit, tous les ans 25.000 fr à son propriétaire, et près de 500 dollars à la France.

Mais, dira-t-on, passe encore pour les moteurs neufs que l'on peut évidemment calculer en conséquence. Toutefois, les moteurs existants représentent un capital énorme, et vous ne voudriez certainement pas les mettre à la ferraille? Les apôtres du charbon de bois n'ont pas d'aussi noirs desseins, car, fort heureusement, la nature a bien fait les choses.

Il n'est pas douteux que, pour un moteur à essence ayant par construction un taux de compression maximum de 4, si on remplace purement et simplement celle-ci par du gaz de gazogène, on enregistre une perte de puissance de 30 à 40 p. 100. Mais il se trouve également que ce même gaz possède la propriété de supporter sans auto-allumage des compressions bien plus élevées. De sorte qu'il suffit dans ce cas de porter le taux de compression à 7 pour que la puissance soit ramenée automatiquement à une valeur très voisine (la différence est inférieure à 10 p. 100) de celle obtenue avec l'essence. Il suffit, pour s'en convaincre, de lire l'ouvrage posthume de LETOMBE sur *Les moteurs*.

Le changement du taux de compression s'obtient d'ailleurs sans grandes difficultés. Si l'on n'envisage que l'alimentation par un gazogène, ou bien on augmente par un alésage des cylindres le volume total du moteur, ou bien une pièce dite

« superculasse » permet de diminuer le volume de la chambre d'explosion — à moins d'employer les deux moyens simultanément.

Si, au contraire, on veut pouvoir utiliser les deux moyens d'alimentation, essence et gaz — il suffit d'un robinet à trois voies — on a toujours la ressource de monter un compresseur à la suite du gazogène. Cette solution élégante, qui permet de ne pas toucher au moteur, équivaut en réalité à une augmentation de la cylindrée. Employée depuis quelques années dans les courses d'automobiles, elle a été appliquée aux moteurs à gaz par M. Malbay.

Nous voyons donc qu'il suffit de munir un moteur à essence d'un gazogène, d'un compresseur et d'un robinet à trois voies — le tout amorti très rapidement par l'économie réalisée — pour pouvoir marcher indifféremment avec l'un ou l'autre carburant. L'essence ne doit servir que pour le lancement du moteur à froid et comme moyen de secours.

Si bien que la crainte d'avoir à changer ou à transformer tout ou partie des moteurs existants ne semble plus justifiée. De même en ce qui concerne les objections faites à l'entretien des gazogènes. Car, nous ne demandons pas pour l'instant que l'on adopte le charbon de bois sur les voitures de tourisme, ni sur les avions, mais bien sur les moteurs fixes ou les poids lourds pour lesquels l'addition d'un gazogène et de ses accessoires, qui n'occupent qu'un mètre cube, et nécessitent seulement un nettoyage quotidien des époussiéreurs, est chose secondaire! Ces ennuis, même si l'on traduit le dernier par une prime au personnel, sont insignifiants vis-à-vis du bénéfice réalisé.

Mais, il ne suffit pas, pour dégager la France de l'obligation d'aller chercher au loin ses carburants, que le charbon de bois donne toute satisfaction : il faut aussi le fabriquer. Il y a deux procédés de carbonisation du bois : la *combustion partielle* et la *distillation en vase clos*.

Le premier, dont l'origine est peut-être aussi lointaine que celle de l'homme, consiste à former un tas de bois, et à le faire carboniser à l'abri de l'air, ou plus exactement, en lui donnant la quantité d'air strictement nécessaire pour arriver à sa carbonisation complète.

Le procédé de distillation en vase clos, dû à Philippe Lebon (1797), consiste à chauffer des cornues contenant le bois jusqu'à distillation complète des éléments volatils, le charbon restant comme résidu.

La différence entre les deux procédés réside surtout dans les moyens de mise en œuvre. En réalité, les choses se passent à peu près de la même manière : la chaleur nécessaire à la carbonisation est toujours fournie par une certaine quantité de combustible; seulement, dans le cas de la combustion partielle, ce combustible est prélevé sur une portion de la masse à carboniser, alors que, dans le cas de la distillation, il est brûlé à part. Il se trouve, en effet, que les produits obtenus dans les deux cas diffèrent très peu. Ce sont : le charbon, des goudrons, des liquides plus ou moins volatils et des gaz.

Le charbon contient environ 75 p. 100 de carbone, le reste étant constitué par des gaz occlus (hydrogène, azote, oxygène) et pour moins de 1 p. 100 par des cendres.

Les goudrons sont formés d'une quantité de produits appartenant en grande partie au groupe des phénols (créosotes).

Les liquides condensables renfermant : de l'eau, des essences diverses, de l'acide acétique, de l'alcool méthylique et de l'acétone.

On pourrait croire que les gaz n'ont pas la même composition dans les deux cas. En réalité, il n'en est rien. Des analyses d'Ebelmen, Fischer, Klason, qui ont étudié cette question de près, concourent à démontrer que les gaz ont toujours une teneur plus faible en oxyde de carbone qu'en gaz carbonique; c'est même dans les fumées prélevées à la sortie des meules que le rapport du premier au second est le plus faible (en moyenne 8 p. 100 de CO et 23 p. 100 de CO₂). Il n'y a donc pas de raison *a priori* pour que le bilan thermique des deux procédés diffère fortement. C'est ce que l'on constate dans la pratique, à condition que les observations s'appliquent à des opérations effectuées correctement, car le réglage de l'air et la conduite du feu ont une importance capitale.

La décomposition pyrogénée du bois, qu'elle se fasse dans des cornues ou par combustion partielle, est une suite de réactions plus ou moins complexes, dont la superposition n'a pas encore permis d'établir le mécanisme. Divers facteurs entrent en jeu; les principaux sont : la température, la vitesse de carbonisation, la teneur en eau. Mais il est clair qu'on peut en faire intervenir d'autres; par exemple, la pression, et tous les catalyseurs connus. Aussi ne doit-on pas s'étonner de la difficulté qu'il y a à trouver de bons charbonniers.

A l'heure actuelle, la carbonisation par combustion partielle se fait presque uniquement à la meule construite sur les coupes mêmes; elle présente deux avantages considérables : elle ne nécessite aucun frais de matériel, et elle réduit au strict minimum le transport du bois. Mais elle présente des inconvénients graves : la meule a besoin d'être surveillée continuellement pendant les quelques jours que dure la carbonisation; elle doit être protégée du vent et de la pluie; les sous-produits sont perdus et, surtout, le recrutement des charbonniers est de plus en plus difficile.

Quant à la distillation en vase clos, elle n'est guère pratiquée que dans des usines construites avant la guerre et dont le but principal était la distillation, le charbon étant plutôt un sous-produit. Ces usines ont l'avantage d'être d'une surveillance facile et de ne rien perdre des produits traités.

Malheureusement, le bois employé pour la fabrication du charbon est une marchandise de faible valeur par rapport à son poids et, dès qu'il nécessite du transport et des manutentions, son prix de revient double très facilement. De plus, si le matériel coûteux de l'usine n'est pas amorti, la plus-value due à la vente des produits de la distillation ne suffit pas à compenser les frais de transport, d'autant plus que ces produits sont concurrencés maintenant par ceux qui sont fabriqués plus économiquement par synthèse.

Il ne faut donc pas songer à construire de nouvelles usines de distillation. Comme nous venons de voir que la carbonisation à la meule ne permet pas d'augmenter la production actuelle, il serait vain de vouloir employer le charbon de bois comme carburant si l'on n'avait pas d'autres moyens de le fabriquer. C'est pourquoi ont été organisés les concours de Sénart en 1925, d'Hourtin en 1926, et, tout dernièrement, celui de Ménars.

Le principe généralement admis est qu'il faut carboniser dans la forêt au moyen de fours portatifs et pouvant être conduits par n'importe qui. Sans entrer dans l'étude des divers types d'appareils, dont l'évolution n'est d'ailleurs pas encore terminée, on peut dégager deux tendances : les uns sont du système « vase clos », généralement montés sur roues, et d'un poids de plusieurs tonnes; les autres, à combustion partielle, sont généralement démontables et peuvent être transportés sur les coupes non desservies par des chemins.

Si les détails de construction de ces divers types de fours varient beaucoup, la pyrogénéation du bois s'opère toujours de la même façon; il n'y a donc pas lieu d'y revenir.

Ces appareils ne sont pas encore très répandus. Cela tient probablement, comme pour les gazogènes, à l'hésitation de l'acheteur devant tout ce qui est nouveau. Mais il y a incontestablement une autre raison : c'est que, pour faire une meule de terre, on n'a pas besoin de mise de fond, tandis qu'il faut acheter un four.

Aussi croyons-nous que si l'on veut développer la carbonisation au moyen des fours mobiles, il faut que ceux-ci puissent être amortis rapidement. Le meilleur moyen est incontestablement la récupération des sous-produits qui, jusqu'ici, n'a été abordée que d'une manière primitive. Et, pourtant, ces sous-produits ne sont pas négligeables; 100 kg de hêtre, par exemple, fournissent, à côté de 35 kg de charbon :

2 kg d'alcool méthylique et d'acétone;

6 kg d'acide acétique;

et 8 kg de goudrons.

Mais, comment les recueillir? Il est clair que la condensation de l'alcool méthylique et de l'acétone, produits très volatils, est très difficile. De plus, quand on condense les fumées qui se dégagent d'un four, on obtient non pas chacun de ces produits séparément, mais le jus pyroligneux, liquide noirâtre qui les contient tous, mélangés à l'eau qui représente au minimum 25 p. 100 du poids du bois. On se

contente, à l'heure actuelle, quand on condense le pyroligneux en forêt, de séparer le goudron insoluble, le reste n'ayant pas de valeur marchande suffisante.

Cela se conçoit d'ailleurs très bien, étant donné le degré de dilution de l'alcool et de l'acide, le prix élevé des appareils à distiller. Toutefois, nous pensons qu'il y a mieux à faire que de jeter les pyroligneux au ruisseau.

Laissant de côté, pour l'instant, la condensation de l'alcool et de l'acétone, qui nécessiterait des réfrigérants à eau, peu pratiques à installer dans les bois, nous n'envisagerons que la question de l'acide acétique.

On peut récupérer l'acide acétique contenu dans les pyroligneux, soit par distillation, soit sous forme d'acétate. Le premier procédé, nécessitant un appareillage compliqué, ne peut être appliqué que dans des usines spéciales où, nous venons de le voir, les prix ne sont pas suffisamment rémunérateurs.

Reste la transformation de l'acide en acétates cristallisables; cette opération, pratiquée couramment dans les usines, n'a pas été abordée jusqu'ici pour les fours mobiles.

Ces fours, pour rester transportables, ne peuvent être munis de dégoudronneurs perfectionnés, et le pyroligneux obtenu contient une telle proportion de goudrons que, si l'on y ajoute de la chaux ou du carbonate de soude, on n'obtient qu'un mélange extrêmement sale, d'où il est impossible de recueillir un produit marchand.

Si, au contraire, on distille ce pyroligneux, on obtient un liquide limpide, à peine teinté de jaune, ne renfermant plus que quelques traces de goudrons. On n'a plus alors qu'à neutraliser ce mélange d'eau et d'acide par un alcali ou du carbonate de soude ou de chaux et à concentrer pour avoir par cristallisation l'acétate correspondant.

Nous devons à l'aimable obligeance de M. Godechot, doyen de la Faculté des Sciences de Montpellier, d'avoir pu réaliser ces opérations en laboratoire. La distillation de jus pyroligneux recueillis à la sortie d'un four à combustion partielle et provenant de chêne vert de 34 ans, récemment abattu, a donné une moyenne par litre de 725 cm³ d'un mélange limpide d'eau et d'acide acétique, bouillant entre 100° et 101°, et contenant 75 g d'acide acétique par litre, soit environ 7 p. 100.

Il est incontestable que, si, pour récupérer cet acide, on est obligé de mettre dans des récipients un volume de liquide 14 ou 15 fois plus élevé et de le transporter dans une usine plus ou moins éloignée, où il faudra en outre employer du charbon pour le distiller et le concentrer, l'opération ne pourra guère se solder que par un déficit. Il n'en sera plus de même si l'on transporte sur la coupe un simple appareil à distiller portatif avec une bassine pour la concentration; ces appareils seront chauffés gratuitement par les gaz sortant des fours à carboniser et leur surveillance facile pourra être confiée à une femme ou à un enfant. On supprimera du même coup l'entonnage du liquide et sa manutention; le transport de l'acétate solide sera plus facile, d'autant plus qu'il ne sera pas grevé par le poids mort de l'eau.

L'opération pourra laisser alors des bénéfices permettant d'amortir le matériel. Et il paraît certain que ces résultats tangibles auront pour effet, non seulement de récupérer des produits qui, autrement, seraient perdus, mais encore de donner un stimulant à l'industrie du charbon de bois.

Pour terminer, je citerai quelques chiffres, empruntés à la géographie et à la vie économique régionales, destinés à montrer que nous avons à portée de la main, dans le département de l'Hérault et, par extrapolation, si l'on veut, dans la France entière, une solution du problème des carburants.

Il y a dans ce département, à l'heure actuelle, un nombre de véhicules automobiles représentant une puissance totale, en nombre rond, de 100.000 ch, dont environ la moitié de « poids lourds », susceptibles d'être équipés en gazogènes. En admettant pour ces 50.000 ch une consommation journalière de 1,3 litre d'essence par unité et par jour, nous arrivons à une consommation annuelle de 225.000 hl. Si nous voulons alimenter ces poids lourds avec du charbon de bois, et si nous admettons que 1,25 kg de ce combustible équivaut à 1 l d'essence, il nous en faudra environ 280.000 qu.

Nous devons, d'autre part, à l'aimable obligeance de M. Reverdy, Inspecteur prin-

cipal des Eaux et Forêts, quelques chiffres d'où il résulte que la surface totale des forêts de ce département pouvant produire du charbon de bois est d'environ 80.000 ha. Si on admet pour ces forêts, constituées en majeure partie par des taillis, une révolution de 20 ans, cela fait 4.000 ha par an où l'on peut porter la hache. De sorte qu'avec un rendement moyen de 70 qu à l'hectare, la production annuelle de charbon de bois peut atteindre 280.000 qu — exactement la quantité nécessaire pour actionner tous les camions de ce département.

Or, l'Hérault a une surface forestière moyenne, alors que la traction automobile y est extrêmement développée. On a ainsi le sentiment qu'il n'y a pas d'obstacle de principe pouvant s'opposer à l'emploi immédiat du charbon de bois pour l'alimentation des moteurs.

Mais il y a mieux : la superficie des territoires arides et incultes de l'Hérault est évaluée à environ 300.000 ha, le triple de la contenance totale de ses forêts et la moitié de sa superficie globale. Il n'y a pas lieu, après cela, de s'étonner d'un climat particulièrement sec, et nous voyons que les colonies ne sont pas les seules à réclamer impérieusement d'être mises en valeur ?

Ce chiffre de 300.000 ha de garrigues aujourd'hui incultes par suite de déboisement, où le chêne et le pin pousseraient très bien, ce chiffre peu glorieux a du moins un mérite : il montre que nous pouvons avoir sur notre sol — il suffirait qu'on aborde résolument la question du reboisement — une réserve d'énergie suffisante pour parer à la disette prochaine de l'essence et aux besoins croissants de la consommation des moteurs. Le rayonnement solaire, qui produit le cycle du carbone par fixation sur les feuilles des végétaux du gaz carbonique, terme ultime des réactions de combustion, est à notre disposition pour renouveler indéfiniment cette énergie.

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHEQUE EN JUIN, JUILLET ET AOUT 1927

- SPÉTEBROOT (HENRI). — **Traité de la teinture moderne**. 2^e édition. In-8 (25 × 16) de XII + 740 p., 178 fig. Paris, Dunod, 1927. 17292
- MALATESTA (G.). — **Le goudron et ses dérivés**. Traduit de l'italien par JEAN LÉVY. 2^e édition entièrement revue par l'auteur. In-8 (25 × 16) de XVIII + 604 p., 225 fig. Paris, Dunod, 1927. 17293
- PICOU (R. V.). — **Les aimants, leur calcul et la technique de leurs applications**. In-8 (25 × 16) de VI + 109 p., 76 fig. Bibliographie, p. 105-106. Paris, Dunod, 1927. 17294
- BARY (PAUL). — **Les colloïdes dans l'industrie. Les fibres textiles et la teinture**. In-8 (25 × 16) de XIV + 235 p., 46 fig. Paris, Dunod, 1927. 17295
- EHRSAM (R.). — **La fabrication des savons industriels. Émulsions pour l'ensimage et huiles solubles**. 3^e édition. In-8 (25 × 16) de 308 p., fig. Paris, Dunod, 1927. 17296
- LAHY (J.-M.). — **La sélection psychophysiologique des travailleurs**. Conducteurs de tramways et d'autobus. In-8 (25 × 16) de XIV + 240 p., 82 fig. Paris, Dunod, 1927. 17297
- VIRLOGEUX (MAURICE). — **Quelques aspects de l'évolution des prix au siècle dernier et en notre temps**. Théories et réalités. In-8 (25 × 16) de VI + 207 p., XXVI pl. Paris, Marcel Giard, 1927 (*Don de l'auteur*). 17298
- RENARD-MORIZOT (Madame). — **L'industrie de la confection en France et des objets confectionnés**. In-8 (25 × 16) de 566 p., 168 fig. Paris, A. Renard-Morizot, 35, rue Fontaine (9^e) (*Don de l'auteur*). 17299
- JULIA (GASTON). — **Éléments de géométrie infinitésimale**. In-8 (25 × 16) de VI + 242 p. Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 1927. 17300
- MASVIEL (J.). — **La technique du modèle de fonderie**. In-4 (27 × 21) de VI + 229 p., 423 fig. Paris, Dunod, 1927. 17301
- POUYANNE (A. A.). — **Les travaux publics de l'Indochine**. In-4 (27 × 18) de 338 p., fig., 17 tableaux, XXII pl. Hanoi, Imp. d'Extrême-Orient, 1926 (*Don du Gouvernement général de l'Indochine, Agence économique, 20, rue La-Boétie, Paris (8^e)*). 17302
- ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES. — **Lyon, 1906-1926**. In-8 (25 × 20) de XXXI + 607 p., XLIV pl. Lyon, Imp. A. Rey, 4, rue Gentil, 1926 (*Don de l'Association française pour l'Avancement des Sciences*). 17303
- NETTER (J.). — **Voitures et wagons**. Matériel, treilage, éclairage, chauffage (*Encyclopédie de mécanique appliquée*). In-8 (23 × 15) de 602 p., 484 fig. Paris, J.-B. Baillièrre et fils, 1927. 17304
- TAUPENOT (V.). — **Manuel du charron-forgeron** (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de 436 p., 478 fig. Paris, J.-B. Baillièrre et fils, 1927. 17305
- HOMMEL (R.). — **Apiculture**. 4^e édition revue et corrigée (*Encyclopédie agricole* publiée sous la direction de G. WERY). In-12 (19 × 12) de 501 p., 183 fig. Paris, J.-B. Baillièrre et fils, 1927. 17306
- MOUREU (CHARLES). — **Discours et conférences sur la science et ses applications**. In-8 (21 × 13) de 371 p., Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 1927. 17307
- GRIGAUT (MAURICE). — **Géographie générale et économique**. Enseignement technique. Écoles et sections industrielles. In-8 (21 × 13) de VI + 337 p., 30 fig. Paris, Dunod, 1926. 17308

TORICES (F.) et CURCHOD (ADR.). — **Schémas et règles pratiques de bobinage des machines électriques.** 3^e édition revue et augmentée. In-8 (21 × 13) de 165 p., LIV pl. Paris, Dunod, 1927. **17309**

CHARPENTIER (HENRI). — **Géologie et minéralogie appliquées. Les minéraux utiles et leurs gisements.** 2^e édition (*Bibliothèque de l'Ingénieur de Travaux publics*). In-12 (19 × 12) de XIV + 759 p., 116 fig. **Bibliographies.** Paris, Dunod, 1927. **17310**

PHILBERT (J.) et ROUX (O.). — **Génie rural.** 2^e édition complètement refondue par M. PORCHET (*Bibliothèque de l'Ingénieur de Travaux publics*). In-12 (19 × 12) de VIII + 594 p., 299 fig., I pl. Paris, Dunod, 1927. **17311**

STHÉGENS (ANDRÉ). — **Pour l'artisan du bois.** Utilisation pratique de la machine à bois dans les petits ateliers. Procédés et tours de mains. Montages et méthodes d'usinage. Choix et entretien des outils. Séchage, cintrage, collage et ponçage des bois. In-12 (19 × 12) de XIV + 303 p., 158 fig. **Bibliographie.** p. 295-297. Paris, Dunod, 1927. **17312**

CHAPLET (A.). — **Pour le blanchisseur.** Formules, recettes, tours de main, « trucs », méthodes et procédés du praticien. In-12 (19 × 12) de VIII + 168 p., 26 fig. Paris, Dunod, 1927. **17313**

ROUSSEL (MAURICE). — **Pour éviter l'électrocution** (haute et basse tension). In-12 (19 × 12) de x + 82 p., 4 fig. Paris, Dunod, 1927. **17314**

FRANCHE (GEORGES). — **Traitement thermique de l'acier et ses essais.** In-12 (18 × 12) de 239 p., 121 fig. Paris, Desforges, Girardot et C^{ie}, 1927. **17315**

RABATÉ (E.). — **L'agriculture pratique. I : La destruction des mauvaises herbes.** 2^e édition (*Nouvelle bibliothèque du cultivateur*). In-12 (19 × 12) de 170 p., 15 fig. Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, 1927 (*Don de l'auteur*). **17316**

CHAMPLY (RENÉ). — **Le fermier électricien.** Pour installer seul l'électricité chez soi. In-12 (19 × 12) de 214 p., 275 + 12 fig. Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, 1927. **17317**

VERNADSKY (W.). — **La géochimie.** In-12 (19 × 12) de III + 404 p. Paris, Félix Alcan, 1924. **17318**

Premier Congrès commercial du Raisin de Table, tenu à Agen (ancien Petit Séminaire), les 24 et 25 août 1925, sous le haut patronage de M. le Ministre de l'Agriculture. Mémoires et comptes rendus publiés par MM. E. POHER et J. MAHOUX. In-8 (24 × 16) de XVII + 357 p., 103 fig. Paris, Publications agricoles de la Compagnie d'Orléans, 1925. **17319**

ABBATUCCI (D^r S.). — **Les services d'hygiène publique dans les colonies françaises.** (Société des Nations. Organisation d'hygiène). In-8 (24 × 18) de 186 p., fig., VI pl. Genève, Publications de la Société des Nations, 1926. **17320**

DE CONTY (H. A.). — **Les applications nouvelles de la tôle fine.** Matériel de chemins de fer, carrosserie automobile, travaux publics, constructions civiles, meubles métalliques, rayonnages métalliques, etc. In-8 (24 × 15) de 100 p., 72 fig., 1 carte. Paris, Éditions de « L'Usine », 15, rue Bleue (9^e). **17321**

Don de l'Office central de l'Acétylène et de la Soudure autogène, 104, boulevard de Clichy, Paris (18^e).

LEBRUN (MAURICE). — **Applications de la soudure autogène. Chaudières et réservoirs à pression.** Règlements et règles de l'art. In-8 (21 × 13) de 138 p., 92 fig., I pl. Paris, 1926. **17322**

LEBRUN (MAURICE). — **Applications de la soudure autogène. L'aciérie.** In-8 (21 × 13) de 62 p., 68 fig. Paris, 1926. **Pièce 13218**

LEBRUN (MAURICE). — **Applications de la soudure électrique à l'arc. Les tramways.** In-8 (21 × 13) de 32 p. Paris, 1925. **Pièce 13219**

BRILLIÉ (JEAN). — **La vie du soudeur américain à l'atelier et dans la société.** Conférence faite le 17 mars 1927 à l'Office central de l'Acétylène et de la Soudure autogène. In-8 (21 × 13) de 38 p., 6 fig. Paris, 1927. **Pièce 13220**

Formulaire à l'usage des techniciens et praticiens de la soudure autogène. In-8 (21 × 13) de 78 p. Paris, La Soudure autogène française, 29, rue Claude-Vellefaux (40^e), 1926. **Pièce 13221**

Guide du soudeur électrique. Notions d'électricité. In-18 (15 × 10) de 45 p., 22 fig. Paris, 1927. **Pièce 13222**

CHAMBRE SYNDICALE DE L'ACÉTYLÈNE, DE LA SOUDURE AUTOGENE ET DES INDUSTRIES QUI S'Y RATTACHENT. — **Normes françaises du carbure de calcium** (entrant en vigueur à dater du 1^{er} janvier 1924) suivies des Instructions de l'Office central de l'Acétylène et de la Soudure autogène pour le prélèvement d'échantillons de carbure de calcium destinés à l'analyse et pour les constatations relatives à l'état des fûts, aux poussières, corps étrangers, etc., et des Instructions pour les analyses de carbure de calcium. In-4 (27 × 20) de 7 p., 1 fig. Paris, 104, boulevard de Clichy. **Pièce 13223**

... — **Cahier des charges relatif à l'établissement, au conditionnement et au chargement des bouteilles ou récipients destinés à contenir, emmagasiner ou transporter l'acétylène dissous.** In-4 (27 × 20), de 4 p., 1 pl. Paris, 1925. **Pièce 13224**

... — **Cahier des charges pour la fourniture des récipients en acier, construits par soudure autogène au chalumeau, destinés à contenir des gaz comprimés, liquéfiés ou dissous.** In-4 (27 × 20) de 2 p. **Pièce 13225**

... — **Prescriptions générales relatives aux installations de soudure autogène et de découpage au chalumeau.** In-4 (27 × 20) de 8 p., 1 fig. **Pièce 13226**

... — **Circulaire concernant la réglementation des appareils producteurs d'acétylène et les dépôts d'acétylène dissous.** In-4 (27 × 20) de 2 p. **Pièce 13227**

... — **Projet de réglementation relative aux récipients métalliques destinés à l'emmagasinement et au transport des gaz comprimés, liquéfiés ou dissous.** In-4 (27 × 20) de 8 p. Paris, 1924. **Pièce 13228**

... — **Prescriptions et conseils pratiques relatifs aux appareils à acétylène.** Une feuille (53 × 40). **Pièce 13229**

... — **Prescriptions et conseils pratiques relatifs aux postes de soudure oxy-acétyléniques.** Une feuille (53 × 40). **Pièce 13230**

... — **Prescriptions et conseils pratiques relatifs aux postes de découpage par l'oxygène.** Une feuille (53 × 40). **Pièce 13231**

..

Don du Gouvernement général de l'Indochine, Agence économique, 20, rue La-Boétie, Paris (8^e).

GUILLAUME (A.). — **Les sols et le climat de la Cochinchine au regard de la culture de la canne à sucre** (*Publication de l'Agence économique de l'Indochine, n° XV*). In-8 (24 × 15) de 47 p., III pl., 1927. **Pièce 13232**

TRAN-VAN-HUU (M.). — **La riziculture en Cochinchine** (*Publication de l'Agence économique de l'Indochine, n° XVI*). In-8 (24 × 15) de 31 p., 1927. **Pièce 13233**

CARLE (ED.). — **Amélioration des riz de Cochinchine** (*Publication de l'Agence économique de l'Indochine, n° XVII*). In-8 (24 × 15) de 10 p., 1 pl., 1927. **Pièce 13234**

..

TER MEULEN (H.) et HESLINGA (J.). — **Nouvelles méthodes d'analyse chimique organique.** Traduit du hollandais par T. KAHAN. In-8 (25 × 16) de vi + 51 p., 22 fig. Paris, Dunod, 1927. **Pièce 13235**

VAUTIER (TH.). — **Recherches expérimentales sur la propagation du son dans un long**

tuyau cylindrique (Extrait des *Annales de Physique*, X^e série, tome VI, novembre-décembre 1926). In-8 (22 × 14) p. 311-408, 8 fig., IV pl. Paris, Masson et C^{ie} (*Don de l'auteur*).

Pièce 13236

ADAM (JEAN-HENRI). — **La France économique en 1926. Les industries électriques** (Extrait de la *Revue d'Économie politique*, mars-avril 1927). In-8 (25 × 16) de 31 p. Paris, Société anonyme du Recueil Sirey, 22, rue Soufflot (5^e), 1927 (*Don de l'auteur*).

Pièce 13237

RAZOUS (PAUL). — **La valeur de consommation et la valeur d'avenir des bois et forêts dans l'assurance contre les risques d'incendie**. In-8 (24 × 16) de 26 p. Paris, Dulac frères, 8, rue Lamartine (*Don de l'auteur, membre de la Société*).

Pièce 13238

BURGESS (GEORGE K.). — **On the estimation of high temperatures**. (A paper read at the Eleventh General Meeting of the American Electrochemical Society, in Philadelphia, Pa., may 2, 1907). In-8 (23 × 15) de 12 p.

Pièce 13239

LONGINESCU (G. G.) et CHABORSKI (M^{lle} GABRIELA). — **L'association moléculaire considérée comme phénomène de concentration molaire** (Communiqué en séance du 7 mars 1927 à la Société roumaine de Chimie, Bucarest). In-8 (33 × 15) de 39 p. Bucuresti, I. Copuzeanu, Str. Isvor 97, 1927 (*Don des auteurs*).

Pièce 13240

SECRÉTAIR (CH.). — **Sériciculture empirique et sériciculture rationnelle**. Rapport présenté au Congrès européen de la Soie, Milan, 3-4-5-6 juin 1927. In-8 (24 × 17) de 16 p. Alès, (Gard), Station séricicole.

Pièce 13241

SECRÉTAIR (CH.). — **Le mûrier** (*Publications agricoles de la Compagnie des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée*, n° 27). In-8 (21 × 13) de 48 p., 20 fig.

Pièce 13242

SERVICE DES RECHERCHES DE L'AÉRONAUTIQUE. — Communications présentées au 5^e Congrès de Chimie industrielle (4-11 octobre 1925) : **L'identification physico-chimique des carbures d'hydrogène**, par JEAN VILLEY et M. AUBERT, p. 2-4; **Étude physico-chimique de deux pétroles roumains**, par R. MOUTTE, p. 5-12; **Sur les températures critiques de solubilité de quelques hydrocarbures dans l'alcool benzylique. Application à l'analyse des essences de pétrole**, par M. AUBREÉ, p. 13-14; **Sur l'utilisation des dispersions de réfraction dans l'identification et l'analyse des essences**, par G. DIXMIER, p. 15-17; **Sur l'utilisation du pouvoir rotatoire magnétique pour l'identification et l'analyse des essences**, par M. JACOB, p. 18-20; **Sur les équilibres entre les mélanges de carbures et leurs vapeurs**, par M. JACOB, p. 21-22; **Les phénomènes d'auto-inflammation par compression adiabatique**, par A. PIGNOT, p. 23-25; **Recherches sur la stabilité des mélanges carburés utilisés dans les moteurs d'aviation**, par G. MAHOUX, J. MARTIN et L. PRAT, p. 27-28. Paris, Chimie et Industrie, 49, rue des Mathurins.

Pièce 13243

PORTEVIN (A.). — **Les essais mécaniques des fontes** (*Association suisse pour l'Essai des Matériaux. Rapport n° 3. — Rapport n° 17 du Laboratoire fédéral d'Essai des Matériaux*). In-4 (32 × 23) de 12 p., 3 fig. Zurich, Association suisse des Fonderies, 1926.

Pièce 13244

Carte du chemin de fer de Brazzaville à l'Océan, dressé par ordre de M. ANTONETTI, Gouverneur général de l'Afrique équatoriale française (107 × 76 cm).

Pièce 13245

PRÉFECTURE DE POLICE (2^e Division : 2^e Bureau). — **Rapport sur les opérations du Service d'Inspection des Établissements classés dans le Département de la Seine pendant l'année 1926**, présenté à M. le Préfet de Police par M. L. BRUNEL. Paris, Imp. Chaix, 1927.

Pér. 245

Mémorial des Poudres, publié par les soins du SERVICE DES POUDRES, avec l'autorisation du Ministre de la Guerre. — Tome XXII (3^e fascicule). Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 1926.

Pér. 223

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 Poitiers en 1926.** Section des Sciences. Paris, Imp. nationale, 1927. **Pér. 26**
- SERVICE TECHNIQUE DE L'AÉRONAUTIQUE. — **Bulletin technique**, n° 41 (avril 1927) : *Étude expérimentale des voitures tournantes*, par A. LAPRESLE, 37 p., 24 fig. Paris, 2, rue de la Porté-d'Issy (15^e). **Pér. 117**
- CHAMBRE DE COMMERCE DE PARIS. — **Compte rendu des travaux. Année 1926.** Tome I : *Commissions d'études*; Tome II : *Commissions administratives*. Paris, Librairies-Imprimeries réunies, 1927. **Pér. 148**
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. — DIRECTION DE L'AGRICULTURE. — OFFICE DE RENSEIGNEMENTS AGRICOLES. — **Statistique agricole annuelle, 1925.** Paris, Imp. nationale, 1927. **Pér. 242**
- ASSOCIATION PARISIENNE DE PROPRIÉTAIRES D'APPAREILS A VAPEUR. — **Bulletin annuel.** 52^e exercice, 1926. Paris, 66, rue de Rome. **Pér. 33**
- SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DU MAROC. — **Mémoires.** N° XIII (25 février 1926) : *Les Gnathiidæ.* Essai monographique (morphologie, biologie, systématique), par THÉODORE MONOD, 668 p., 277 fig., 1 pl. Bibliographie, p. 645-661. — N° XV (25 octobre 1926) fasc. II : *Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord*, par le Dr. R. MAIRE, 58 p., 2 fig. — N° XVI (31 décembre 1926) : *On another Ornithological Journey to Morocco in 1925*, par le Dr. ERNST HARTERT, p. 3-24; *Notes sur l'Ornithologie du Maroc*, par PAUL BÉDÉ, p. 23-150. Rabat, Institut scientifique chérifien; Paris, Émile Larose. **Pér. 469**
- SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE. — **Table générale des matières contenues dans les Bulletins de la Société de 1905 à 1924**, 126 p. Paris, 19, rue Blanche (9^e). **Pér. 313**
- CHAMBRE SYNDICALE DES FABRICANTS ET DES CONSTRUCTEURS DE MATÉRIEL POUR CHEMINS DE FER ET TRAMWAYS. — **Annuaire 1927-1928.** Paris, 7, rue de Madrid (8^e). **Pér. 399**
- ASSOCIATION DE L'INDUSTRIE ET DE L'AGRICULTURE FRANÇAISES. — **Assemblée générale tenue à Paris, le 13 juin 1927.** — **Annuaire des membres composant l'Association, 1927.** Paris, 6, rue du Général-Foy (8^e). **Pér. 70**
- ASSOCIATION AMICALE DES ANCIENS ÉLÈVES DE L'INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE (Ingénieurs-agronomes). Promotions 1876 à 1925. — **Annuaire.** Année 1927. Paris, 5, quai Voltaire (7^e). **Pér. 92**
- SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE. — **Annuaire de 1927.** Paris, 19, rue Blanche (9^e). **Pér. 313**
- COMITÉ CENTRAL DES HOUILLÈRES DE FRANCE ET CHAMBRE SYNDICALE FRANÇAISE DES MINES MÉTALLIQUES. — **Annuaire 1927.** Paris, 35, rue Saint-Dominique (7^e). **Pér. 237**
- SYNDICAT GÉNÉRAL DE LA CONSTRUCTION ÉLECTRIQUE. — **Annuaire 1927.** Paris, 92, rue de Courcelles (8^e). **Pér. 90**
- SOCIÉTÉ DES ARTS DE GENÈVE. — **Comptes rendus de l'exercice 1925-1926.** Genève. **Pér. 152**
- INSTITUT D'ÉGYPTÉ. — **Bulletin.** Tome VIII. Session 1925-1926. Le Caire. **Pér. 32**
- AUSTRALASIAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE (*Australia and New Zealand*). — **Report of the 17th Meeting, Adelaide, S. A. 1924.** Sydney, N. S. W., Elizabeth Street. **Pér. 51**

L'agent général, gérant,

E. LEMAIRE.

Goulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

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

LES SALAIRES ET L'ORGANISATION SYNDICALE

par M. ÉTIENNE VILLEY, *directeur du Groupe des Industries métallurgiques, mécaniques
et connexes de la Région parisienne.*

Cette étude a été suggérée par une brochure récemment éditée par la Fédération républicaine de la Seine sous le titre *Une organisation patronale moderne, le Consortium de l'Industrie textile de Roubaix-Tourcoing, ce qu'il est, ce qu'il fait* ⁽¹⁾. L'exposé de M. E. VILLEY sera éclairé par la reproduction préalable de l'*Avant-propos* de cette brochure et des passages de la *conférence* de M. DÉSIRÉ LEY relatifs à sa théorie des salaires.

AVANT-PROPOS DE M. A. DUFRESNE.

Le 28 avril 1927, au déjeuner mensuel de la Fédération républicaine de la Seine, où de nombreuses personnalités du monde industriel et financier avaient été conviées, M. Désiré Ley, administrateur-délégué du Consortium de l'Industrie textile de Roubaix-Tourcoing, fut invité à venir exposer les principes fondamentaux qui ont présidé à la création du Consortium, ainsi que les résultats obtenus à ce jour.

Cet organisme, qui avait été fondé après la guerre par quelques industriels, en compte aujourd'hui plus de trois cents qui versent annuellement à leurs ouvriers plus d'un demi-milliard en salaires. Le Conseil d'administration est composé de vingt-deux patrons représentant onze syndicats. Par contre la Direction est essentiellement ouvrière; c'est le fait saillant de la combinaison. J'extrait de la conférence de M. Ley les quelques phrases qui, selon moi, concrétisent la base de toute l'organisation: « Les patrons jugent toujours les ouvriers avec leur propre mentalité. L'industriel prête toujours aux ouvriers les sentiments, les aspirations qui sont en lui-même, mais il ignore que ce ne sont pas du tout ceux des ouvriers à qui il s'adresse... Nous avons pensé qu'il fallait aussi des spécialistes pour s'occuper des âmes, puisqu'il y en a bien pour s'occuper des outils et des machines. »

Le Consortium occupe quarante employés en tout. Au début, M. Ley disposa de quelques milliers de francs qui lui furent remis pour tenter pendant un an l'expérience préconisée d'une « collaboration du capital et du travail dont on parle toujours, mais qu'on n'a jamais réalisée, ni même étudiée sérieusement ». Aujourd'hui, le budget annuel du Consortium atteint 25 millions de francs.

(1) Cette brochure, de 31 pages, est en vente au prix de 50 centimes; elle a été éditée par les soins de la Fédération républicaine de la Seine, 36, rue du Mont-Thabor, Paris.

Le fait de la collaboration intime du capital et du travail, qui nulle part ailleurs n'a été aussi bien comprise, a donné les résultats suivants : de 2.800 conflits survenus à Roubaix-Tourcoing en 1919 et 1920, le chiffre est tombé à 7 conflits pour les six années qui suivirent.

Au moyen des sommes importantes recueillies, le Consortium, qui n'a que peu de frais généraux, est à même d'organiser les œuvres sociales puissantes des industriels du Nord. Peu à peu furent réalisés les allocations familiales, les allocations-maladie, le secrétariat social, l'aide aux anciens combattants, aux médaillés du travail, les associations de directeurs et de contremaîtres, l'entente avec les sociétés de secours mutuels, l'aide aux sociétés diverses composant la vie sociale, la maison d'enfants, en attendant que soient mises sur pied des retraites ouvrières dignes de ce nom.

Enfin, une lutte acharnée contre le communisme a anéanti son influence dans la région du Nord. M. Ley a fait l'expérimentation critique de la formule américaine, opposée à la désastreuse expérience moscoute. Alors que la première donne au pays la prospérité, l'autre sème partout la discorde et la ruine.

Tout ceci fut mené à bien malgré l'opposition systématique des organisations extrémistes, de droite comme de gauche, dont le principe est l'opposition des classes avec la violence comme moyen d'action. Tirons notre conclusion de la plume même d'un critique virulent du Consortium et de ses dirigeants : « La suprême habileté a consisté à créer ces œuvres sociales qui rendent vraiment des services et qui, si elles étaient appliquées avec un véritable sens social et non point pour asseoir la domination d'une caste, permettraient de bâtir une des solides assises de l'Etat moderne. » La caste c'est sans doute l'entente nouvelle du capital et du travail !... Les dirigeants du Consortium souhaitent la voir réussir « en opposant aux théories de violence, la bonté ».

L'action poursuivie par le Consortium a été comprise des patrons et des ouvriers. Et, tout dernièrement, le monde des fonctionnaires s'est laissé lui-même toucher par les résultats obtenus. Le Consortium a vu venir à lui M. Pierre Boulin, Inspecteur divisionnaire du Travail pour le Nord, le Pas-de-Calais et la Somme, commandeur de la Légion d'honneur. Quittant l'administration pour entrer dans l'organisation patronale le 2 mai 1927, M. Pierre Boulin a écrit à ce sujet :

« Quand M. Ley est venu me trouver en me disant : J'ai besoin de votre vieille « expérience, de vos habitudes administratives, de votre nom, de votre concours « enfin, d'abord pour prouver que je n'ai pas fait d'action personnelle, et, ensuite « parce que j'ai besoin d'un point de contact pour me joindre à ce que l'Etat fait de « bien et à ce qu'il veut entreprendre de raisonnable », j'ai accepté.

« J'aurais peut-être mieux aimé que ce langage me fut tenu par des associations ouvrières. Cependant, j'ai confiance et peut-être rendrai-je plus de services en collaborant à l'œuvre patronale. »

Nous avons cru faire œuvre de bons Français en démontrant une fois de plus, par la propagation d'idées nouvelles, par celle de résultats acquis, que l'initiative privée dans l'ordre social peut se substituer avantageusement à celle de l'Etat. C'est l'unique but de cette brochure. Puisse-t-elle porter des fruits !

AUGUSTIN DUFRESNE,
président de la Fédération républicaine de la Seine.

EXTRAITS DE LA CONFÉRENCE DE M. DÉSIRÉ LEY SUR LE SALAIRE MOYEN.

... Nous avons cherché, pour le salariat, une formule nouvelle qui ne nous aurait pas fait subir ce que, nous, ouvriers, avons subi avant la guerre avec le salaire minimum, le travail au temps, aux pièces, etc... On pouvait, croyons-nous, parler salaires sans aller chercher des exemples en Angleterre ou en Amérique, sans parler non plus des systèmes Rowan et des systèmes Westley, inapplicables dans l'industrie textile.

Nous avons créé le « salaire moyen ». Nous avons dit aux ouvriers : « Au lieu de nous battre sur des questions de tarifs que l'on voudrait appliquer au travail que vous faites, avec toutes leurs complications, avec les erreurs du passé où les primes et surprimes diminuaient quand la production augmentait, nous vous disons simplement : nous allons rémunérer la profession. Que doit gagner le tisserand ? Le fileur ? Mettons-nous d'accord sur cette formule, fixons un chiffre. Ne vous préoccupez plus d'autre chose. »

Le salaire appartient à l'ouvrier, le tarif qui doit faire gagner son salaire appartient au patron. Lorsque nous saurons ce que vous devez gagner, l'industriel s'arrangera pour que vous le gagniez. Le jour de paie, nous totaliserons, sur les livres du patron, les salaires payés aux ouvriers d'une même catégorie, nous totaliserons les heures de travail, nous diviserons le total des salaires par le total des heures, et il faudra obligatoirement que le quotient soit égal au salaire fixé. Vous aurez ainsi la garantie que vous aurez travaillé, que la somme convenue a été réellement décaissée par l'industriel.

Pour toutes les professions nous avons créé le salaire moyen. Nous savions bien à quoi il tendait. S'il apporte toutes garanties à l'ouvrier, il est aussi à l'avantage du progrès industriel. Nous savions, par exemple, que lorsque nous disions que le salaire moyen devait être de 2 fr 25 pour les fileurs de laine (en 1919), il existait des renvideurs de 630 broches dans des usines et que dans d'autres il n'y a que des renvideurs de 450 broches.

Pour les uns comme pour les autres, le salaire moyen doit être atteint. Car ce n'est pas la faute de l'ouvrier si le matériel n'est pas modernisé et s'il ne travaille pas sur des machines de 630 broches. Ce n'est pas lui qu'on doit rendre responsable des écarts qui existent dans l'exemple donné. Ce n'est pas de sa faute si le patron n'a pas les capitaux nécessaires pour moderniser son outillage. L'ouvrier n'a que son salaire pour manger et l'industrie qui ne peut pas nourrir les ouvriers n'a qu'à disparaître.

Voilà le langage que nous avons tenu en 1919. Vous allez comprendre ce qui devait obligatoirement se produire : les industriels dont le matériel avait été modernisé, et qui étaient tenus par le salaire moyen, y trouvaient leur avantage ; mais l'industriel dont le matériel était démodé parce qu'il manquait de capitaux, ou pour une cause quelconque, y trouvait de grands inconvénients. Il était en quelque sorte sanctionné, et par une sanction immédiate réellement efficace. C'était l'augmentation du prix de revient parce que tous les patrons, quel que fût leur matériel, étaient tenus à payer le même salaire moyen. Cela a fait faire plus de progrès à l'organisation industrielle en neuf ans que cinquante ans de belles paroles, de beaux livres, ou de beaux exposés de méthodes.

Mais ce système n'a pas été compris tout de suite, ni des ouvriers, ni des patrons. Tous les Français s'étaient jetés dans les bras du syndicalisme, mais personne n'avait l'esprit syndicaliste. Les engagements pris par les « bonzes » autour d'un tapis vert ne pouvaient avoir d'effets que si les troupes étaient suffisamment disciplinées et si ces bonzes avaient l'autorité nécessaire sur ces troupes. Mais les syndicats sont menés par des militants locaux qui se moquent de ce dont les grands chefs ont pu convenir.

Lorsque notre système a commencé à fonctionner nous avons eu des industriels qui prétendaient que si le salaire moyen n'était pas atteint chez eux c'est parce que leurs ouvriers n'étaient pas de bons producteurs. Nous avons eu aussi des ouvriers qui prétendaient avoir droit au salaire moyen en tout état de cause, quel que fût leur travail, et qui transformaient ce salaire moyen en salaire minimum.

Avec les patrons, il a suffi de leur indiquer les raisons supérieures qui justifiaient la stricte application des conventions. Mais avec les ouvriers — mal conseillés par leurs syndicats — ce fut plus difficile.

Cependant, il était indispensable de maintenir notre méthode et de la faire appliquer avec toute la force nécessaire pour qu'elle porte ses fruits et pour que l'ordre remplaçât le désordre.

Nous avons connu, à Roubaix-Tourcoing, du 1^{er} juin 1919 au 31 décembre 1920, pour nos 347 usines, 2.800 conflits ou différends. Nous en avions 5 à 6 par jour ! Nous avons alors renforcé l'Organisation patronale, nous avons pris des mesures de défense, nous avons arrêté une véritable législation.

Nous avons dit : dans les usines où le salaire moyen est effectivement gagné, si le patron n'a commis aucun abus, si l'ouvrier n'est victime d'aucune injustice, la grève sera déclarée « injustifiée ». Il y sera apporté la résistance la plus absolue. Et pour que les industriels puissent résister, nous avons pensé qu'il ne fallait pas les laisser seuls devant la puissance syndicaliste ouvrière. Nous avons donc créé, pour tous les cas de grèves injustifiées, l'armature suivante :

Les ouvriers en grève ne seront embauchés dans aucune usine concurrente; nous garantirons les cours des matières premières immobilisées, et nous fournirons, à l'industriel en grève, autant de mètres de tissus ou autant de kilos de laine qu'il en produisait normalement. Nous lui verserons, en outre, une indemnité de grève qui sera égale à 150 p. 100 des salaires payés chez lui.

Nous n'avons aucun abus à craindre de ce côté. Le jour de la déclaration de grève, l'industriel signe, entre les mains de celui qui vous parle, un plein pouvoir pour diriger son affaire suivant les règles adoptées par l'Organisation patronale.

Le jour de la fin de la grève ne dépend pas du patron, mais bien de son Organisation. Le jour où les ouvriers acceptent de rentrer au travail, ils acceptent donc, en quelque sorte, que la justice soit appliquée, puisque le salaire moyen est atteint; l'Administration de l'Organisation patronale déclare la grève terminée.

Aucune grève, quelle que fût sa durée, n'avait de chance de réussite devant ce que je viens de vous indiquer. Le résultat de notre action a été le suivant : du 1^{er} janvier 1921 au 28 avril 1927, nous n'avons connu que 7 conflits, alors que nous en avions 2.800 du 1^{er} juin 1919 au 31 décembre 1920.

Je dois vous dire que ce sont mes collaborateurs qui, surtout, ont rendu possible cette discipline patronale que je viens d'invoquer devant vous. Si les contrôles auxquels ils se livraient avaient été exercés par des ronds de cuir ou des employés accomplissant un unique rôle d'inquisiteur, vous comprenez de reste que cela n'aurait pas duré trois mois. Mais chez nous, le patron attend des collaborateurs du Consortium les conseils qui lui sont utiles. Le patron sait que, s'il les suit, il sera toujours couvert par l'Organisation patronale. Il sait aussi que mes collaborateurs, lorsqu'ils se présentent chez lui, viennent d'autres usines, qu'ils ont une idée générale sur ce qui se passe et qu'il peut se fier à eux.

Comme résultat, les trois industriels du début, adhérents au Consortium de l'Industrie Textile, sont devenus 347, les 840 ouvriers que nous devions contrôler sont devenus 80.000. Les salaires payés dans les usines du Consortium se sont élevés à 518 millions de francs en 1926.

DÉSIRÉ LEY,

administrateur-délégué du Consortium de l'Industrie textile de Roubaix-Tourcoing.

EXPOSÉ DE M. ÉTIENNE VILLEY SUR LES SALAIRES ET L'ORGANISATION SYNDICALE.

La presse a publié le discours substantiel prononcé par M. Ley, à Paris, le 28 avril dernier au déjeuner de la Fédération républicaine de la Seine, sur l'organisation et les méthodes du Consortium du Textile de Roubaix-Tourcoing.

Cet exposé constitue une monographie particulièrement attachante; elle présente, en un ensemble harmonieux, le mécanisme de la fixation des salaires et l'élaboration des œuvres de solidarité sociale, comme l'application progressive d'un principe de collaboration patronale et ouvrière, qui caractérise la constitution du Consortium.

Il nous paraît intéressant de saisir l'occasion de cette publication, pour mettre en relief l'extrême complexité du problème de la fixation des salaires, et insister sur la très délicate question du rôle des syndicats en cette matière.

Cette étude fera toucher du doigt combien diverses et nuancées doivent être, et sont, en fait, les solutions des questions sociales. Ces solutions varient avec les régions et les industries où elles doivent intervenir; elles varient

aussi avec les hommes auxquels revient la charge de les élaborer et de les appliquer. Il vient dès lors tout naturellement à l'esprit des représentants des organisations syndicales, journallement et intimement mêlées à ces difficiles élaborations, d'évoquer les formes différentes que revêtent les réalisations acquises, perpétuelles esquisses sans cesse remises sur le métier en vue de leur perfectionnement. Il ne s'agit en rien, bien entendu, d'opposer des systèmes, et encore moins de critiquer des politiques : tous les artisans du mieux-être social sont de bons ouvriers du moment qu'ils enregistrent des résultats conformes à leur idéal. Il s'agit seulement, et au contraire, de montrer que la politique sociale, et en l'espèce la politique sociale du patronat, est diverse et suffisamment souple pour s'adapter à des situations et à des milieux dissemblables.

La conclusion qui se dégagera de ces observations sera dès lors, une fois de plus, la condamnation des solutions uniformes et rigides, c'est-à-dire des solutions inspirées des tendances étatistes. Sur le terrain qui nous occupe, comme sur tant d'autres, les syndicats ont prouvé que la libre initiative est seule capable d'assurer les nuances et les dosages qu'appelle, dans son extrême complexité, l'Économie moderne.

* * *

Posons et légitimons d'abord, pour la clarté de ces explications, une affirmation de principe. Il n'existe pas, au moins dans l'état présent de l'organisation du travail et étant donnée la mentalité dominante des milieux intéressés, de formule objective et générale, permettant de régler sans discussion la question des salaires dans tous les cas.

La seule critique que nous nous permettrions de l'exposé de M. Ley est que cet exposé a pu donner à penser, que la « formule nouvelle », à laquelle il a fait allusion, présentait précisément ce caractère de généralité, lui conférant la valeur d'une thèse économique d'ordre doctrinal. Critique de pure forme, car nous ne doutons pas que telle n'a pas été la pensée de l'auteur.

Parmi les éléments qui influent sur le salaire, les deux plus importants agissent en sens contraire : d'une part, la valeur commerciale du travail fourni, comprimée par la concurrence, et, d'autre part, les besoins du salarié, besoins que celui-ci a une tendance légitime à développer. Il s'agit donc de déterminer la résultante de ces deux forces. Sur ce terrain, il est très exact de déclarer que « le salaire appartient à l'ouvrier et le tarif au patron », si l'on entend par là que l'ouvrier est le juge naturel de ses besoins et que le patron est le juge naturel de la valeur commerciale du travail fourni. *Cette constatation emporte comme conclusion que la fixation du salaire est inéluctablement le résultat d'un débat dans lequel s'opposent les deux éléments considérés.* Ceci est vrai depuis qu'il existe des patrons et des ouvriers.

L'idée s'est fait jour, depuis longtemps déjà, de tourner la difficulté en mettant en fonctionnement des organisations au sein desquels fût assurée la représentation conjointe de ces tendances opposées : ainsi chacune de celles-ci pourrait jouer suivant son influence normale dans les études et solutions à intervenir. Les voies employées ont été diverses. Le *Bulletin du Ministère du Travail* rapporte périodiquement la statistique des *syndicats mixtes* créés dans le cadre de la loi de 1884. La formule adoptée par le consortium de Roubaix-Tourcoing est différente, et d'ailleurs originale. Sous des modalités d'application variables, il s'agit, dans tous les cas, d'obtenir l'adhésion des différents éléments de la production à des décisions communes.

Cette procédure est réalisable et fonctionne de façon satisfaisante dans certains cas particuliers : l'expérience du consortium en est une nouvelle preuve. Mais force est bien de reconnaître qu'elle n'est pas présentement susceptible de généralisation.

La première raison de cet état de choses réside dans le crédit que rencontre encore la théorie néfaste de la lutte des classes. Celle-ci conduit le monde du travail à considérer *a priori* que le patron est un ennemi avec lequel on ne traite pas, que toutes ses suggestions sont basées sur une arrière-pensée de lucre et d'exploitation, en sorte qu'on ne peut lui arracher que par la force les avantages légitimes dus à la participation ouvrière dans l'œuvre de la production. Tous ceux qui suivent ces questions savent à quel point cette mentalité imbécile et négative s'est incrustée et généralisée et quels obstacles elle dresse à tout effort de collaboration.

Le monde patronal regrette vivement d'avoir à enregistrer une telle constatation, mais elle s'impose avec évidence. Il préférerait à bien des points de vue, et notamment au point de vue de l'intérêt de la production, que la bonne entente et la collaboration remplaçassent la défiance et la lutte à l'état latent. Il a donné des preuves de sa bonne volonté; il ne perd pas l'espoir en des jours meilleurs, où la raison l'emportera; mais il ne peut pas ne pas constater que le moment n'est pas venu. Voilà en quels termes, le plus habituellement, se pose du point de vue formel, le problème de l'étude en commun des salaires.

Il faut ajouter d'ailleurs, et quant au fond, que, si l'on cherche à analyser la notion du besoin normal ou du besoin courant, on se rend compte que cette notion est extrêmement difficile à saisir et à définir. En fait, les besoins varient avec les individus; ils sont conditionnés par l'éducation et par le tempérament de chacun, par le milieu et le lieu de l'habitat, voire par le moment où la question est envisagée : le désir universel de mieux-être se manifeste dans des voies différentes, qui exigent des moyens de satisfaction inégaux. Tel s'oriente vers la satisfaction des besoins de confort matériel, tel autre vers la satisfaction des besoins d'ordre intellectuel ou artistique, tel autre encore vers la satisfaction de préoccupations de prévoyance.

Force est bien, dans la pratique, de réduire toutes ces aspirations à une mesure moyenne. Mais cette réduction est, comme la détermination de toutes les moyennes, purement empirique, et, par définition même, forcément inexacte pour des séries de cas particuliers.

Cela est si vrai que nous voyons apparaître des divergences graves sur ce point, entre syndicats ouvriers, c'est-à-dire entre organes spécifiquement désignés pour connaître de ces questions. *Si l'unité d'appréciation ne peut être réalisée entre organismes essentiellement ouvriers, comment pourrait-on prétendre à l'obtenir par la décision d'un organisme patronal, quelles que soient les précautions prises dans la constitution de cet organisme?*

On se rendra compte de la complexité quasi inextricable de ce problème de la détermination des besoins ouvriers, si l'on réfléchit que cet élément de la fixation du salaire, n'est pas indépendant de l'autre élément (la valeur commerciale du travail fourni) : le premier réagit sur le second. En effet, le désir qu'éprouve l'ouvrier d'augmenter sa capacité de consommation ne se traduit pas seulement par des demandes d'augmentation de la rémunération de son travail : il se traduit aussi par des efforts supplémentaires qui comportent un meilleur rendement de son labeur (et partant une élévation individuelle de son salaire). Quelle mesure choisira-t-on du travail fourni (commandant un salaire déterminé) comme correspondant au « besoin normal »? Là encore,

sans doute, on s'arrêtera à une moyenne : on raisonnera sur le « rendement moyen » : nouvelle approximation, nouvelle source d'inexactitudes.

Cette dernière considération nous conduit à une observation plus générale, qui nous ramène, d'ailleurs, à notre point de départ. Les deux facteurs, économique et social, qui régissent la fixation du salaire sont indissolublement liés. Même si l'on imaginait une méthode parfaite de détermination des besoins ouvriers, le problème ne serait pas encore résolu. Ce que nous venons de dire des réactions des besoins sur le rendement individuel prouve que le désir d'améliorer sa situation au delà de la moyenne, peut pousser l'exécutant à un rendement supérieur à la moyenne : il serait lamentable de comprimer cette source de production et de mieux-être social. Inversement, et quelque pénible que soit cette constatation, il faut bien reconnaître qu'il n'est pas toujours possible d'établir le salaire à un taux tel que les besoins ouvriers soient, à chaque instant, satisfaits de façon normale. Les difficultés que traverse l'industrie depuis la guerre, tant en France qu'à l'étranger, prouvent qu'à certaines époques de crise, la paralysie des affaires est telle que le travail peut être momentanément déprécié. Que signifie de s'engager solennellement à pratiquer un salaire satisfaisant à telles et telles conditions fixées d'avance, si la consommation s'arrête, comme en 1921 et en 1926, et que les marchandises restent pour compte au fabricant? La valeur de ces observations est prouvée par *l'impossibilité absolue où s'est trouvée l'industrie d'organiser un régime automatique d'échelle mobile des salaires.*

* * *

Ces considérations d'ordre général permettent de saisir pourquoi le mécanisme technique exposé par M. Ley n'est pas susceptible d'être transposé dans des domaines autres que celui pour lequel l'auteur a raisonné.

La base du système est la fixation du salaire moyen « par profession »⁽²⁾. L'unité devient l'équipe professionnelle au sein de l'établissement. Il est expliqué que le salaire moyen de la profession doit se retrouver à chaque instant dans chaque établissement.

Pour étayer ce principe, M. Ley est obligé de supposer un état d'homogénéité parfaite des conditions d'exploitation de la profession dans tous les établissements. Il spécifie même que son point de vue comporte la disparition de ceux qui ne peuvent se mettre à la parité de leurs collègues.

Cette situation peut correspondre à certains cas particuliers. Le plus généralement, il apparaît impossible d'admettre que tous les établissements d'une industrie donnée se trouvent à un état d'identité absolue, non seulement quant aux moyens de production (situation géographique de l'exploitation, amenée des matières premières, méthodes de direction et d'exécution, outillage), mais encore quant aux conditions et installations de vente en France et à l'étranger : car le raisonnement, pour tenir, postule ces conséquences. A supposer même que ce résultat pût être réalisé à un moment, il ne durerait pas longtemps : car le souci du progrès pousse chacun à améliorer de son mieux sa propre installation : le chef d'entreprise s'adresse aux meilleurs techniciens, aux meilleurs ingénieurs qu'il peut trouver pour l'aider en ce sens. Il ne peut pas ne pas résulter de ces efforts, des décalages

(2) Nous précisons que, dans tout le développement qui suit, nous entendons par « profession » l'objet de l'activité d'un ouvrier déterminé et non pas l'objet des fabrications d'un établissement qui, presque toujours, implique le concours de plusieurs professions : si l'on veut un autre terme nous entendons par « profession » la *catégorie professionnelle*.

relatifs, qui se trouvent sans doute plus ou moins rattrapés avec le temps, mais qui empêchent l'identité à tout instant.

Par ailleurs, exiger que le salaire moyen de la profession se retrouve à chaque instant dans chaque établissement, c'est supposer que la répartition du personnel de cette profession entre : ouvriers bons, ordinaires et médiocres, est, au sein de chaque établissement, perpétuellement dosée avec une précision telle, qu'on obtient entre tous les établissements un état d'identité absolue, quant à la valeur moyenne de leurs équipes dans la profession envisagée; et il faudra que les mutations du personnel, si fréquentes aujourd'hui, respectent constamment ces dosages... Non seulement, il est absolument invraisemblable pour nombre d'industries, que ceux-ci puissent être strictement respectés, mais encore la nature même des travaux exécutés, rendra parfois un tel objectif indésirable; telle fabrication ou telle organisation individuelle du travail peut obliger à recourir à une équipe sélectionnée de telle ou telle profession, alors que dans d'autres fabrications ou d'autres organisations du travail, il sera loisible d'employer la gamme entière des exécutants, bons, ordinaires et médiocres de cette profession⁽³⁾.

On voit quelles réserves appelle la pratique du « salaire moyen » conçue comme règle obligatoire.

Supposons, en effet, un établissement où la composition du personnel de telle profession est supérieure à la moyenne. Cet établissement n'en sera pas moins porté à s'en tenir au « salaire moyen » supposé accepté par les ouvriers de la profession. Il faut même dire qu'il ne pourrait guère agir autrement, car s'il élevait ses salaires, il provoquerait les réclamations des ouvriers des autres établissements, qui exigeraient bien logiquement, une révision de la définition du salaire, et tout l'édifice du « salaire moyen de la profession » croulerait. Qui ne voit qu'un tel état de choses est profondément injuste, et d'ailleurs regrettable au point de vue de l'encouragement au rendement? C'est une nouvelle « loi d'airain »...

Supposons, maintenant un établissement où la composition du personnel de telle profession est inférieure à la moyenne. Cet établissement va se trouver, dans le système envisagé, obligé de pratiquer un salaire excessif eu égard au rendement réel de la main-d'œuvre. Ce salaire sera versé au détriment de dépenses qui auraient pu être consacrées à des procédés de progrès, permettant à cet établissement de retrouver par ailleurs un standard de production normal. Bien plus, il est possible que ce salaire ne puisse pas être versé. Il est aisé de citer des cas où l'organisation du travail, commandée par un état donné de concurrence, est basée sur l'utilisation d'une main-d'œuvre médiocre, compensée par un excellent outillage. Par définition même, cette main-d'œuvre ne peut être utilisée que dans le cadre prévu pour la recevoir et au taux de sa valeur réelle. L'intérêt des ouvriers exige-t-il que, par le jeu d'une définition inexorable, cette main-d'œuvre inférieure ne puisse être nulle part employée⁽⁴⁾?

Le raisonnement que nous venons de tenir en ce qui concerne les diffi-

(3) Cette observation s'applique notamment dans le cas suivant. Supposons un établissement de mécanique doté d'un outillage très perfectionné en vue de la production en grandes séries. Le personnel *régleur* de cet établissement prend une importance particulière : le rôle du machinisme dans la fabrication est tel que le principal du succès repose sur ce personnel, qui doit, dès lors, être sélectionné.

(4) Dans l'exemple que nous avons exposé dans une précédente note (Voir le *Bulletin* de juin 1927, p. 436), le personnel *d'exécution* correspond, précisément, à cette prévision. Le perfectionnement du machinisme permet l'utilisation d'une main-d'œuvre de qualité moindre, qu'on désigne, dans les industries mécaniques, du nom caractéristique de « manœuvres spécialisés ».

cultés afférentes à des inégalités de composition des équipes professionnelles, s'applique de la même façon aux cas où les inégalités entre établissements proviennent d'autres causes, quelles qu'elles soient. Nous répétons que, dans une industrie donnée, le progrès se manifeste irrégulièrement et non pas chez tous les producteurs au même instant : la concurrence agit sur les établissements, comme le chien du berger, travaillant à ramener sans cesse les retardataires vers le gros du troupeau, qui compte aussi des unités d'avant-garde.

Des retardataires, qui ne peuvent rejoindre le gros du troupeau, M. Ley dit : « tant pis, qu'ils disparaissent ! » Ici encore, nous répondons : règle énergique qui peut être opportune dans tel compartiment défini, mais qui n'est certainement pas, dans l'état actuel des choses, susceptible de généralisation : car ce résultat, s'il prend une certaine consistance, contribuera, lui aussi, à ruiner l'édifice du « salaire moyen de la profession ». Les ouvriers de ces établissements allègrement supprimés vont venir sur le marché de la main-d'œuvre de la profession : leur présence bouleversera les prévisions antérieures : car nulle force, nulle organisation n'empêchera qu'indépendamment des autres facteurs qui agissent sur la rémunération du travail, l'abondance de la main-d'œuvre ne fasse baisser les salaires comme l'insuffisance de la main-d'œuvre les fait monter. Et quels seront les établissements atteints par cette procédure tranchante qui exige la mise immédiate au pas des mieux outillés ? Ce seront surtout ceux qui ne disposent pas du crédit suffisant pour procéder sur-le-champ aux immobilisations nécessaires au perfectionnement technique. Parmi ces victimes, nous discernons, entre autres, les petits patrons nouvellement établis, les ouvriers, les contremaîtres, les ingénieurs qui, à force de persévérance, de volonté et d'économies, sont parvenus à réaliser une installation modeste, laquelle ne constitue qu'une première étape. Nous connaissons des entreprises qui font honneur à la production française et qui ont commencé sur ces humbles bases. Dans le système préconisé, ces possibilités d'ascension sont interdites aux sujets d'élite qui prétendraient s'engager dans la lutte avec, pour principal bagage, leurs connaissances, leur énergie et leur audace : est-il de l'intérêt des ouvriers de leur interdire ces perspectives ?

* * *

On voit ainsi apparaître, à l'examen de l'aspect technique du problème du salaire, la dissociation qui s'impose entre les différentes branches de l'activité productrice. Celles-ci comportent un standing radicalement dissemblable à divers points de vue, et notamment au point de vue du degré de complexité du travail.

Si l'on aborde, maintenant, la question du rôle du syndicat dans la fixation du salaire, on ne s'étonnera pas de retrouver également des situations très diverses qui exigent des principes d'action syndicale également divers.

Le rôle du syndicat est évidemment considérable dans le système décrit par M. Ley. Son exposé a très nettement mis en relief la puissance de l'organisme qui impose ses décisions de salaires : les développements consacrés à la protection des établissements en grève sont significatifs à cet égard. Qu'est-ce à dire sinon que le consortium, ayant fixé aussi équitablement que possible les taux des salaires, sait faire respecter ces fixations ? Il a acquis une autorité qui rend toute résistance difficile, résistance patronale comme résistance ouvrière, en sorte que des conflits sont évités pour cette raison que, souvent, ceux qui auraient l'intention de les soulever, sont découragés.

d'avance. Il est juste d'ajouter que, dans la réalisation de cet état de fait, le consortium a pu profiter de l'influence personnelle et attractive d'un collaborateur spécialement doué et énergique.

Dans quelle mesure cette procédure est-elle transposable dans d'autres industries? Jusqu'à quel point peut-on concevoir une organisation générale du travail, dans laquelle les syndicats fixeraient et imposeraient la tarification des salaires?

Nous touchons là l'un des points les plus délicats de l'activité des groupements professionnels. Ceux-ci tendent évidemment, de façon chaque jour plus précise, à devenir les organes qui représentent les professions, et sont qualifiés pour intervenir dans la fixation des règles professionnelles, en utilisant, dans les cadres de la légalité, des moyens de coercition. Cette situation est acquise sans conteste pour toute une série de questions : celles, par exemple, qui intéressent la technique de la fabrication et des échanges. Le domaine de la rémunération du travail, parce qu'il comporte les complications que nous avons exposées, résiste à la procédure simple des décisions uniformes : il faudra du temps et une sensible évolution des esprits et des conditions du travail, pour que cette procédure s'y installe complètement comme dans les autres domaines.

Sans doute peut-elle, dès à présent, fonctionner lorsque l'exécution du travail revêt des formes très simples. Il ne faut pas se leurrer, d'ailleurs, sur le degré de perfection auquel elle parviendra : elle est, par définition même, imparfaite, puisqu'elle se base sur des moyennes, sur des approximations : elle n'évitera donc pas complètement les heurts et les conflits. Du moins apportera-t-elle un état de fait mieux ordonné dans l'ensemble.

Mais les cas dans lesquels l'exécution du travail revêt des formes simples, ne sont pas ceux que l'on rencontre le plus habituellement. Imagine-t-on la tâche formidablement complexe imposée aux syndicats, dans le système de M. Ley, lorsqu'une industrie ne présente pas l'uniformité relative des installations et des moyens de fabrication qui se rencontre dans le textile? Qu'on prenne, par exemple, l'industrie des métaux. Le travail y revêt des modalités et des nuances infiniment variées; on y peut distinguer quelque 200 professions différentes; encore que chacune de ces professions ait un standing caractéristique, elles ne peuvent pas, cependant, ne pas réagir à quelque degré les unes sur les autres; chacune, d'ailleurs, compte toute la série des exécutants, depuis les mains les plus fines jusqu'aux mains les plus médiocres, les uns et les autres pouvant être affectés à des catégories de travaux qui exigent des capacités diverses; l'organisation des fabrications présente toute la gamme qui va de l'usine de plusieurs dizaines de milliers d'ouvriers au modeste atelier de quelques compagnons.

Il existe d'autres sources de complications. On pourrait établir que ce problème des définitions de salaires, imposées syndicalement, varie d'aspect suivant que la main-d'œuvre entre pour une part plus ou moins considérable dans le prix de revient : la décision sera plus aisément formulée et appliquée dans les fabrications où la main-d'œuvre n'est qu'un élément peu important du prix de revient.

Parfois, sans doute, même dans les branches industrielles caractérisées par cette complexité des fabrications et des éléments qui influent sur le prix de revient, il peut se rencontrer des situations simples qui permettent au Syndicat d'arrêter une ligne de conduite commune à tous les associés. Lorsque les conditions du travail varient de façon identique, au même moment, dans tous les Établissements contrôlés, il est loisible et il peut être utile de définir,

sous forme de décision collective, l'attitude de ces Etablissements. Mais le concours de circonstances qu'exige cette procédure ne se rencontrera qu'exceptionnellement.

Le plus généralement, tout au moins dans les conditions actuelles de l'organisation du travail et compte tenu de l'état d'esprit qui en résulte, le syndicat ne devra pas entrer dans la voie des décisions précises et rigoureuses, définissant de manière impérative les taux de salaires. Dans les hypothèses courantes, la rémunération du travail est une matière trop complexe, trop influencée par des contingences diverses, pour se prêter à de telles définitions. *Il faut, dans l'obtention des décisions, une collaboration intime entre l'employeur et le salarié*, échangeant directement leurs éléments respectifs d'appréciation, éléments dont certains sont propres à chaque entreprise.

Que devient alors le rôle du syndicat? Il devra s'employer à conseiller individuellement les associés, à leur apporter les éléments d'appréciation qu'il tire de la vue d'ensemble qu'il a, à les informer, à les documenter avec le plus de précision possible.

L'un des éléments de cette documentation consistera, en ce qui concerne la question des salaires, dans l'indication du « salaire moyen de la profession », mais en prenant le mot dans une acception très différente de celle qu'a présentée M. Ley. Le « salaire moyen » ne fournira pas une formule objective, s'imposant sans discussion. La notion même du « salaire moyen » implique moins une définition qu'une constatation. Il servira comme base d'appréciation : il apportera, dans l'inévitable discussion du salaire, un commencement de précision qui a la force du *plerumque fit*.

Certains groupements, qui ont ainsi compris leur rôle d'information, voulant donner à celle-ci une forme plus réelle, serrant de plus près les faits complexes qu'il s'agit de traduire, ont été au delà du « salaire moyen » exprimé par un chiffre unique : ils se sont efforcés d'établir une *marge de salaires moyens*, faisant ressortir les principaux repères des différentes qualités de main-d'œuvre dans chaque profession.

Lorsque, au moins pour un temps et dans une phase transitoire, les circonstances imposent ainsi à l'action syndicale un rôle moins complet, moins défini, moins précis, ce rôle dans l'évolution industrielle ne s'exprime plus par le développement d'une formule simple dont le maître et l'animateur exclusif est le groupement professionnel. L'action individuelle des patrons, comme celle des ouvriers, d'ailleurs, a conservé sa place : le groupement intervient pour la guider, la stimuler, la coordonner, la rectifier. Dans le domaine de la fixation des salaires, le groupement que nous avons supposé réunir une documentation précise sur la situation acquise dans les professions qu'il contrôle, dira à ses adhérents :

« Considérez cette documentation comme le point de départ de votre étude du salaire normal : appréciez la situation de vos fabrications par rapport à celles de vos collègues; pesez les considérations spéciales qui peuvent, soit de votre part, soit en raison de la situation de votre personnel, conduire à une pratique des salaires un peu différente, dans un sens ou dans l'autre, de la moyenne arithmétique. Autrement dit, *placez-vous au point de la marge des salaires moyens, qui correspond aux éléments dont votre production doit tenir compte.*

« L'évolution qui modifiera cette base obéira à deux directives.

« Au point de vue économique, vous devez améliorer votre organisation du travail : vos groupements professionnels concentrent, aussi complètement qu'ils le peuvent, les éléments d'information qui vous aideront à per-

fectionner la technique des installations et les formules de rémunération du travail correspondantes : vous devez vous inspirer de cette documentation dont la mise en œuvre profitera à l'ensemble de l'entreprise, exécutants compris, car elle comporte le moyen pour eux d'augmenter leurs ressources.

« Au point de vue social, vous devez vous soucier de l'amélioration du sort des ouvriers : une telle amélioration fait partie intégrante du progrès industriel. Malgré l'instabilité des conditions des fabrications, qui rendait si délicate toute charge du prix de revient, nous n'avons pas voulu attendre pour entrer dans cette voie : nous avons créé l'allocation familiale, qui constitue pour l'ouvrier un supplément de ressources particulièrement heureux, parce que proportionné à ses besoins; nous avons greffé sur cette institution toute une série d'extensions d'ordre social, qui ont rencontré le succès auquel nous sommes heureux d'assister et procuré d'inappréciables bienfaits dans les milieux de nos industries.

« Tout ce mouvement reprend, en l'accentuant, la tendance à l'amélioration du sort de l'ouvrier, qui caractérise et doit caractériser l'évolution industrielle. Il sera facilité et aidé par l'obtention définitive de l'équilibre économique du pays. Vous devez, en conséquence, considérer comme un objectif essentiel de respecter, dans toute la mesure du possible, l'état d'équilibre qui était réalisé avant-guerre, et qui, pratiquement, sert de base aux améliorations actuelles du statut du travail. »

Sans doute, cette procédure est moins séduisante que celle qui consiste à appliquer une formule simple et toute faite. Mais si le milieu pour lequel il est raisonné exige ces précautions, s'il n'est pas mûr pour des solutions d'allure définitive et catégorique, mieux vaut encore s'en tenir au système empirique qui a, pour lui, l'épreuve de l'expérience. Celui-ci n'est tout de même pas sans résultats; qu'il nous soit permis d'évoquer, à l'appui de cette assertion, le graphique récemment publié par le Groupe des Industries métallurgiques, mécaniques et connexes de la Région parisienne, présentant les courbes comparées du coût de la vie et des salaires pratiqués dans les industries qu'il contrôle. Ce graphique prouve que, sept années durant, la volonté raisonnée des employeurs, éclairés par une documentation appropriée, a placé la ligne des salaires à un étiage qui correspond aux buts généraux que nous avons esquissés. Cette volonté a été suffisamment forte pour que la politique adoptée soit observée, même aux moments où les crises économiques eussent obligé les ouvriers à accepter des conditions infiniment plus pénibles.

L'AURORE POLAIRE

par J. ROUCH, capitaine de frégate.

Description du phénomène. — Les aurores boréales ou australes sont des phénomènes lumineux très particuliers qu'on aperçoit dans les hautes latitudes.

Voici, d'après le savant français Bravais, dont les travaux sur les aurores sont considérés aujourd'hui encore comme fondamentaux, les traits principaux qui caractérisent le phénomène.

A l'horizon, vers le méridien magnétique du lieu, le ciel, d'abord pur, commence à se rembrunir. Il s'y forme une sorte de voile nébuleux dont la couleur passe du brun au violet, et qui monte lentement jusqu'à une hauteur de 8 à 10 degrés. Les étoiles se voient comme à travers un brouillard.

La partie supérieure de ce segment obscur s'éclaire d'abord faiblement; ensuite cette lueur devient plus régulière, s'étend sur tout le pourtour du segment, et forme un arc d'une lumière éclatante, blanche, puis jaune. D'autres arcs à bords bien tranchés et uniformément lumineux se forment parfois parallèlement au premier; ils gardent une immobilité complète pendant des heures entières. Norderskjöld, pendant l'hivernage de la *Véga* en 1878-1879, sur la côte nord de Sibérie, a observé plusieurs aurores de ce type, qu'on a appelées *aurores à arcs homogènes*.

Des mesures précises ont montré que le point le plus élevé de l'arc lumineux n'est pas situé exactement dans le méridien magnétique; il s'en écarte plus ou moins, et cet écart paraît d'autant plus grand qu'on est plus près du pôle magnétique.

Dans d'autres cas, l'arc initial devient graduellement plus lumineux et paraît agité, pendant des heures entières, par une sorte d'effervescence et par un continuel changement de forme, avant de lancer des rayons et des colonnes de lumière qui montent jusqu'au zénith. Ces bandes lumineuses se replient sur elles-mêmes comme des draperies flottantes, dont le bord inférieur est généralement le plus lumineux. C'est l'*aurore en draperie*.

Plus la lumière de l'aurore est intense, et plus vives en sont les couleurs, qui, du violet et du blanc bleuâtre, passent, par toutes les nuances intermédiaires, au vert et au rouge pourpre. Tantôt les colonnes de lumière paraissent sortir de l'arc brillant, mélangées de rayons noirâtres semblables à une fumée épaisse; tantôt elles s'élèvent simultanément en différents points de l'horizon; elles se réunissent en une mer de flammes, dont de rapides ondulations font varier la forme et l'éclat.

Chaque rayon augmente successivement d'intensité. « Cette espèce de courant lumineux se montre plusieurs fois de suite, et bien plus fréquemment de l'ouest à l'est que dans le sens opposé. Quelquefois, mais rarement, un mouvement rétrograde a lieu immédiatement après le premier, et aussitôt que cette lueur a parcouru successivement tous les rayons de l'ouest à l'est, elle se dirige en sens inverse, revenant ainsi à son point de départ » (Bravais).

Il arrive aussi que les rayons paraissent se rassembler autour d'un même point du ciel, le zénith magnétique, indiqué par le prolongement d'une aiguille aimantée librement suspendue. C'est ce qu'on nomme la *couronne boréale*.

Au moment où le phénomène est le plus intense, l'éclairement produit par une aurore ne dépasse pas celui de la lune à son premier quartier. Il est cependant assez vif pour qu'on ait pu reconnaître en plein soleil la présence d'une aurore. L'absence complète de polarisation de la lumière des aurores, constatée plusieurs fois et d'une manière certaine, prouve que cette lumière ne vient pas d'un phénomène de réflexion ou de réfraction, mais que l'aurore est bien lumineuse par elle-même.

Lorsque les rayons auroraux deviennent plus rares, plus courts et moins vivement colorés, le phénomène tire sur sa fin. La couronne et les arcs lumineux se dissolvent; il subsiste pendant quelque temps des bandes, des faisceaux de

rayons, des fragments d'arcs, qui paraissent et disparaissent par intervalles. Bientôt, on ne voit plus sur la voûte céleste que de larges taches nébuleuses, pâles ou d'une couleur cendrée, désignées sous le nom de *plaques aurorales*. Leur lumière lactée éprouve souvent des changements très vifs dans son intensité, semblables à des mouvements de dilatation et de contraction qui se propagent du centre à la circonférence, et qui rappellent ceux des animaux marins nommés méduses (Lottin).

Les plaques aurorales ont déjà disparu que les traces du segment obscur, par où l'apparition débuta, persistent encore à l'horizon.

L'aurore australe présente absolument les mêmes caractères que l'aurore boréale.

On a cru pendant longtemps que l'aurore polaire était accompagnée d'un bruit particulier, que certains observateurs comparaient au frôlement d'une étoffe de soie roulée sur elle-même, d'autres à la crépitation de l'étincelle électrique, quelques-uns au bruit d'un incendie agité par le vent. Ce bruit est imaginaire, ainsi que l'ont montré Bravais, Lottin et beaucoup d'autres savants. Il est probable que le bruit entendu par les premiers observateurs était celui du vent, des arbres agités, le frôlement, produit par la neige que le vent balaye devant lui, ou encore, sur les côtes, le murmure de la marée.

Hauteur des aurores. — La hauteur des aurores boréales a donné lieu à de nombreuses discussions, jusqu'au moment où l'on a pu mesurer cette hauteur avec précision par des procédés photogrammétriques. La méthode consiste à photographier au même instant la même aurore en deux stations séparées par une distance d'au moins 30 km, dont les positions géographiques sont exactement connues; en mesurant, sur les épreuves, la situation de l'aurore par rapport aux étoiles photographiées en même temps qu'elle, on déduit la hauteur de l'aurore. Mais le problème de la photographie de l'aurore boréale est difficile, à cause de la mobilité du phénomène et de sa faible luminosité. Il a été résolu récemment en particulier par M. Carl Störmer, qui, au cours de plusieurs expéditions successives à Bossekop (Norvège), a réussi à obtenir de nombreuses photographies d'aurores intenses.

A Bossekop, par 70° de latitude, 2.500 hauteurs d'aurores ont été ainsi mesurées. Ces hauteurs varient entre 87 et 350 km. Les altitudes les plus fréquemment observées sont comprises entre 90 et 130 km.

Dans la Norvège méridionale, une altitude de 750 km a été mesurée.

La hauteur maxima de 200 km, qu'on assignait autrefois aux aurores, est donc largement dépassée.

Variations périodiques. — Bien que les aurores ne soient d'ordinaire visibles que quand le soleil est au-dessous de l'horizon et que leur lumière soit très affaiblie par la lune, on a pu constater, dans leur fréquence, une période diurne, avec maximum dans la première moitié de la nuit. Ce maximum paraît se produire d'autant plus tard que l'on est plus près des pôles magnétiques.

D'après Bravais, les aurores en draperie se montrent surtout vers 10 heures du soir et leur apparition est rare après 4 heures du matin; les plaques aurorales dominent au contraire dans la deuxième partie de la nuit.

La recherche d'une variation annuelle présente les mêmes difficultés, à cause de l'inégale longueur des nuits. Cependant la fréquence des aurores paraît nettement plus grande au voisinage des équinoxes (il en est de même dans l'hémisphère Sud), moindre en hiver et encore plus faible en été, mais la rareté des observations d'été doit être attribuée surtout à la courte durée de la nuit en cette saison. D'après Mairan on observerait, en mars et octobre, environ deux fois plus d'aurores qu'en décembre, et sept fois plus qu'en juin.

A mesure que la latitude augmente, les deux maxima d'automne et de printemps se rapprochent de plus en plus, pour ne donner finalement qu'un seul maximum au milieu de l'hiver.

Il serait très intéressant de savoir si la fréquence des aurores présente des périodes en rapport avec la rotation du soleil, ou avec l'importance relative des taches solaires, mais les documents manquent pour l'affirmer.

Distribution géographique des aurores. — D'après H. Fritz, les points qui correspondent au même nombre moyen d'aurores visibles dans les cours de l'année sont distribués sur une série de courtes ovales, dont le centre est situé environ par 80° N et 73° W, près de la côte du détroit de Smith, au nord de la mer de Baffin.

Très rares aux latitudes de 30° à 50° (0,4 à 5 par an), les aurores ont leur maximum de fréquence (plus de 100 par an) sur une courbe passant par le Cap Nord en Norvège, le nord de la Nouvelle-Zemble, l'extrémité Nord-Est de la Sibérie, la baie d'Hudson, le Labrador, pour descendre au Sud du Groenland et de l'Islande. Cette zone du maximum de fréquence est généralement appelée la *ceinture d'aurores*. La fréquence diminue ensuite rapidement quand on se rapproche du détroit de Smith.

Les observations régulières faites dans l'hémisphère Sud ne sont pas assez nombreuses pour que l'on puisse dresser une carte analogue à celle que Fritz a dressée pour l'hémisphère Nord. On sait cependant que la fréquence est très variable dans l'Antarctique : c'est ainsi qu'on observe très rarement des aurores dans les parages de la Terre de Graham, alors qu'elles sont fréquentes dans la mer de Ross.

Dans l'hémisphère Nord, les aurores apparaissent généralement vers le Nord aux basses latitudes. Elles se montrent indifféremment au Nord ou au Sud aux environs de la ceinture d'aurores, et en majorité vers le Sud aux très hautes latitudes.

Une même aurore s'observe souvent en des localités très éloignées : on a signalé en même temps des aurores dans l'Arctique et dans l'Antarctique. Mais ce n'est pas là une loi générale, car il existe des aurores très restreintes, qui ne sont aperçues que dans un faible rayon.

Relations avec le magnétisme. — Les aurores polaires paraissent avoir des rapports très étroits avec le magnétisme terrestre.

Ainsi plusieurs observateurs ont signalé depuis longtemps, comme nous l'avons dit, que le sommet des arcs lumineux se trouve sensiblement dans le méridien magnétique.

De même, les rayons auroraux, isolés ou réunis en couronnes ou en draperies sont à peu près parallèles à l'aiguille d'inclinaison et ils paraissent converger dans le ciel vers le zénith magnétique.

Ces deux règles comportent toutefois beaucoup d'exceptions : la direction moyenne du plan de symétrie des aurores paraît même, en chaque station, présenter une déviation constante par rapport au méridien magnétique, et le centre des couronnes s'écarte aussi du zénith magnétique.

Le fait le plus remarquable est la coïncidence des aurores avec les perturbations magnétiques. Cette coïncidence a été signalée pour la première fois par Celsius en 1741. Tantôt l'aiguille aimantée dévie de plusieurs minutes ou de plusieurs degrés à l'Est, est agitée et revient lentement, ou rapidement, dans le plan du méridien, qu'elle dépasse quelquefois pour se porter à l'Ouest. Les oscillations de l'aiguille sont aussi variables que les aurores polaires elle-mêmes. L'aiguille est assez tranquille quand l'arc auroral est immobile; dès qu'il commence à darder des rayons, la déclinaison change à chaque instant. L'inclinaison et l'intensité présentent aussi des variations importantes pendant l'aurore.

Souvent, ces perturbations magnétiques commencent plusieurs heures, et même quelquefois un jour, avant l'apparition de l'aurore. Les rayons auroraux colorés en rouge ou en vert paraissent avoir une action importante sur ces perturbations.

Toutefois, si cette relation est manifeste pour les grandes aurores et les troubles magnétiques importants, on ne peut pas encore la considérer comme générale. Dans les latitudes élevées, on observe souvent des perturbations qui ne correspondent à aucune aurore; inversement il se produit des aurores sans la moindre perturbation de l'aiguille aimantée.

L'aurore polaire ne paraît avoir aucun effet sur le champ électrique de l'atmosphère. Mais d'importantes perturbations sont apportées aux courants telluriques et aux communications télégraphiques pendant les aurores.

Causes des aurores. — On admet aujourd'hui que les aurores polaires sont causées par des rayons cathodiques (ou des rayons analogues) émis par le soleil et sur lesquels agit le magnétisme de la terre.

Birkeland avait fait l'expérience suivante : au-dessus d'une ampoule de Crookes, on place un pôle magnétique très puissant ; si l'on fait passer dans l'ampoule des décharges électriques, ces décharges, qui prennent la forme de rayons cathodiques, convergent vers le pôle comme des rayons lumineux traversant une lentille.

A la suite de cette expérience, Birkeland pensa que la terre, qui est un grand aimant, pouvait avoir une action semblable sur des rayons cathodiques émanés du soleil. Il fit alors, en 1901, une série d'expériences où un aimant sphérique était bombardé par des rayons cathodiques. L'action du magnétisme sur les rayons cathodiques fut remarquable : il se forma deux bandes lumineuses autour des pôles de la sphère, rappelant les ceintures d'aurores sur la terre.

Carl Störmer eut l'idée de retrouver les détails des remarquables expériences de Birkeland par l'analyse mathématique⁽¹⁾. Il est arrivé ainsi à déterminer d'une façon précise les trajectoires des rayons cathodiques, et il les matérialisa dans des modèles en fils métalliques, qu'il a présentés à la Société française de Physique en 1925. Les trajectoires des corpuscules électriques dans le champ de la terre ont tendance à se grouper en certaines régions, qui coïncident assez sensiblement avec les ceintures d'aurore dessinées par Fritz.

Ces trajectoires théoriques se groupent aussi, comme les aurores, en longues draperies orientées de l'Ouest à l'Est magnétique. Pour d'autres positions relatives du soleil et de l'axe magnétique de la terre, cette tendance à la formation de draperies n'existe pas.

Il paraît très probable, d'après Carl Störmer, que les couronnes observées autour du soleil pendant les éclipses et les aurores polaires sont causées par des corpuscules identiques émanés du soleil.

L'aurore boréale peut donner des renseignements très importants sur la composition de la haute atmosphère. M. Végard a étudié le spectre de l'aurore et il a pu identifier la plupart de ses raies aux raies de l'azote. Une d'elles, considérée comme caractéristique de l'aurore boréale, avait été pendant longtemps attribuée à un gaz encore inconnu. Des expériences de laboratoire ont montré que cette raie devait être attribuée à l'azote fortement ionisé des couches supérieures de l'atmosphère (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1924).

Comme le dit Carl Störmer, dans les hauteurs inaccessibles de la haute atmosphère, la nature même a fait une expérience physique des plus remarquables à l'aide de radiations corpusculaires cosmiques, dont l'étude permet de pénétrer profondément dans le mécanisme des radiations de notre système solaire, et même de celles de l'espace interstellaire.

(1) H. Poincaré avait montré précédemment que la trajectoire d'un corpuscule cathodique, dans l'expérience de Birkeland, est une ligne géodésique d'un cône de révolution ayant son sommet au pôle magnétique.

par M. EM. MIÈGE, *chef du Service de l'Expérimentation agricole au Maroc.*

Le travail du cuir utilise, au Maroc, des ingrédients variés, trouvés ou produits généralement dans le pays, et même exportés en certaines quantités; il n'emploie que peu de matières importées, ainsi que le montrent les tableaux suivants (Tableaux I et II).

TABLEAU I. — IMPORTATION DE MATIÈRES TANNANTES (en 1925).

MARCHANDISES ET PAYS DE PROVENANCE	TOTAUX PAR :	
	Quantités.	Valeurs.
Écorces à tan, moulues ou non. { France	40.668 kg	13.720 fr
{ Espagne	3.430 —	1.372 —
{ Autres pays.	490 —	324 —
Total des quantités	44.588 kg	
Total des valeurs		15.416 fr
Noix de galle (France)	6.778 —	12.214 —
Autres tannins (et teintures) (France, Égypte)		

TABLEAU II. — EXPORTATIONS (1925).

MARCHANDISES ET PAYS DE DESTINATION		TOTAUX PAR :	
		Quantités.	Valeurs.
Bois de tizra à sumac.	France.	3.683.500 kg	684.163 fr
	Allemagne	818.000 —	163.364 —
	Espagne	1.494.835 —	262.436 —
	Italie	4.386.505 —	838.984 —
Total des quantités		10.382.835 kg	
Total des valeurs			1.948.947 fr
Galle de tamarix (France)		176 —	320 —

(2) JOLY, *Archives marocaines*. t. VIII

(3) BRUNOT, *Hesperis*, Paris, 1923.

[illegible]

Ces matières tannantes proviennent, à peu près toutes, de végétaux spontanés et, jusqu'à présent, les indigènes ne s'adressent que rarement à des plantes cultivées. Mais les agriculteurs européens se sont rendu compte de ce que celles-ci étaient susceptibles de se développer parfaitement au Maroc, où elles peuvent constituer un élément remarquable, sinon unique, d'utilisation de certains sols pauvres, en même temps qu'une source d'enrichissement très appréciable, et une matière d'exportation importante à laquelle les débouchés sont largement ouverts.

En raison de l'importance de cette question qui, à notre connaissance, n'a pas encore fait l'objet d'une étude spéciale au Maroc, nous voudrions, dans cette note sommaire et à titre d'introduction, en réunir quelques éléments et attirer sur elle l'attention qu'elle mérite.

PLANTES SPONTANÉES.

Les végétaux spontanés dont les produits sont à peu près exclusivement utilisés par les tanneries indigènes sont, au Maroc :

Le tizra ou *Rhus pentaphylla*, famille des Térébinthacées;
le takaout, ou galle du *Tamarix articulata*, famille des Tamariscinées;
le lentisque ou *Pistacia lentiscus* (betoum, batoum), famille des Térébinthacées;

les diverses espèces de chêne et surtout le chêne-liège (*Quercus suber* L.), famille des Cupulifères.

On cite également :

le *Solanum sodomæum*, qui fournit la galle de Sodome, famille des Solanées; la scille maritime, *Scilla maritima*, famille des Liliacées; l'aréquier, *Areca Catechu*, Palmier.

Quant aux plantes dont la culture est d'ores et déjà entreprise ou sérieusement envisagée, ce sont :

les acacias, en particulier l'*Acacia decurrens* } famille des Légumineuses;
le *Coullertia tinctoria* }
le sumac ou *Rhus Coriaria*, famille des Anacardiacees;
l'eucalyptus.

I. — TIZRA. — Le tizra, tezera, seqqoum.... ou *Rhus pentaphylla* Desf., famille des Térébinthacées, est un arbuste épineux, ressemblant à l'aubépine, poussant en touffes plus ou moins compactes, selon l'âge de la plante et la fertilité du sol, mais dépassant rarement 2 à 3 m de hauteur et 3 à 6 m de circonférence. Il est dioïque, à feuilles persistantes, digitées, composées de cinq folioles entières ou plus souvent tridentées au sommet; le système racinaire, à racines traçantes, est très développé.

Sa croissance est extrêmement lente et on estime qu'il lui faut 200 ans pour atteindre la taille qui permet son utilisation; son bois, très dur, très uni, sans nœuds, d'un beau rouge rosé, est d'une densité considérable, qui atteint 0,93 pour le tronc et 1,43 pour la souche; il est susceptible d'un beau poli et d'être avantageusement employé en ébénisterie.

On le trouve dans toute l'Afrique du Nord, en Algérie, en Tunisie, et il est assez répandu au Maroc, où il existe principalement :

1° dans la région de Rabat, soit seul, soit en mélange avec le chêne-liège; il y couvre sporadiquement une superficie de 5.000 à 6.000 ha comprise entre la mer, l'oued Bou Regreg et l'oued Grou, jusqu'à une cinquan-

taine de kilomètres de Rabat; ces peuplements correspondraient à une dizaine de milliers de tonnes environ de tizra. Certains exemplaires sont énormes et mesurent plusieurs mètres de circonférence et de hauteur (fig. 1 et 2);

2° dans le Maroc oriental, surtout dans la plaine des Triffa, s'étendant au Nord des Beni Snassen;

3° des peuplements sont signalés en zone espagnole, le long de la Moulouya. Il est également abondant, paraît-il, dans l'Atlas, où les chleus le désignent sous les noms de tiz'rat, tazad, tizghat;

4° il existe également dans les Haha-Chiadma, à 70 km environ du port de Mogador, où sa production a été évaluée à 6.000 t environ en 1925.

D'après certains, il affectionnerait les terres sèches des montagnes ou les cotaux silico-argileux et argilo-calcaires, et s'accommoderait des sols les plus pauvres, tandis que, selon d'autres, il existe plutôt sur les terres fertiles.

En raison de son adaptation, de sa rusticité et de sa résistance à la sécheresse, on a proposé de le cultiver, soit pour constituer des clôtures défensives, soit comme porte-greffe pour prunier, amandier, pêcher, etc...⁽⁴⁾; mais il semble que la lenteur de son développement s'oppose à cette utilisation.

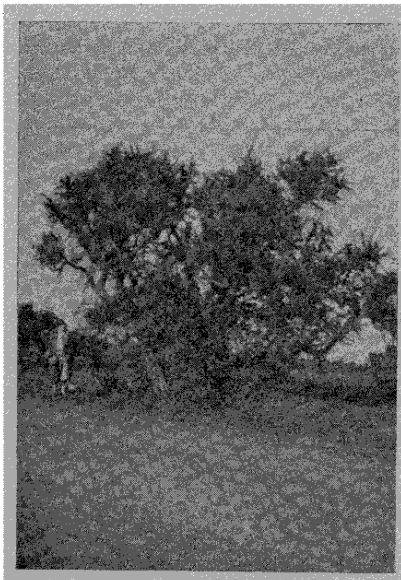


Fig. 1. — Pied de tizra à N'Kreila (Zaërs).

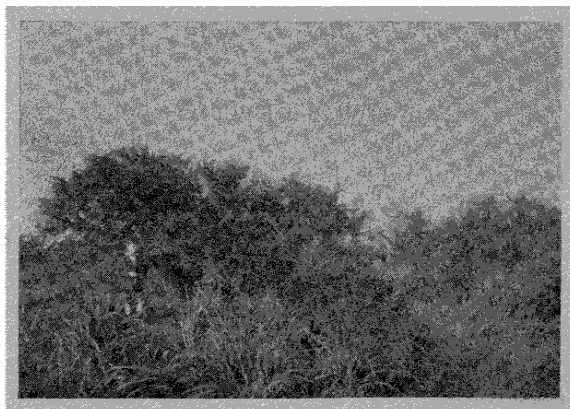


Fig. 2. — Peuplement de tizra, *Rhus pentaphylla* (Zaërs).

Les indigènes, et spécialement les tribus de Zaërs, l'utilisent déjà depuis longtemps comme matière tinctoriale, considérée d'ailleurs comme grossière.

(4) *Ball. Soc. d'Horticulture du Maroc*, déc. 1927.

Par ébullition d'une décoction des feuilles additionnée d'alun, ils teignent la laine en jaune verdâtre.

L'analyse des différentes parties de la plante a donné ⁽⁵⁾ :

	TRONC	TRONC ÉCORCE	BRANCHES	BRANCHES ÉCORCE	SOUCHES
Solides totaux	24,1	22,4	36,5	37,05	35,4
Soluble total	20,2	18,95	31,95	29,9	31,5
Insoluble	3,9	3,45	4,55	7,35	3,9
Matières tannantes	12,8	12,3	26,7	19,6	27,8
Non tannins	7,4	6,65	5,25	10,3	3,7
Matières solubles	68,35	67,35	56,45	55,75	56,3
Eau	11,45	13,7	11,90	14,35	12,2
	100	100	100	100	100

Comparaison : Écorce de chêne 40 à 45,8 p. 100 de tannin.
 Écorce d'acacia 35 à 40 — —
 Bois de châtaignier 5 à 60 — —

Par ailleurs, on a trouvé les quantités suivantes de tannin :

Dans les feuilles sèches 1,10 p. 100 de tannin.
 Dans le bois 2,40 — —
 Écorce de racine 5,25 — —
 Écorce de grosse branche 10,10 — —

Cette plante, utilisée surtout comme matière colorante, était peu employée par les Marocains comme matière tannante, bien que l'écorce des racines le fût, paraît-il, depuis longtemps pour cet usage, par les tanneurs de Kairouan. Elle le fut également en Europe, surtout depuis le début de la guerre, et des quantités importantes furent exportées en France, surtout par Port-Say et Némours.

Déjà, avant 1913, on exportait du Maroc oriental, 20.000 t de tizra par an, et cette région serait aujourd'hui à peu près épuisée.

L'exploitation a été accrue et activée par les progrès de la colonisation qui, en défrichant les terres pour leur mise en valeur, a entraîné l'arrachage des tizra. L'exportation continue par les ports de la côte Atlantique (surtout Fédhala et aussi Mogador et Safi).

II. — TAKAOUT. — La takaout est une galle que l'on trouve sur les rameaux de *Tamarix articulata* Vahl, arbre de la famille des Tamariscinées.

Cet arbre (tlaïa) est spontané dans les steppes. D'après le Dr TRABUT, qui s'est occupé de l'infection et de la formation des galles, il a été importé du Sahara, en 1883, par l'agha des Beni Snouss, qui en avait fait une plantation importante dans la vallée du Khémis au S.-O. de Tlemcen et, vers 1890, il se répandait rapidement sur le littoral oranais ⁽⁶⁾.

Il paraît se plaire surtout sur la côte, mais même assez loin de la mer. C'est une espèce extrêmement précieuse, vigoureuse, rustique, résistante à la sécheresse, à la chaleur et au froid, de croissance rapide et de multipli-

(5) Laboratoire officiel de Chimie de Casablanca, 1919.

(6) Dr TRABUT, l'Echo d'Oran du 30 janvier 1917.

cation facile; il reprend parfaitement par bouturage au printemps, en mars-avril, ou en septembre-octobre, à condition que les boutures soient suffisamment grosses et recouvertes entièrement de terre.

D'après M. GUILLOCHON ⁽⁷⁾, l'époque la plus favorable est le mois de janvier; il faut préférer les branches de l'année précédente, en faire des boutures de 20 à 30 cm de longueur en enlevant les ramilles qu'elles portent et en parant la section inférieure, à l'aide d'un instrument bien tranchant.

Pour la constitution d'un brise-vent, on enfonce simplement les boutures en terre, à 0,80 m de distance, ou bien on fait tout d'abord une tranchée de 0,50 m de profondeur et de largeur, que l'on recomble et dans laquelle on place les boutures à 1 m ou 1,50 m les unes des autres, en les enfonçant complètement et sans que leur extrémité sorte de terre.

Il atteint, surtout dans son pays d'origine, le Sahara, de grandes dimensions, et il y existe, paraît-il, de véritables forêts, avec des troncs de 1,50 m à 2 m de circonférence ⁽⁸⁾.

A Rabat, deux exemplaires âgés d'une douzaine d'années, sont également bien développés et dépassent 15 m de hauteur.

Il végète rapidement, surtout dans les terres profondes, et, en 2 et 3 ans, ses tiges atteignent 3 à 4 m de hauteur; son feuillage, fin et glauque, est ornemental, et il ne tombe pas en hiver comme chez les autres tamarix.

Il repart facilement sur la souche et émet de nombreux rameaux lorsque la tige est coupée au ras du sol; aussi, l'emploie-t-on avantageusement pour faire des haies, des clôtures, des brise-vent, d'autant plus que les racines pénètrent profondément et ne s'étalent pas en surface, ne gênant pas ainsi les cultures voisines, qu'il ne dérange pas non plus par son ombrage qui reste léger. De plus, ses feuilles et ses rameaux ne sont pas recherchés par les animaux et, par suite, ne sont pas détruits par eux.

On l'emploie surtout comme brise-vent, pour protéger les orangers, dans le département d'Oran, les régions de Perrégaux et de Saint-Denis-du-Sig, en Tunisie, avec le cyprès qui croît beaucoup plus lentement et qui est destiné à le remplacer définitivement.

Il vient bien en terre sèche et ne redoute que l'excès d'humidité.

D'après le Cap. DUVAUX, il craint l'eau salée, mais supporte l'eau saumâtre.

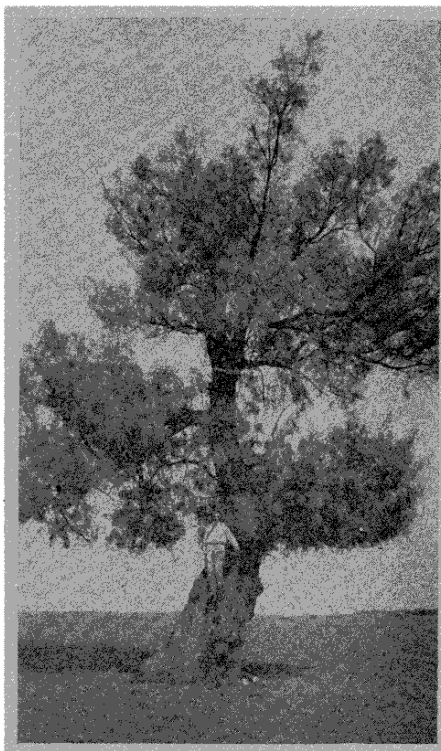


Fig. 3. — *Tamarix articulata* V. porteur de galles de takaout, à 6 km de Marrakech.

(7) Bulletin de la société des Amis des Arbres de Tunisie, n° 42, 1926.

(8) Cap. DUVAUX, Le tlaïa (Bull. Soc. de Géographie, Oran, 1901).

Le cynips, qui forme la galle, ne semble attaquer que cette espèce et pas les types voisins⁽⁹⁾. C'est ainsi que, d'après le Dr MAIRE, le *Tamarix articulata*, producteur de takaout, n'est pas celui que l'on rencontre dans les vallées du Tensift et de l'Oued Sous qui, déterminé comme *Tam. articulata* Vahl ou *Tam. Torfa*, n'est pas atteint par la cécidie; selon d'autres, il s'agirait bien de la même espèce botanique, mais qui ne porterait pas de galle sur le littoral mais seulement dans les régions steppiques.

C'est aussi l'avis du Cap. Duvaux qui dit « qu'il faut éviter, au début au moins, l'eau et les terrains salés et même peut-être les vents marins dans les plantations expérimentales qu'on pourra faire pour obtenir des galles



Fig. 4. — Galles (takaout) sur *Tamarix articulata* des environs de Marrakech.

car, en admettant même que la tlaïa puisse y pousser, en raison des conditions climatiques différentes, il est à craindre que cet habitat déplaie à l'insecte générateur qui n'y sera pas habitué ». Pourtant, on l'aurait obtenue dans la zone littorale de l'Oranie⁽¹⁰⁾.

D'autre part, la galle n'existe que sur les arbres ayant déjà une certaine taille et un certain âge, et ayant fleuri. Les zoocécidies, qui ont l'apparence d'une praline dont la teinte varie du vert clair au brun plus ou moins foncé ou violacé, tiennent fortement à l'arbre, soit sur le bois même des rameaux, soit sur les aiguilles, ou à l'aisselle de ces deux parties (fig. 4); elles ne sont pas réparties régulièrement sur toutes les branches.

La galle (adzba) a été attribuée à tort et pendant longtemps soit à un lépidoptère (*Pamene pharaonana*), soit à une cécidomye (*Cecidomyia tamaricis*).

Les recherches du Dr Trabut ont montré qu'il s'agissait, en réalité, d'un phytopte, d'un acarien, l'*Eriophyes Tlaïa* Trab., qui appartient au même

genre que celui qui cause l'érinose de la vigne, et qui pullule dans les galles fraîches. Il suffit de planter un rameau couvert de galles au milieu d'une plantation, pour déterminer l'infection; celle-ci est plus facile au moment de la floraison, car la galle se développe principalement aux dépens des fleurs; celle des rameaux est plus grosse et plus adhérente. L'infection n'entrave en rien la végétation de l'arbre.

Elle a été tentée depuis longtemps, et BAILLON relate les essais de plantation de *Tamarix* effectués autrefois dans le midi de la France, dans le but précisément d'obtenir des galles.

D'après les indigènes du Tafilalet, un « tlaïa » de bon rendement fournit environ 25 kg de galles par an.

(9) Voir plus loin.

(10) Depuis 1909, chez M. Deloupy, à Saint-Denis-du-Sig (Dr TRABUT, *Bull. agric. Alg., Tun., Maroc*, mars 1927).

Le *Tamarix articulata* V. est surtout une plante steppique, particulièrement abondante au Sahara, dans le Tafilalet, dans le Draa, chez les Skoura et les Glaoua. On le rencontre cependant dans des régions moins continentales et plus septentrionales, mais seulement alors à l'état sporadique, surtout dans les terres sablonneuses et au voisinage des rivières, et l'acarien y est inconnu. On en a trouvé récemment deux beaux exemplaires (fig. 4), porteurs de takaout, aux environs mêmes de Marrakech (à 6 km)⁽¹¹⁾. Il a été employé avec succès dans toute l'Afrique du Nord, en particulier pour la fixation des sables, et a été largement utilisé, à cet effet, dans la région de Mogador.

Le takaout est employé par les indigènes et fait l'objet d'un important commerce, qui est localisé surtout à Marrakech. La récolte a lieu principalement en octobre et novembre et le produit est acheminé par des caravanes à Marrakech, où les ventes doivent obligatoirement avoir lieu sur un souk spécial. On évalue la production annuelle des régions du Sud, qui ravitaillent le Maroc, à 2.400 q environ, dont la consommation locale absorbe plus de la moitié; il reste disponible environ 1.000 q qui sont expédiés sur Rabat, Meknès et Fez; cette dernière ville est également alimentée par les produits du Tafilalet et principalement de la région de Ksabi.

Aussi, il reste peu de chose pour l'exportation, qui n'est d'ailleurs autorisée que dans certaines conditions, comme pour toutes les matières tannantes d'origine végétale d'ailleurs (Dahir du 20 août 1919).

En 1918 il est sorti	670 kg d'une valeur de	1.710 fr à destination de la France.
En 1919 —	10.544 —	17.054 —
En 1920 —	300 —	11.500 —
En 1922 —	980 —	3.000 — par le port de Casablanca.

Les galls apportées sur le marché, mélangées à de nombreuses impuretés (cailloux, terre, sable, bois...), sont soigneusement triées par les tanneurs, puis réduites en poudre fine avec des meules spéciales, après avoir été arrosées d'huile dans la proportion de 1 p. 100 environ.

Au Tafilalet, on pulvérise le takaout et on jette la poudre obtenue dans de l'eau bouillante; on verse ensuite celle-ci sur les peaux qu'on a préalablement dépoiluées de leur laine ou de leur poil et mises au sel doux dans une cuve de bois; on laisse baigner les peaux dans l'adzba pendant une dizaine de jours, puis on les met à sécher⁽¹²⁾. Pour obtenir la teinte rouge, on place alors les peaux dans un bain de garance (foua) pendant dix autres jours; un dernier séchage termine l'opération.

Cette poudre est utilisée pour le tannage en blanc des cuirs de mouton et de chèvre les plus fins et elle n'intervient qu'en fin d'opération lorsque les peaux ont été nettoyées et assouplies par un passage dans 7 bains successifs à base de chaux, de sel, de son et de fiente de pigeon; elles restent une huitaine de jours dans le bain de takaout.

D'après les essais entrepris en France, le takaout serait également un produit de teinture intéressant pour la mégisserie des peaux d'agneau et de chèvre.

La richesse moyenne du takaout en tannin est d'environ 40 p. 100; elle peut dépasser 45 p. 100. Les tanneurs de Marrakech en font trois qualités: takaout draouia; takaout Skoura; et takaout Ghria; il y a, en outre, celui

(11) ARNAUD, Note sur le *Tamarix articulata* (Écho du Bled, Casablanca, 1926).

(12) Cap. DUVAUX, Loc. cit.

du Tafilalet qui est moins connu et moins apprécié. Les deux derniers sont surtout utilisés à Fez, les deux premiers dans la région de Marrakech. Le meilleur est le draouia, qui vaut plus cher, contient plus de tannin, et sert pour le tannage des cuirots de chèvre. Le Skoura sert surtout pour le traitement des cuirots de mouton.

D'après le D^r Trabut, la composition du takaout serait la suivante, pour des galls du Sud algérien (analyses de M. CHAPUS, 1908) :

Humidité.	12,01
Cendres	5,01
Matières grasses	0,385
Extrait : { catéchine	0,0708
{ cire	1,1872
Extrait alcoolique : { tannin et congénères	49,954
{ phlobaphènes	6,646
Extrait aqueux : { mucilage	1,26
{ hydrates de carbones solubles	5,70
Extrait potassique : { matières pectiques	2,419
{ phlobaphènes	10,954
Cellulose, lignine, subérine	4,65
Total.	99,975

Selon les analyses de M. POUGET, les galls de fleurs (sans séparation des ramilles qui les portaient) contiendraient :

Eau	12,5 p. 100
Matières extractives.	44,0 —
Tannin.	55,2 —

Seules, les galls fraîches donnent un tannage blanc, légèrement coloré en rose ou en violet; en vieillissant, la peau traitée prend une couleur de plus en plus foncée, avec des taches brunâtres.

Aujourd'hui, le takaout vaut 2,50 fr le kilogramme à Marrakech.

Le *Tamarix articulata* algérien a été introduit aux Etats-Unis (parfois sous le nom de *T. aphylla*), où il a pris un développement plus grand que n'importe quelle autre espèce arborescente; des troncs d'arbustes de 2,5 ans présentent, à 30 cm du sol, une circonférence de 90 cm⁽¹³⁾. Il y a été importé, en particulier par J. THORNER, de l'Arizona, en 1909. Il s'est parfaitement adapté aux régions les plus chaudes et les plus arides et a montré une grande résistance aux températures torrides de l'été, ainsi qu'à une légère alcalinité du sol. On le plante actuellement sur une vaste échelle en Californie et dans l'Arizona du Sud où, en 4 et 5 ans, il atteint une hauteur de 12 m et plus, mais l'*Eriophyes* n'existe pas encore aux Etats-Unis⁽¹⁴⁾.

D'après le D^r Trabut⁽¹⁵⁾ il existe également en Perse, en Égypte, aux Indes et y porte des galls qui sont employées pour la tannerie, la teinture et la médecine.

D'autres *Tamarix*, bien que ne portant pas de zoocécidies, peuvent fournir du tannin; tels sont, d'après CARLO MANETTI : les *Tamarix Gallica* et les *Tamarix Germanica*.

Le *Tamarix Gallica* (tarfa) est très abondant au Maroc, à l'Oued Tensift et l'Oued Oum-er-Rebia. Selon WATT, cette espèce, *Tamarix Gallica* (*Indica*)

(13) *Inventory of Seeds and Plants imported by the Office of Foreign Seed and Plant Introduction*. Washington, 1922.

(14) J. VUILLET, *Revue de Botanique appliquee*. Paris, 1922.

(15) *Bull. Agric. de l'Algérie, Tunisie, Maroc*, mars 1927.

donnerait aussi des galls, plus grosses que celles de l'*articulata* et destinées aux mêmes usages; il en serait de même pour le *T. divisa*, dans l'Inde. PAVARI⁽¹⁶⁾ prétend que l'écorce de *Tamarix articulata* contient elle-même des matières tanniques et que l'analyse des jeunes rameaux a révélé une richesse en tannin de 15,68 et 16,68 p. 100.

III. — CHÊNES. — Un certain nombre d'espèces de chênes nord-africains peuvent fournir du tannin, provenant soit de leur écorce, soit de leurs fruits, soit de leurs galls.

Au Maroc, c'est surtout le chêne-liège qui est exploité dans ce but. En 1925-26, il a fourni 10.000 q d'écorce à tan, destinée presque exclusivement aux besoins de l'industrie locale de la tannerie.

En Algérie, on peut exploiter un certain nombre d'espèces⁽¹⁷⁾, qui produiraient annuellement environ 130.000 q de tan.

<i>Quercus ilex</i> L., chêne vert,	qui contient de 10 à 13 p. 100 de tannin.		
— <i>suber</i> L., chêne-liège,			
— <i>Mirbeckii</i> , dur, chêne zeen,	—	12 à 14	—
— <i>ballota</i> ,	—	10 à 13	—
— <i>castanæfolia</i> Mey, chêne afarès,			
— <i>coccifera</i> L., chêne kermès, dont les cupules contiennent 28 à 30 p. 100 de tannin.			

Au Maroc, on trouve surtout :
le chêne-liège, qui couvre 250.000 ha;
le chêne vert et le chêne zeen, qui couvrent 200.000 ha, le zeen étant le moins abondant;
puis, disséminé, un peu de chêne afarès ou à feuille de châtaignier.

Le chêne-liège (*Quercus suber* L., fernana ou fèrnân) est surtout abondant dans la zone sublittorale, comprise à l'intérieur des limites des régions de Rabat, de Kenitra, de la Chaouia, à laquelle on peut rattacher les forêts de la région d'Oulmès⁽¹⁸⁾, zone qui correspond sensiblement à la « meseta » marocaine. Le chêne-liège y couvre environ 85 p. 100 de la surface boisée, le reste étant occupé par le thuya et le chêne vert; il forme des boisements d'importance inégale sur les territoires des tribus Zemmours, Sehoulis et Zaërs, les principaux massifs étant ceux de la Mamora (137.000 ha), des Sehoulis, de Camp Boulhaut, des Zaërs, de Maarif, de Sibara, d'Harcha, etc... « Toutes ces forêts sont situées à des altitudes variant de 100 à 700 et 800 m, sur un vaste plateau sablonneux et caillouteux partant des premières pentes de l'Atlas et aboutissant à l'Atlantique, entre Casablanca et Kenitra. Seules, les forêts de la partie Sud du cercle des Zemmours (Harcha, Oulmès, Moulay-bou-Azza, etc.), sont situées dans la zone montagneuse à plus de 1.000 m d'altitude. On retrouve aussi le chêne-liège au Sud de Taza, en pays Beni-Ouraïn, où l'on a reconnu une forêt de 15.000 à 20.000 ha. »

Au point de vue géologique, le chêne-liège est réparti sur les sables pliocènes (Mamora) ou des schistes et quartzites primaires (Zaërs). Il se trouve à l'état pur ou mélangé avec des essences secondaires comme le poirier, le thuya, le chêne vert, le lentisque, l'olivier, le pistachier, etc...

(16) Loc. cit.

(17) RIVIÈRE ET LECQ, *Traité pratique d'agriculture pour le Nord de l'Afrique*, 1914.

(18) DIRECTION GÉNÉRALE DE L'AGRICULTURE ET DE LA COLONISATION : *Situation forestière du Maroc au 1^{er} janvier 1923*.

Il atteint environ 10 à 12 m de hauteur et 1,20 m à 1,50 m de circonférence.

Le tannin se trouve dans le liber, situé entre l'écorce subéreuse et le bois, et dont l'enlèvement détermine la mort de l'arbre. Il est obtenu par l'écorçage du tronc et des branches principales, puis par pulvérisation dans des moulins primitifs.

Le *chêne vert* (bellout) se trouve dans le Moyen et le Grand Atlas dans la « zone du cèdre », souvent en mélange avec ce dernier, le thuya et le genévrier; il débute à 1.150 m d'altitude et, à 1.400 m, est à égalité avec le cèdre; il monte jusqu'à 2.500 m. Il atteint 30 à 40 cm de diamètre et 8 m de hauteur, et forme de belles futaies très denses.

Dans le Grand Atlas, il se contente des sols rocheux et secs; il se présente sous forme de demi-futaies clairsemées ou de taillis, et s'élève jusqu'à 2.800 m.

Le *chêne zeen* occupe, de préférence, les vallées du Moyen Atlas, où l'on trouve aussi un peu de *chêne afarès*.

L'écorçage, qui permet seul d'obtenir le tan (dbsay en arabe), déterminant la mort de l'arbre, on ne peut le pratiquer que sur les sujets destinés à être détruits; tels que arbres mutilés, trop âgés, mal formés, mal placés, dépérissants, ou situés sur les tranchées de protection, etc..., ou encore sur les sujets supprimés en vue de la régénération des peuplements.

L'arrêté viziriel du 27 décembre 1913 réglemente, d'ailleurs, l'exploitation des écorces à tan. L'art. ix, en particulier, stipule que « l'autorisation d'écorcer les arbres à tan, c'est-à-dire les chênes-liège, devra être demandée aux autorités locales avec désignation préalable, par le Service des Eaux et Forêts, des arbres que l'on pourra écorcer ».

Cette restriction était indispensable, car les indigènes écorçaient des arbres sur pied, ce qui les faisait périr sans la possibilité de former des sujets, et détruisait irrémédiablement les peuplements; par ailleurs, le rendement fourni par cette méthode était insignifiant et ne dépassait guère 10 kg par pied. Lorsque l'on ne traite que les arbres abattus, au contraire, on peut écorcer sur une hauteur beaucoup plus grande et sur les branches, ce qui porte la production à 150 kg par pied; de plus, le recépage ainsi pratiqué régénère la forêt car les arbres repoussent par rejets.

La Direction des Eaux et Forêts a effectué de nombreux recépages; c'est ainsi qu'au 1^{er} janvier 1923, il y avait eu 586.000 arbres recépés en Mamora et 270.000 dans les autres forêts, soit au total 856.000 ⁽¹⁹⁾; ce nombre a été considérablement augmenté depuis cette époque.

IV. — AUTRES ESSENCES. — *Pin*. — L'écorce de pin (pin d'Alep, pin maritime) est parfois utilisée pour le tannage au Maroc, principalement dans la région de Marrakech.

Lentisque, *Pistacia lentiscus* (dherou, batoum). — Les feuilles de lentisque sont rarement employées au Maroc dans l'industrie de la tannerie. Pulvérisées très finement, elles le sont en Tunisie, et donnent lieu à un certain commerce d'exportation, en particulier sur l'Allemagne.

Grenadier et *Dattier*. — Les cuirs de Marrakech, de Safi, du Tafilalet (dits maroquins, safi, filali) sont teints en rouge par la cochenille ou en jaune par le tannage à l'écorce de grenadier ou de dattier ⁽²⁰⁾. L'écorce de

(19) Loc. cit.

(20) V. PICQUET, *Les possibilités industrielles du Maroc*.

grenadier (cachera) utilisée est celle du fruit (El Arroman) et non de l'arbre; on la laisse dessécher au soleil pendant plusieurs mois, puis on la pulvérise.

Solanum sodomæum ou *Galle de Sodome* (fig. 5). — 47 p. 100 de tannin. Importé du Nord de l'Afrique en Angleterre ⁽²¹⁾.

Scilla maritima (ansal en arabe). — Abondante dans l'Italie méridionale et en Afrique du Nord. Employée en Algérie pour le tannage des peaux : 24 p. 100 de tannin ⁽²²⁾.

C. MANETI cite le *Solanum sodomæum* et la *Scille* parmi les plantes tannifères; il indique même leur teneur en tannin et leur emploi. Cependant, ces deux plantes, qui sont très abondantes au Maroc, particulièrement dans la région de Rabat, ne paraissent pas du tout utilisées comme matières tannantes par les indigènes, ni exportées comme telles.

Les baies du *Solanum sodomæum* sont bien connues des Marocains, mais ceux-ci les emploient seulement comme fruits à saponine, pour laver le linge et surtout la laine; elles donnent avec l'eau, et instantanément, une mousse abondante même avec de l'eau de mer.

Quant aux bulbes de *Scille*, ils sont complètement abandonnés et ne sont même pas ramassés pour leurs propriétés toxiques bien connues.

Aréquier. — On a signalé dans la région de Mogador, un palmier, l'aréquier (*Areca catechu*), dont les fruits servent à la fabrication d'un produit colorant employé sous le nom de cachou, et contiennent, en outre, un tannin, l'acide cachoutique, et de la catéchine ⁽²³⁾. En fait, les noix d'arec sont effectivement employées par les tanneurs de la région de Mogador, mais rarement et lorsque le takaout fait défaut; elles coûtent d'ailleurs plus cher que ce dernier et servent pour le tannage en blanc. D'autre part, l'arbre n'existe pas dans la région des Haha-Chiadma, mais beaucoup plus au sud, dans celle de Tiznit.

Noix de Galle. — La noix de galle du chêne (*Quercus infectoria*) est aussi employée au Maroc, sous le nom d'aspha (asfa).

Meghtaba. — JOLY et BRUNOT ont signalé ⁽²⁴⁾ l'emploi à Tétouan, et jadis à Rabat, des feuilles d'un arbuste, qu'ils n'ont pas identifié, et qui est désigné sous les noms de mehtaba, mergata, maoryata. Cette plante, est en réalité,

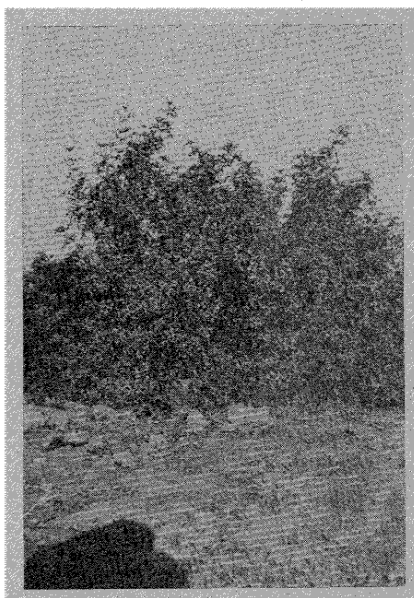


Fig. 5. — *Solanum sodomæum*. Rabat 1927.

(21) CARLO MANETI, *Per una maggiore valorizzazione delle piante da concia* (L'Agricoltura coloniale, Anno XVII, n° 3, mars 1923, Firenze).

(22) *Ibid.*

(23) W. DUFOUGÈRE, *Sur les productions végétales du Maroc*, Mission Perrot-Gentil, Paris, 1921.

(24) *Loc. cit.*

l'Osiris lanceolata H. et St., arbuste hémiparasite qui vit sur les racines des arbres et qui est un des éléments des forêts de thuyas; on le trouve dans les régions de Mogador et de Marrakech et aussi dans celle de Rabat, en particulier dans les vallées de l'Oued Grou et du Koriffa²⁵⁾.

Les feuilles de cet arbuste, dont l'usage et même le souvenir sont aujourd'hui perdus à Rabat, sont encore employées pour le tannage des peaux de vache et de mouton par les indigènes du Sud marocain, en particulier chez les Ida ou Bouzia, dans les Haha, où la plante existe (M. DURAND, Inspecteur d'Agriculture à Marrakech).

Tara. — Enfin, on a signalé l'emploi, dans le Sud également, du tara, qui proviendrait du Sahara et du Soudan.

PLANTES CULTIVÉES.

COULTERIA TINCTORIA. — Le *Coullertia tinctoria* ou tara, appelé parfois *Coesalpinia tinctoria*, de la famille des Légumineuses, ne doit pas être confondu avec le *Coesalpinia coriaria*, ou *Dividivi* (de la même famille), qui est cultivé, dans le même but, en Amérique centrale.

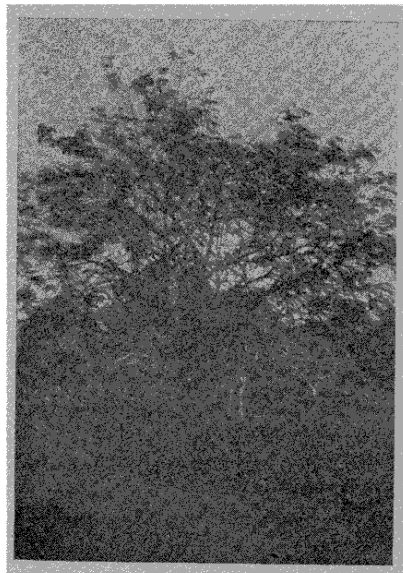


Fig. 6. — Pied de *Coullertia tinctoria*, âgé de 10 ans, du Jardin d'Essais de Rabat.

Le *Coullertia tinctoria* est originaire du Pérou. C'est un arbre épineux, au beau port étalé, et qui atteint de grandes dimensions.

Les feuilles opposées, mesurent environ 15 cm de longueur; le pétiole est légèrement renflé à l'insertion; les folioles, paripennées, entières, lisses, ovales, sessiles, épaisses, d'un vert foncé et brillant à la face supérieure et plus clair à la face inférieure, sont au nombre de 12 à 14; elles ont 4 à 4,5 cm sur 2 cm avec une nervure bien accusée, d'un vert plus clair; les pétiolules sont légèrement renflés. Sur la face inférieure des rameaux et à la base de chaque pétiole, se trouve une spinule triangulaire, large, aiguë, brune et dure, de 1 mm environ de longueur.

Les gousses mesurent environ 9 cm de longueur, avec un léger bec au sommet, lui-même légèrement plus étroit que la base; elles contiennent de 4 à 7 graines. On en compte une trentaine par rameau, groupées en un bouquet compact, qui compte de 100 à 120 fruits. Ceux-ci sont verts, teintés de rouge et deviennent roux, maculés de brun à maturité. Les graines, noires à maturité, sont rondes et ont environ 0,6 mm à 0,7 mm de diamètre.

Il a été introduit au Maroc en 1921, à titre d'essais dont les résultats ont d'ailleurs été favorables. Toutefois, le Jardin d'Essais de Rabat possède, dans

(25) Renseignements obligeamment fournis par M. EMBERGER, botaniste de l'Institut scientifique chérifien.

ses collections, un échantillon plus âgé (fig. 6 à 9), aujourd'hui en pleine production (10 ans), qui a permis de se rendre compte des rendements possibles et, surtout, de la richesse des gousses obtenues, sous le climat marin et dans les terres sableuses et pauvres de la zone littorale.

Les essais entrepris dans différentes régions (Fez, Meknès, Casablanca, Mazagan, Marrakech), avec des graines d'origine, importées par M. CÉRÉSOLE, Ingénieur agricole, ont montré, d'une façon générale, que la germination des graines, même stratifiées, est lente et assez irrégulière et que les jeunes plants, nés au printemps, sont assez délicats; mais que, dès la fin des fortes chaleurs, en septembre, la végétation devient très vigoureuse et luxuriante. Semées le 4 mars, en poquets, les graines germèrent du 1^{er} au 28 avril, les pieds atteignaient de 15 à 20 cm fin juin et, en novembre, 1 m environ de hauteur, portant depuis la base, de belles feuilles d'un vert sombre luisant et des épines acérées et crochues, avec l'extrémité des rameaux rougeâtre et un aspect général très décoratif; à la fin de novembre, la végétation était encore très active.

La floraison débuta en novembre 1923, c'est-à-dire deux ans et demi après le semis et, depuis, se reproduit, chaque année, à la même époque, la maturation des fruits ayant lieu au début du mois de mars : en 1924-25, le rendement moyen était de 2 kg de gousses; en 1925-26, la floraison commença le 15 novembre, la fructification le 25 décembre, la maturité le 15 février; le rendement moyen était de 3,5 kg par pied.

Les plantes abritées ont résisté aux gelées; celles qui n'ont pas été arrosées n'ont pas dépassé 1,50 m de hauteur, tandis que celles qui

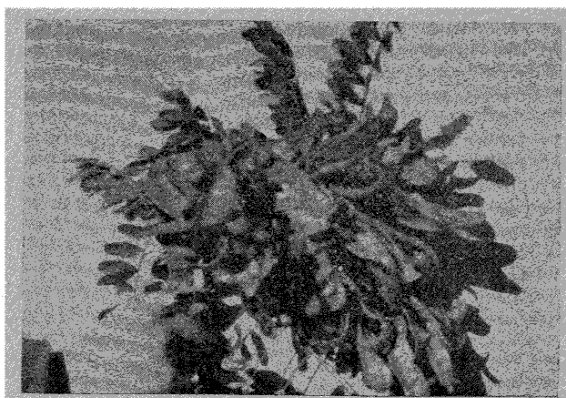
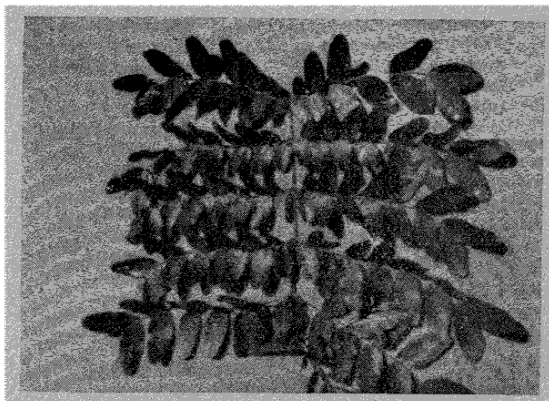


Fig. 7, 8 et 9. — *Coulteria tinctoria* de 10 ans (Rabat).

Fig. 7, Feuilles; — Fig. 8, Tronc avec épines; —
Fig. 9, Bouquet de gousses.

ont été irriguées ont pris un développement extraordinaire. Aucune maladie n'a été observée.

Grâce à son système racinaire très pivotant, le *Coulteria* résiste bien à la sécheresse et ses besoins en eau restent faibles pour les régions, comme celle de Marrakech, où l'irrigation est nécessaire à toutes les cultures. A Casablanca, les spécimens existants n'ont reçu aucun soin depuis le semis; l'un d'eux mesure 4 m de hauteur et porte, à la floraison, une douzaine de bouquets de 40 gousses environ chacun.

À Rabat, les plantes semées en 1921 et mises en place en 1922, dans des sables très pauvres et au milieu d'un boisement de résineux, ont bien repris,

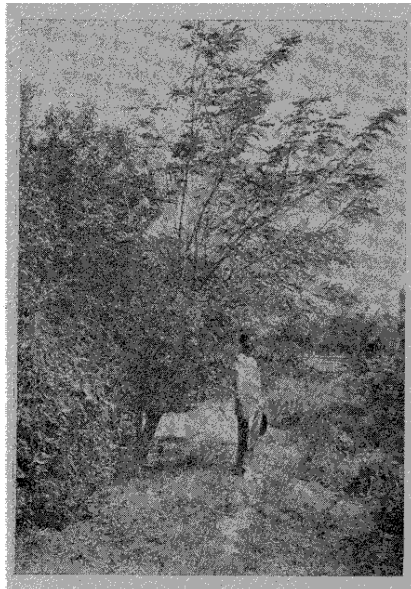


Fig. 10. — *Coulteria tinctoria* de 5 ans (Marrakech).

quoique n'ayant reçu aucun soin, aucune fumure et aucun arrosage; elles mesurent, à la 5^e année, environ 2 m de hauteur et ont fourni de 5 à 10 kg de gousses. Le premier exemplaire mesurait à cet âge 5 m de hauteur et 4 m de diamètre; il fournissait 15 kg de gousses.

Ces plantes ont témoigné d'une rusticité et d'une résistance à la sécheresse remarquables. Par contre, le *Coulteria* s'est montré très sensible au froid, non sur la côte ni dans le sud, mais dans les régions septentrionales et continentales du Maroc. C'est ainsi qu'il n'a pas résisté aux rigueurs du climat de Meknès et de Fez. Dans cette dernière localité, tous les exemplaires ont disparu successivement et il ne reste à Meknès que des plants chétifs, qui n'ont pas encore fructifié.

Cette espèce, dont la croissance est d'ailleurs bien moins rapide ici que dans les contrées tropicales ou subtropicales dont elle est originaire, est susceptible de réussir au Maroc, mais seulement sur le littoral ou dans des situations particulières et soigneusement abritées; elle paraît préférer les sols légers.

Dans ces conditions, elle peut donner des produits abondants et extrêmement riches. C'est ainsi, par exemple, qu'à Rabat, un sujet de dix ans fructifie deux fois par an, en février et en août, fournissant chaque fois de 15 à 20 kg de gousses, dont la teneur en tannin est très élevée. À cinq ans, elles dosaient de 40 à 44 p. 100 de tannin, et celles qui ont été récoltées en 1926 (à 10 ans) ont révélé une teneur de 53 p. 100 d'un tannin d'excellente qualité. La proportion de graines est d'environ 40 à 45 p. 100 des gousses, chaque fruit en contenant de 4 à 7.

Les graines ne contiennent pas de tannin, mais un mucilage abondant. Les premières analyses ont donné les résultats suivants :

	Gousses ramassées.	Gousses cueillies.
Poids des gousses	58,2 p. 100	53,5 p. 100
— graines.	41,8 —	46,5 —
Solides totaux	67,15 —	67 —
Soluble total	66,83 —	67 —

Matières solubles :			
Matières tannantes	44,35	p. 100	44,56 p. 100
Non tannin, par différence	22,80	—	

Une société s'est constituée récemment pour la culture et l'exploitation au Maroc du *Coulleria tinctoria*; elle a acheté, à cet effet, un domaine de 450 ha, dans la région des Doukkala.

SUMAC DES CORROYEURS. *Rhus coriaria* L. (fig. 11). — Le sumac n'est pas encore cultivé au Maroc ni en Afrique du Nord où, cependant, il pourrait donner vraisemblablement des résultats équivalents à ceux qu'il fournit en Italie ⁽²⁶⁾ et en Espagne ⁽²⁷⁾.

M. MALET, Directeur général de l'Agriculture, qui s'intéresse particulièrement à cette question, a fait procéder, dès 1921-22, à une première introduction de 10.000 plants; mais pour des raisons multiples, cet essai n'a pas eu de suite. Une nouvelle introduction a eu lieu, sur la même initiative, en 1926 et il est à espérer que les expériences qui sont tentées dans diverses régions pourront être suivies méthodiquement.

ACACIAS. — Les acacias à tannin, qui couvrent de grandes surfaces au Natal, en Australie, au Kenya... et dont la culture tend encore à se répandre (Madagascar, Tripolitaine, etc.), paraissent trouver au Maroc des conditions de végétation particulièrement favorables.

Un essai d'introduction avait déjà été tenté avec succès en Algérie, il y a environ quarante ans. A cette époque (1890), le Dr BOURLIER ⁽²⁸⁾ avait planté, en *Acacia pycnantha*, plus de 40 ha, qui ont été exploités dix ans après, fournissant de 30 à 43 p. 100 de tannin, considéré comme d'un cinquième plus actif que celui du chêne, plus un bois dense convenant à la carrosserie, au charonnage, à la tonnellerie, etc., plus de la gomme arabique et, enfin, des fleurs, expédiées à Paris. Le Dr Bourlier essaya de nombreuses autres variétés (160), entre autres l'*Ac. decurrens*, qui a atteint, chez lui, 15 m en sept ans, l'*Ac. melanoxylon*, l'*Ac. homolophylla*, etc. Le Dr Trabut a conseillé aussi l'*Ac. decurrens* et l'*Ac. pycnantha*, il y a une trentaine d'années.

Des tentatives de même nature ont eut lieu aussi en Tunisie.

Au Maroc, un certain nombre d'espèces ont été introduites, soit par les services publics (Direction générale de l'Agriculture, Direction des Eaux et Forêts), soit par l'initiative privée. Celle-ci, au point de vue spécial de la production des matières tannantes, s'est manifestée principalement, et avec succès, dans la région dite des « Sables de la Mamora », située entre Kénitra



Fig. 11. — Sumac des corroyeurs.
Rabat 1927.

(26) G. INZENZA, *Man. prat. d. cultivaz. del sommaco*, Catania, 1926.

(27) JANINI, *Rev. del Inst. Agric. de San Isidro*, Barcelone, 1924.

(28) Bull. de la Société des Agriculteurs d'Algérie, 1900.

et Sidi Slimane. Cette vaste zone, constituée par des terres siliceuses légères et pauvres appartenant au Pliocène et, dans les dépressions, par des alluvions plus compactes, possède un plan d'eau relativement superficiel et était à peu près complètement dénudée. L'analyse de ces sables confirme la pauvreté dont leur aspect donne l'impression.

Composition des « Sables de la Mamora ».

Humidité	0,2	p. 100.
Sable grossier	93,80	—
Sable fin	4,08	—
Argile	1,80	—
Débris organiques	0,12	—
Acide phosphorique (P ² O ⁵)	0,165	—
Chaux	traces	—

C'est dans ces terres d'utilisation difficile que les plantations d'acacias (et d'eucalyptus) ont été tout d'abord entreprises par un habile colon,

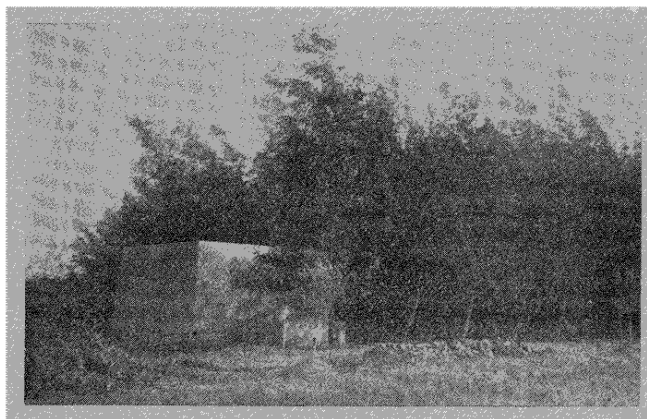


Fig. 12. — *Acacia decurrens*, variété *Mollissima* B. Plantation de trois ans et demi, à Sidi-Yahia (M. Ménager).

M. MÉNAGER, et, depuis, étendues sur plusieurs centaines d'hectares; les remarquables résultats obtenus jusqu'ici laissent espérer la transformation rapide et profonde de cette région; déjà, les chrysanthèmes, les folles avoines et les passerines, qui constituaient, à peu près seules, la flore locale, ont fait place à de véritables forêts, qui changeront du tout au tout l'aspect et les conditions naturelles du pays.

Après avoir essayé de nombreuses variétés, les planteurs se sont arrêtés à l'*Acacia decurrens*, à l'*Ac. pycnantha* mais, surtout, à l'*Acacia mollissima* Wild (*Ac. decurrens* var. Wild, *mollissima* Benth) ou Black Wattle. Cette variété, originaire d'Australie et aujourd'hui largement répandue en Afrique du Sud et à Madagascar, est généralement considérée comme une des plus riches. POLACCI ⁽²⁹⁾, par exemple, indique comme teneur en tannin :

40 à 47	p. 100	pour le <i>Mollissima</i> ;
33 à 36	—	<i>decurrens</i> (<i>normalis</i> vraisemblablement);
33	—	<i>pycnantha</i> ;
19 à 21	—	<i>dealbata</i> .

(29) *Sulle acacie da tannino* (Agric. colon. vol. XVI, 1922).

MALDEN⁽³⁰⁾ considère également que l'*Ac. decurrens* fournit la meilleure qualité d'écorce.

A Madagascar, le *Mollissima* s'est montré le plus riche⁽³¹⁾ avec 42 p. 100 de tannin, au lieu de 31 p. 100 chez *normalis*.

Sur les spécimens cultivés au Maroc, on a trouvé :

<i>Acacia decurrens</i>	34,9 à 41,3 p. 100 de tannin.
— <i>petiolaris</i>	42,5 — —
— <i>pycnantha</i>	40,5 — —
— <i>leiophylla</i>	30 — —
— <i>melanoxylon</i>	28 à 32 — —
— <i>cyanophylla</i>	29,6 — —

D'autre part, l'analyse d'échantillons prélevés au Jardin d'Essais de Rabat a donné :

	<i>Decurrens</i> .	<i>Saligna</i> .	<i>Mollis-</i> <i>sima</i> .	<i>Pycnantha</i> .	<i>Decurrens</i> 6 ans.	<i>Cya-</i> <i>nophylla</i> .	<i>Lophanta</i> .
Tannin absorbable. . .	34,9	20,4	33,9	44	38,7	11,7	18,8
Non tannins	9,1	7,9	8,4	7,2	8,3	9,1	7,6
Matières insolubles . .	41,9	49	42,9	33,2	39,2	65,2	58,9
Eau	14,1	22,7	14,8	13,8	13,8	14	14,7

En tout cas, et d'une façon générale, l'*Acacia decurrens*, et surtout la variété *mollissima*, a montré une vigueur beaucoup plus grande et un développement plus rapide que le *pycnantha*; de même, l'*Ac. Mollissima*, contrairement aux observations faites dans d'autres pays⁽³²⁾, s'est révélé, au Maroc, plus rustique et plus résistant que l'*Ac. normalis*.

Nous ne voulons d'ailleurs pas nous étendre longuement ici sur cette question spéciale des acacias à tannin et de leur technique culturale qui, en raison de leur importance, feront l'objet d'une étude spéciale.

Les plantations les plus âgées ne sont, du reste, que dans leur sixième année d'exploitation et il est encore difficile, sinon impossible, malgré les arrachages d'essai effectués et les analyses consécutives, de prévoir, avec exactitude, les résultats qu'elles fourniront. Ce que l'on peut toutefois affirmer, c'est que les arbres se développent d'une façon parfaite (sauf dans les cuvettes humides ou les terrains salés), atteignant 1,50 m dès la première année, 3 à 4 m la seconde, et 12 et 15 m de hauteur à la cinquième ou sixième année. Ils trouvent, d'ailleurs, dans le sol dépourvu de calcaire, dans le climat de la région et le voisinage de la mer, les conditions écologiques qui leur conviennent⁽³³⁾ et même la pluviométrie annuelle de 500 mm qui, d'après certains auteurs, leur serait nécessaire⁽³⁴⁾. Toutes, ou presque, sont à base d'*Acacia Mollissima*.

L'*Acacia cyanophylla* s'est montré également très vigoureux au Maroc et a été largement utilisé par la Direction des Eaux et Forêts pour des essais de reboisement et pour la fixation des dunes de Mogador, où 500.000 exemplaires ont déjà été plantés⁽³⁵⁾; il a, d'ailleurs, trouvé le même succès dans les

(30) WATTLES and WATTLES BARC, 1906.

(31) E. FRANÇOIS (Rev. Bot. appl., 1925).

(32) Revue de Botanique appl. Paris, 1926.

(33) C. WILLIAMS, S. Africa Journ., vol. I.

(34) GOFFART, Les acacias à écorce tannifère (Rev. écon. Franç., 1923).

colonies italiennes où, d'après PAVARI⁽³⁶⁾, il est « l'unique et grand victorieux des dunes tripolitaines ».

Malheureusement, ses qualités paraissent moins certaines au point de vue de son emploi pour la production des matières tannantes; il est, en effet, moins rigide que le *decurrens*, ses tiges sont souvent tordues et il forme de nombreux rejets qui rendent l'écorçage difficile; d'autre part, il atteint rarement une taille élevée. Enfin, il est beaucoup moins riche en tannin (11 à 12 p. 100). Des analyses effectuées par le Laboratoire de l'Institut national expérimental pour les Industries du Cuir de Turin, ont accusé une teneur en tannin de 15,37 à 16,03 p. 100 sur les échantillons fournis par le

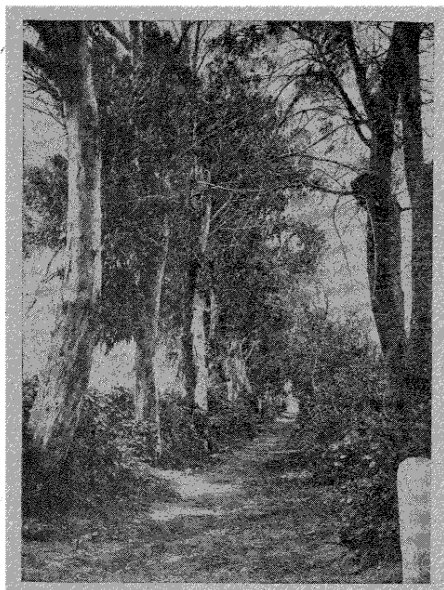


Fig. 13. — *Eucalyptus rostrata*.
Ferme expérimentale de Casablanca.

colossea, *gomphocephala*, *resinifera* ont particulièrement bien réussi; au Maroc, c'est surtout l'*E. rostrata* qui est répandu (fig. 13). Par ailleurs, l'*Eucalyptus occidentalis*, qui produit le « mallet bark », contiendrait, d'après V. BULOW DALTON, 49,5 p. 100 de matière tannante, de 28 à 45 p. 100 d'après le Forest Department d'Australie, de 35 à 40 p. 100 de tannin selon l'Imperial Institute, mais son développement est beaucoup moins rapide et il ne trouve peut-être pas ici les conditions qui lui sont favorables, bien qu'il existe cependant quelques beaux exemplaires.

D^r LEONE et provenant de branches très jeunes, alors que l'écorce de chêne en contiendrait à peine 8 p. 100; aussi, ALDO PAVARI⁽³⁷⁾ pense-t-il que l'*Ac. cyanophylla*, qu'il considère d'ailleurs, avec BAILEY⁽³⁸⁾, comme un synonyme ou une simple race de l'*Ac. saligna*, pourra avoir une bonne utilisation comme matière tannante. Les analyses, rappelées plus haut, d'échantillons marocains, indiquent une richesse de 29,6 p. 100.

EUCALYPTUS. — L'eucalyptus réussit également d'une façon parfaite au Maroc, et les plantations commencées dans la région de Lallo Ito et de Sidi Yahia il y a 6 à 7 ans, s'étendent de plus en plus. Pour certains colons, cette plante serait encore plus intéressante, au point de vue économique tout au moins, que l'acacia lui-même.

Toutefois, elle n'est pas cultivée jusqu'ici pour la production de la matière tannante, mais seulement pour son bois.

En Tripolitaine, les variétés *rostrata*,

(35) JACCARD, *Les dunes de Mogador et leur fixation* (Journ. forest. Suisse. 1926.)

(36) *La selvicoltura in Tripolitania* (L'Agricolt. Colon., 1927).

(37) *Loc. cit.*

(38) *The Standard Cyclopedie of Horticult.*, London, 1914,

L'EXAMEN SPECTROGRAPHIQUE DES MÉTAUX AU MOYEN DES RAYONS X ⁽¹⁾par M. ALBERT ROUX, *Ingenieur des Arts et Manufactures.*

L'installation réalisée au Laboratoire de Métallurgie du Conservatoire national des Arts et Métiers a pour but de permettre l'étude de la structure cristalline des métaux et de leurs alliages.

Nous allons rappeler rapidement quels sont les principes utilisés dans cette application des rayons X.

Un corps cristallisé est, d'après l'hypothèse de Bravais, constitué par des particules identiques, de même orientation, occupant chacune l'un des points d'intersection ou « nœuds » de 3 séries de plans parallèles régulièrement espacés qui constituent les « plans réticulaires » du système. Un plan qui contient trois « nœuds » d'un réseau, en contient une infinité par suite de la répartition régulière de la matière : de tels plans constituent notamment les faces et les plans de clivage du cristal. La distance de deux plans consécutifs, qui est la même dans chaque série, est très petite, de l'ordre du cent millième de millimètre.

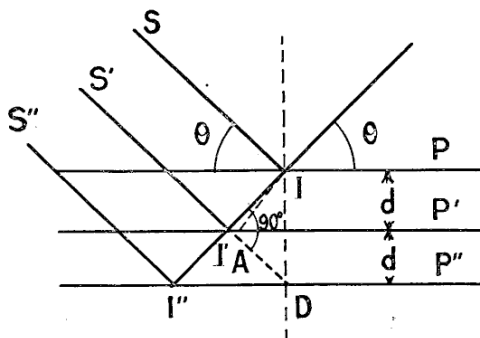


Fig. 1. — Réflexion des rayons X. — P P' P'', plans réticulaires du cristal.

Les rayons X sont de nature ondulatoire et doivent donner naissance à des phénomènes de diffraction ; leurs longueurs d'onde varient de 10^{-7} cm à 10^{-9} cm ; il faudra pour les diffracter, utiliser des réseaux de très petites dimensions. C'est Laue qui, le premier, émit l'hypothèse que les mailles des réseaux cristallins devaient permettre d'obtenir des spectres de diffraction des rayons X. Friedrich et Knipping, en 1912 à Munich, vérifièrent expérimentalement l'hypothèse de Laue, et, par suite, celle de Bravais.

La méthode de Laue ne peut qu'indiquer les propriétés de symétrie des cristaux, mais ne permet pas d'évaluer la distance de plans réticulaires. Sir H. W. Bragg, par la suite, fit le raisonnement suivant :

Soit P la face d'un cristal parallèle aux plans réticulaires P'P'' (fig. 1), dont la distance est d ; SI, S'I', S''I'' un faisceau de rayons X parallèles monochromatiques : il y aura diffraction de ces rayons par la face et par les plans réticulaires. Si nous fixons notre attention sur le point I, le rayon diffracté en ce point suivant une direction symétrique de SI par rapport à la normale à la face P, pourra être renforcé par les rayons diffractés I', I'', sur les plans réticulaires P' et P'', si la différence des chemins parcourus par les rayons est un nombre entier de longueurs d'onde. Pour les rayons SI et

(1) Recherches exécutées par l'auteur au Laboratoire de Métallurgie du Conservatoire national des Arts et Métiers et pour lesquelles il a reçu une subvention de la Société d'Encouragement.

$S'I'$, par exemple, cette différence est égale à $AI' + I'I$. On voit sur la figure que $I'I = I'D$, donc $AI' + I'I = AD$, et dans le triangle rectangle AID , on a $AD = ID \sin \theta$; donc la condition pour que les rayons soient en concordance de phase est :

$$n\lambda = 2d \sin \theta \quad [1]$$

où n désigne un nombre entier, λ la longueur d'onde des rayons incidents. Si λ est connu, on pourra déterminer d quand on connaîtra θ .

Bragg, en outre, a démontré que, lorsqu'un cristal tourne autour d'un axe situé dans le plan d'une de ses faces, des rayons issus d'une fente parallèle à l'axe de rotation sont diffractés par la face en donnant une image de même dimension que la fente et également distante de l'axe.

Si S (fig. 2) est la fente, source de rayons monochromatiques, AB la face réfléchissante, O l'axe de rotation, OS le rayon incident dont l'angle θ avec la face AB satisfait à la relation [1]; le rayon réfléchi en O fait un angle θ avec la face. Après rotation du cristal, AB est venu en $A'B'$ et c'est le rayon SO qui a pour angle d'incidence θ . Le nouveau rayon réfléchi rencontrera OS' en S' tel que $OS' = OS$.

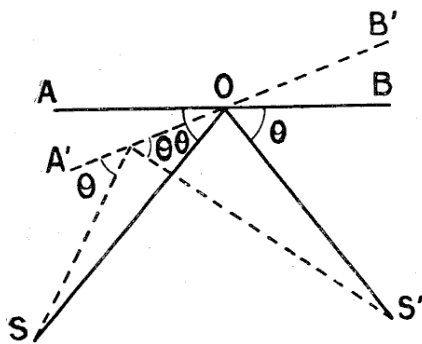


Fig. 2. — Position de l'image d'une fente pendant la rotation de la face réfléchissante du cristal.

Si le rayonnement n'est pas monochromatique, à chaque longueur d'onde correspondront un angle θ et une image différente de la fente; quand le cristal tournera, on obtiendra sur un film photographique circulaire de centre O , de rayon OS , une série de raies correspondant aux images de la fente fournies par les diverses longueurs d'onde.

La méthode du cristal tournant permet de calculer la distance des plans réticulaires parallèles à la face réfléchissante du cristal.

Il est possible d'enregistrer en même temps les spectres réfléchis sur les différents plans réticulaires du système cristallin.

La pulvérisation d'un gros cristal fournit non pas une poudre amorphe, mais une infinité de petits cristaux, de même nature que le cristal initial; il seront disposés au hasard avec toutes les orientations possibles.

La distance de deux plans consécutifs n'est pas la même pour les différents systèmes de plans réticulaires : il en résulte que chaque système aura son angle θ caractéristique.

Si un faisceau de rayons monochromatiques tombe sur un tas de poudre, il rencontrera certainement des petits cristaux qui auront des faces orientées sous l'incidence voulue pour satisfaire à la relation [1]; on obtiendra ainsi plusieurs images de la fente fournies par les diverses faces du cristal.

Il y a des dimensions optima de grosseur de grains à observer pour obtenir des spectres nets avec la méthode des poudres : elles ont été indiquées par H. Weiss ⁽²⁾.

Dans l'étude des métaux on peut aussi utiliser comme face réfléchissante

(2) H. WEISS, *The application of X Rays to study of alloys* (Proceedings of the Royal Society, vol. 108, 1923.)

une plaque polie de métal. La métallographie microscopique montre que les métaux sont constitués de petits grains accolés; dans certains cas, ces grains ont les dimensions voulues et ne sont pas orientés suivant la même direction : ils pourront remplacer la poudre.

Cette méthode des poudres est aussi intéressante parce que la méthode du cristal tournant nécessite un cristal de dimension suffisante que l'on ne possède pas dans tous les cas.

DESCRIPTION DE L'INSTALLATION. — *Spectrographe.* — La figure 3 en donne la vue en plan. Il comprend une fente F, un porte-cristal C, un porte-film P, et un mouvement d'horlogerie qui permet les oscillations du porte-cristal.

La fente est comprise entre deux blocs de laiton de 26 mm de longueur et de 18 mm de hauteur, dont l'écartement est réglable.

Le porte-cristal est formé par une équerre en laiton, dont la face horizontale porte une queue d'aronde qui peut coulisser dans une glissière de forme correspondante creusée dans un cercle horizontal; l'axe de la glissière passe par le centre du cercle. Le cristal est accroché sur la face verticale de l'équerre au moyen de cire molle.

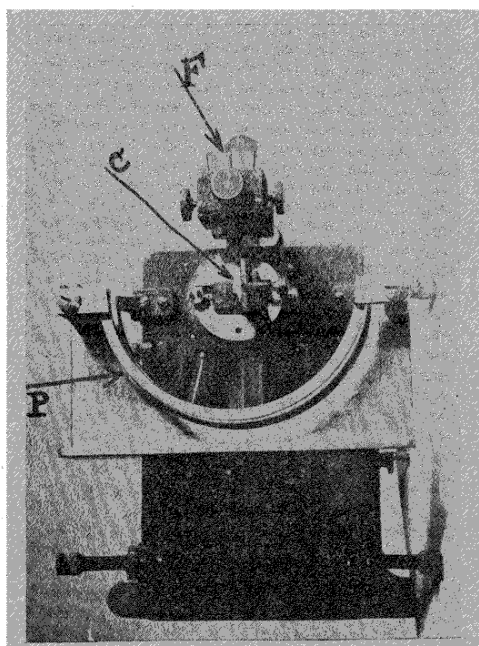


Fig. 3. — Plan du spectrographe.
F, fente de largeur variable; — C, porte-cristal oscillant; — P, porte-film fixe

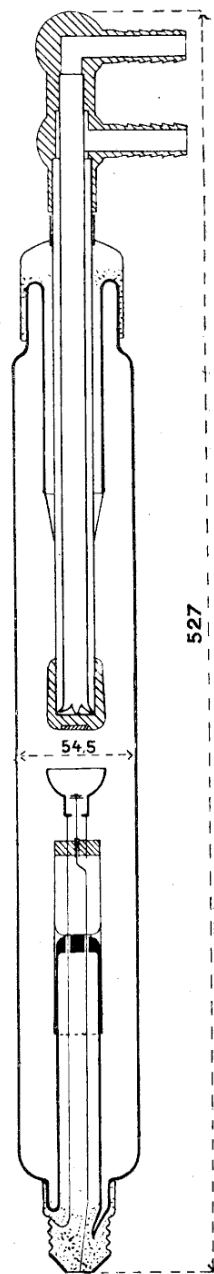


Fig. 4. — Tube Coolidge à anticathode de molybdène.

Le cercle porte en son centre un pivot vertical qui peut être rendu solidaire, au moyen d'une vis, d'un levier qui restera tangent à une came animée d'un mouvement de rotation. On obtient de cette façon le mouvement de rotation du cristal. La forme de la came est telle que la vitesse d'oscillation soit constante. On peut obtenir des amplitudes d'oscillation de 5° , 10° , 15° en changeant les comes.

Le porte-film est constitué par un demi-cylindre ajouré en laiton, dont l'axe coïncide avec l'axe de rotation.

Ampoule et appareillage électrique. — On utilise un tube Coolidge à

anticathode de molybdène refroidie par circulation d'eau (fig. 4); ce tube est cylindrique, son diamètre extérieur est de 54,5 mm, la face de l'anticathode est perpendiculaire à l'axe du tube. Il peut être alimenté à volonté par un courant alternatif sous les tensions maxima de 28.300, 35.400, 42.500, 49.500, 56.600 V, avec une intensité efficace de 10 mA.

Le courant du secteur (200 V) passe d'abord dans un petit auto-transformateur (fig. 5) qui permet d'obtenir 5 tensions, comprises entre 55 et 110 V. L'autotransformateur alimente directement le primaire du transformateur de haute tension, qui fournit le courant à l'ampoule.

La cathode est chauffée par le courant d'un autre transformateur alimenté directement par le secteur; le secondaire de ce transformateur est isolé pour une tension de 100.000 V maximum, par rapport au primaire et à la terre.

On fait varier l'inten-

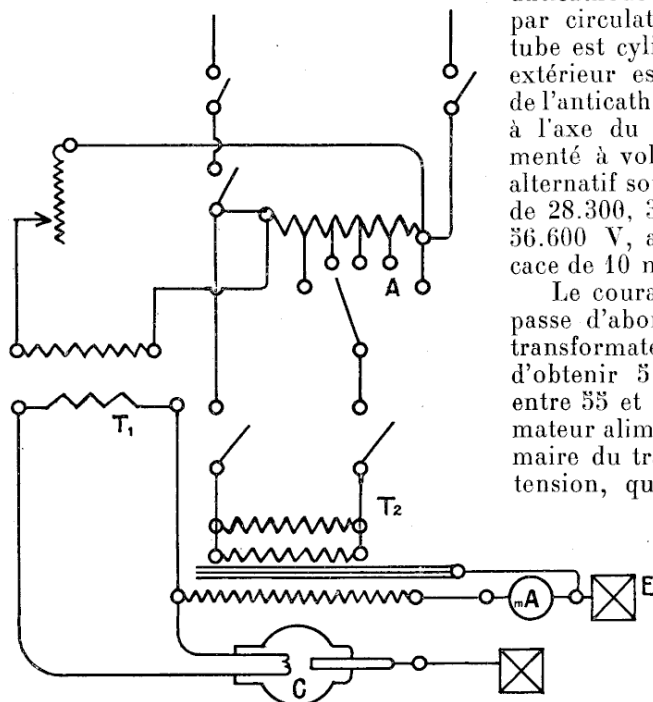


Fig. 5. — Appareillage électrique.

A, auto-transformateur; — C, tube Coolidge; — E, terre; — T₁, transformateur de chauffage du filament; — T₂, transformateur d'alimentation du tube; — mA, milliampèremètre.

sité du courant de chauffage du filament au moyen d'un rhéostat en série dans le circuit primaire du transformateur; la tension aux bornes du filament peut varier de 6 à 11 V.

L'ampoule est placée dans un coffre en plomb de 5 mm d'épaisseur de parois (fig. 6); le coffre est mis à la terre; les rayons sortent par une petite ouverture ménagée dans les parois de la cuve à la hauteur de l'anticathode. Cet isolement de l'ampoule a pour but de protéger les expérimentateurs et aussi la pellicule photographique qui, sans cette précaution, risquerait d'être voilée sur toute sa surface par les rayons diffractés sur les différents objets qui entourent l'ampoule.

L'ensemble du spectrographe et de la cuve en plomb est représenté sur la figure 7.

Cette installation a été réalisée dans une pièce du laboratoire où sont effectuées d'autres recherches. Pour protéger les personnes qui sont obligées de stationner à proximité, on a enfermé l'ampoule et les transformateurs dans une cabine accolée à un mur épais et les trois cloisons de séparation de la cabine avec la pièce sont doublées d'une feuille de plomb de 1,5 mm. La commande de l'autotransformateur et l'ampèremètre sont placés au dehors de la cabine.

VÉRIFICATION DU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION. — Nous avons repris les études effectuées par d'autres auteurs et reproduit les spectres de l'alumi-

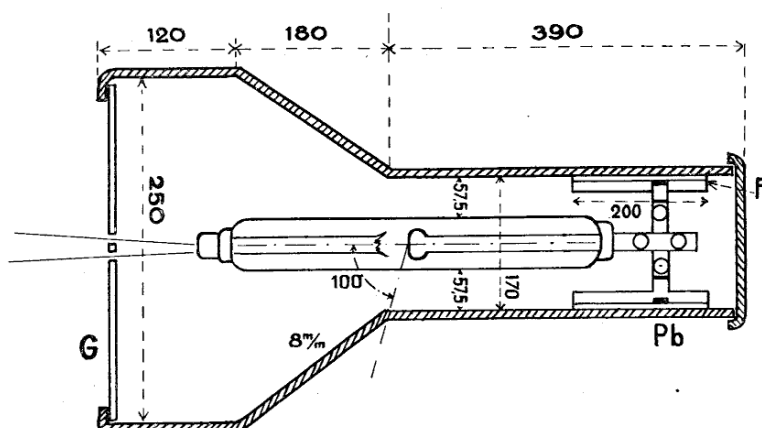


Fig. 6. — Coffre en plomb de l'ampoule Coolidge.

F, fer cornière de 25×2 mm; — G, glace plombifère de 8 mm d'épaisseur; — Pb, plomb.

nium, du cuivre, et d'un bronze d'aluminium. Nous avons débuté par le spectre de l'aluminium déjà obtenu par Hull⁽³⁾.

Il faut envoyer sur l'échantillon dont on veut déterminer le spectre un rayonnement aussi monochromatique que possible; sans cela on risquerait de ne pas pouvoir interpréter les résultats obtenus parce que les images seraient trop compliquées.

Le rayonnement fourni par une ampoule est complexe; il est formé de rayons de longueurs d'onde et d'intensités différentes. Si l'on trace la courbe des intensités en fonction de la longueur d'onde λ , on constate, si le potentiel d'excitation est suffisant, que, pour certaines valeurs de λ , l'intensité croît brusquement. Ces longueurs d'onde sont caractéristiques du métal qui constitue l'anticathode.

Avec une anticathode de molybdène, pour un potentiel voisin de 30.000 V, les rayons de longueur d'onde 0,712 Å sont très intenses, ainsi que ceux de longueur d'onde 0,631 Å, ces derniers l'étant cependant beaucoup moins.

Les premiers sont désignés sous le nom de raie α , les seconds sous celui

(3) HULL, *Physical Review*, Vol. X, p. 664, 1917.

de raie β . On pourra éliminer ou affaiblir suffisamment tous les rayons autres que α , en filtrant le rayonnement à travers une couche de zircone de 0,35 mm d'épaisseur⁽⁴⁾.

Nous avons utilisé pour l'obtention des spectres la tension de 35.400 V, qui peut être fournie par l'installation; nous avons également utilisé un filtre de zircone; dans ces conditions le rayonnement fourni par l'ampoule

est pratiquement monochromatique et de longueur d'onde $\lambda = 0,712 \text{ \AA}$. La figure 8 reproduit le spectre obtenu par diffraction sur une face plane d'un fil d'aluminium de 4 mm de diamètre. Cette face, dressée à la lime, a été attaquée pendant quelques secondes par de l'acide chlorhydrique. On prend cette précaution parce que le polissage a orienté les cristaux suivant certaines directions privilégiées qui donneraient certaines raies avec une intensité anormale sur les spectres.

Le décapage a pour but de détruire cette couche superficielle qui conduirait à des erreurs d'interprétation.

Il faut régler soigneusement la position du spectrographe par rapport à l'ampoule. On doit s'assurer d'abord que le plan médian de la fente passe par l'axe de rotation de la plateforme, et que la distance de la fente au cristal est égale à la distance du cristal à la plaque.

On place ensuite un écran fluorescent au tungstate de calcium dans le porte-plaque et on déplace le spectrographe par rapport à l'ampoule jusqu'à ce que l'image de la fente soit la plus intense possible; dans

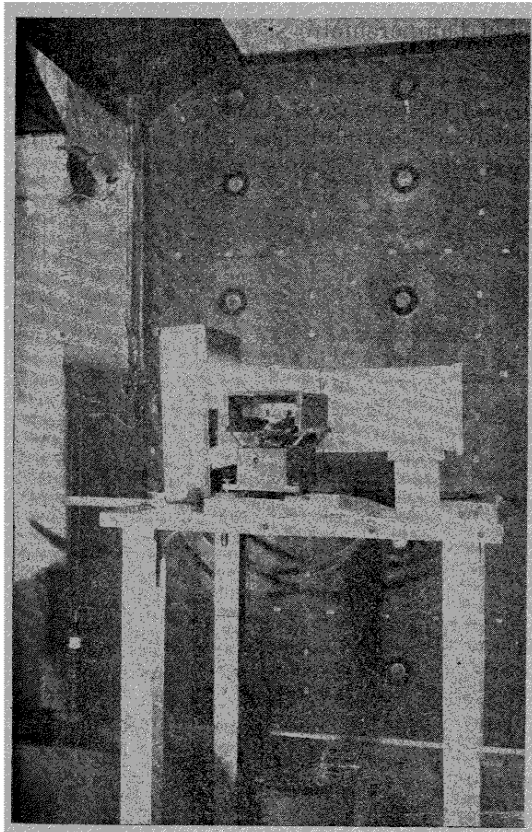


Fig. 7. — Spectrographe et cuve en plomb. — En bas, à gauche, transformateur de réchauffage du filament; — en bas, au milieu, transformateur d'alimentation de l'ampoule.

cette position, le plan de la fente passe par le foyer de l'anticathode. On règle alors la surface de l'échantillon par rapport au faisceau. Le spectrographe est immobilisé et le porte-cristal est déplacé dans sa glissière jusqu'à ce que la surface plane de l'échantillon, qui est rendue parallèle au faisceau de rayons X, vienne se placer dans le plan médian du faisceau. On voit sur l'écran que cette condition est réalisée lorsque l'ombre de l'échantillon coupe en son milieu l'image de la fente. Dans cette position, le plan de

(4) HULL, *Loc. cit.*

l'échantillon contient l'axe de rotation, puisque ce dernier se trouve dans le plan médian de la fente.

Le film photographique est mis en place et on y trace l'image de la fente par une pose courte de 30 secondes environ, afin d'obtenir sur le spectre la position des rayons non déviés. Ces rayons seront arrêtés par la suite pendant toute la durée de l'expérience au moyen d'un petit écran de plomb, et on ne recueillera plus que les rayons diffractés par l'échantillon⁽⁵⁾.

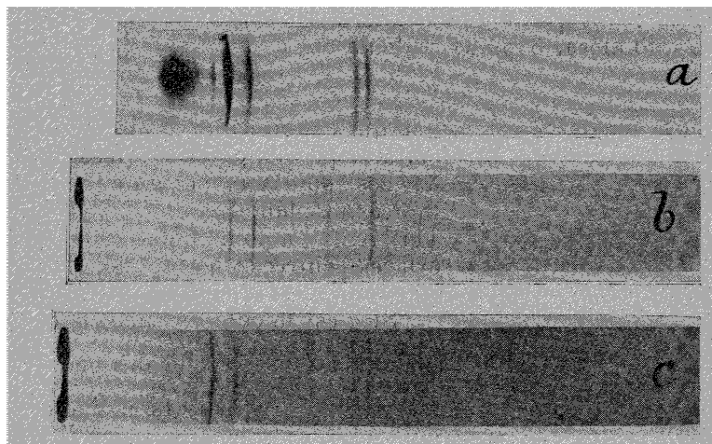


Fig. 8, 9 et 10. — Spectres obtenus.
a, aluminium; — b, cuivre; — c, bronze d'aluminium.

Le tableau I résume les résultats obtenus en opérant avec un film Kodak à double émulsion, et un écran renforceur au tungstate de calcium derrière le film :

TABLEAU I

DISTANCE DE LA LIGNE AU CENTRE (mm)	ANGLE 2θ (grades)	DISTANCE DES PLANS (Ångström)	INDICE DES PLANS ET RAYONNEMENT	INTENSITÉ DES LIGNES
16,20	17,19	2,343	411 β	moyenne
18,40	19,52	2,34	111 α	très forte
21,25	22,55	2,020	100 α	forte
30,25	32,11	1,440	110 α	faible
31,5	33,43	1,218	311 β	très faible
33	35,03	1,162	411 β 2 ^o ordre	très faible
36	38,21	1,200	311 α	forte
37,5	39,80	1,160	111 α 2 ^o ordre	forte
43,5	46,17	1,005	100 α 2 ^o ordre	très faible
48	50,95	0,9135	331 α	faible
54,5	57,85	0,8145	211	faible

(5) M. Mathieu, élève de l'École normale supérieure, qui a fait un stage au Laboratoire de Bragg en Angleterre, a bien voulu nous indiquer ce processus de mise au point, et nous guider dans nos premières expériences. Nous le prions de trouver ici l'expression de notre gratitude.

Intensité	40 mA
Temps de pose.	5 heures
Distance du cristal à l'anticathode.	18 mm
Largeur de la fente	0,2 mm
Amplitude d'oscillation.	15°

On déduit de ces résultats, en prenant la moyenne, que le réseau élémentaire de l'aluminium est un cube à faces centrées dont la dimension de la maille est de 4.022 Å (le chiffre indiqué par Hull est 4.043).

Nous rappellerons que, pour désigner un cristal cubique, on prend comme plans de coordonnées, 3 plans réticulaires concourants (fig. 11). Un plan

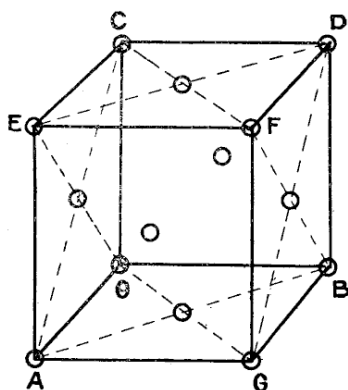


Fig. 11.

quelconque est défini en menant par le point A de coordonnées 100, un plan parallèle qui coupe les axes des coordonnées en certains points, et les inverses des distances de ces points à l'origine constituent les indices du plan. Le plan ACB a pour indice 111, AEGF a pour indice 100. Dans le cube à faces centrées, les atomes sont disposés aux sommets du cube et au milieu des faces.

Si a est le côté du cube, la distance des plans 111 est $\frac{a}{\sqrt{3}}$, celle des plans 100 est $\frac{a}{2}$, etc. On trouve dans le mémoire de Hull, déjà cité, des tableaux qui donnent les distances des plans réticulaires rangées par ordre de grandeur décroissante dans différents types de structure du système cubique

(simple, cube centré, cube à faces centrées).

Nous avons ensuite tracé le spectre du cuivre (fig. 9) en opérant sur une coupe polie d'un fil de cuivre de 4 mm de diamètre. La figure 12 en est sa micrographie au grossissement 125. Avant diffraction, la surface avait été attaquée à l'acide azotique.

Le tableau II indique les résultats obtenus en opérant dans les mêmes conditions que pour l'aluminium, avec une durée de pose de 6 heures.

TABLEAU II

DISTANCE DES LIGNES AU CENTRE (mm)	ANGLE 2θ (grades)	DISTANCE DES PLANS (Ångström)	INDICE DES PLANS ET RAYONNEMENT	INTENSITÉ DES LIGNES
21	22,29	2,045	111 α	forte
24,25	25,63	1,528	100 α	forte
33,5	35,54	1,294	110 α	faible
40,75	43,25	1,069	311 α	moyenne
42,50	45,41	2,050	111(α) 2° ordre	très faible

On en déduit que le réseau élémentaire du cuivre est un cube à faces centrées, dont la dimension de la maille est de 3,602 Å (H. Weiss trouve 3,604) ⁽⁶⁾.

(6) Loc. cit.

Nous avons enfin opéré sur un bronze d'aluminium ayant pour composition : aluminium, 8, et cuivre, 92, dont la micrographie est reproduite dans la figure 13, au grossissement 125. C'est une solution solide.

Le spectre (fig. 10) a été obtenu, toujours comme pour les deux métaux précédents, sur une face polie attaquée à l'acide azotique. La durée de pose a été de 5 heures. Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau III.

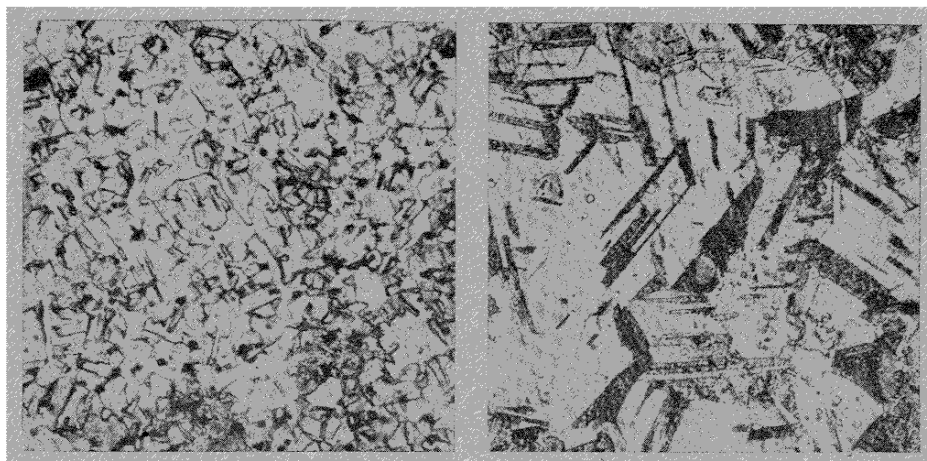


Fig. 12 et 13. — Micrographies des métaux examinés ($G = 125 d$) après attaque au chlorure de cuivre ammoniacal.

Fig. 12. — Cuivre.

Fig. 13. — Bronze d'aluminium.

TABLEAU III

DISTANCE DES LIGNES AU CENTRE (mm)	ANGLE 2θ (grades)	DISTANCE DES PLANS (Angstroms)	INDICE DES PLANS ET RAYONNEMENT UTILISÉ	INTENSITÉ DES LIGNES
18,5	19,63	2,05	111 β	très faible
20,5	22,82	1,995	111 α	forte
23,75	24,91	1,829	100 α	moyenne
34,7	35,66	1,249	110 α	faible
40,0	42,99	1,087	311 α	très faible
42,0	44,59	1,035	111 α 2 ^o ordre	très faible

Le réseau élémentaire est également un cube à faces centrées dont le côté de la maille est de 3,608 Å.

Owen et Preston ⁽⁷⁾ ont trouvé que lorsque l'aluminium varie de 0 à 8 p. 100 dans la solution solide cuivre-aluminium, le réseau élémentaire est un cube à faces centrées dont le côté varie de 3,60 à 3,65 Å.

(7) OWEN et PRESTON, *Proc. Phys. Soc. (London)* 1923, 36-14-30.

L'AGGLOMÉRATION DES SCIURES DE BOIS ET DES COPEAUX D'USINAGE

par M. JULIEN PETITPAS, *Ingénieur des Arts et Métiers.*

PRINCIPE D'AGGLOMÉRATION. — La simple éventualité de pouvoir récupérer un déchet industriel mérite examen; mais quand le déchet est lui-même beaucoup plus important en poids que la matière première finalement utilisée; quand son accumulation sous un volume considérable présente un danger permanent et quand, au surplus, son écoulement est très difficile, ce n'est plus à un simple examen que doit s'arrêter l'industriel avisé.

C'est le cas des sciures et copeaux. Les millions de tonnes annuellement inutilisées en France ne se totalisent pas encore en compte définitif : le développement de l'électrification des usines, correspond pas à pas à la suppression de chaudières d'utilisation. L'électricité est entrée en lutte ouverte contre l'utilisation immédiate des déchets. Là où elle gagne du terrain, on peut se voir contraint d'établir un four pour leur destruction pure et simple.

Un autre facteur contribue à maintenir cette question à l'ordre du jour : on admet maintenant que les sciures et les copeaux (non pas un produit volatil tiré du bois, mais le déchet lui-même) peuvent être rangés au nombre des carburants nationaux. Pour cela ils doivent être briquetés.

Dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale* de mai 1925, l'agglomération des déchets de bois a déjà fait l'objet d'une étude de principe dans laquelle nous préconisions l'emploi d'un liant aqueux, appliqué à froid. Après avoir éliminé les méthodes connues, d'application difficilement réalisable ou donnant des briques qui ne conservent pas au feu leur volume de compression, nous disions qu'une condition essentielle du succès de cette méthode est de n'introduire dans le mélange bois-liant qu'une faible quantité d'eau, d'autant plus faible que la teneur de l'agglomérable est elle-même élevée. Il est important en outre que l'agglutinant soit constitué de manière à conserver sa teneur d'eau jusqu'à sa division complète dans l'agglomérable : la sciure très avide d'eau pourrait en effet, dès le début du malaxage, absorber l'eau de la colle, et, de ce fait, lui ôter ses propriétés agglutinantes. Pour constituer une colle stable, nous coagulons un support fait de déchets de farines, de pulpes de pomme de terre ou de tout autre produit gélifiable, et nous chargeons la masse gélifiée d'un produit à grand pouvoir adhésif, comme le goudron, le silicate de soude, etc.

En concluant notre exposé nous exprimions la conviction de pouvoir réaliser le matériel répondant au but visé depuis plusieurs années. Voici ce matériel.

MATÉRIEL. — Dans le principe même du malaxage et de la compression, les données de laboratoire et celles d'essais à petite échelle n'ont subi aucune modification, mais en passant à l'échelle industrielle nous ne disposions d'aucun élément de comparaison, puisque tout est nouveau dans le procédé. Seule l'expérience pouvait être mise à contribution. On peut maintenant décrire ce matériel très simple et le mode opératoire. Nous verrons ensuite quelles sont les propriétés du combustible fabriqué.

L'agglomération des sciures et copeaux est obtenue en deux temps : le malaxage, la compression.

Précisons d'abord que, par le *malaxage*, l'agglomérable change très peu d'aspect. On l'a versé sec (degré de siccité ordinaire du bois, soit environ 20 p. 100 d'eau) dans la cuve tronc-conique FB (fig. 1); on a lancé dans cette cuve en un bloc, la colle gélifiée et la machine a été mise en marche. La cuve tourne autour de son axe vertical sur des galets : le mélange est assuré par le battage et le froissage simultanés des produits à malaxer. Le volume de la colle est si réduit que si elle

n'est pas colorée, un observateur non averti ne saurait affirmer qu'une sciure est déjà malaxée tant son aspect est peu changé.

Par une trappe centrale on vide la charge du malaxeur dans un bac C, intermédiaire. La contenance de ce réservoir assure un volant au service de la presse, située au-dessous.

Contrairement à ce que certains imaginent, une grande pression n'est pas nécessaire. Sur des volumes réduits, elle a été évaluée entre 30 et 40 kg : cm²; sur de grandes briques, on peut être amené à augmenter cette pression.

Le moule M de la presse (fig. 2) comprend 6 compartiments ouverts par en haut et par en bas. Six blocs de pression sont portés par le piston de la presse hydraulique et agissent de bas en haut. Un tiroir T permet par son ouverture de laisser tomber le contenu d'un distributeur D, qui a été rempli entre deux opérations. Le tiroir T refermé, on actionne la presse au moyen de la pompe rotative Hele-Shaw P. Elle est alimentée à l'huile par un réservoir figuré schématiquement, qui doit être hermétiquement clos pour que son contenu reste à l'abri des poussières. Le retour d'huile s'effectuant au desserrage dans le même bac, cette distribution n'exige plus aucune attention quand elle a été réglée une fois pour toutes.

Les 6 briques ayant été comprimées, on lâche la pression par la manœuvre du levier de commande de la pompe. Le piston descend et les 6 pains restent adhérents au tiroir. On les amène par glissement du tiroir et les voilà détachés par l'abatage d'une contre-plaque.

Entre le moment de la pression et celui du lâcher on attend un temps, qui varie de l'instantané à 2 minutes suivant que le produit est plus ou moins réfractaire à l'agglomération. Après leur dégagement, les briques sont groupées dans de grands casiers de bois où elles reposent pendant 3 ou 4 heures avant d'être sans autre précaution mises en magasin. Il suffit dès lors que le lieu d'emmagasiner soit sec et de préférence traversé d'un courant d'air, à la manière d'un séchoir à air libre.

Les briques obtenues restent emmagasinées dans ces conditions pendant 15 à 20 jours; après quoi elles auront acquis leurs qualités définitives, c'est-à-dire qu'elles seront très peu hygrométriques, nullement fermentescibles, pourront être accumulées dans des conditions généralement admises pour n'importe quel autre combustible, étant entendu qu'elles ne seront pas exposées à la pluie. Au feu, la tenue de ce combustible est parfaite: il ne gonfle ni ne se délite; la fumée qu'il dégage est imperceptible. Les caractéristiques ont été fixées au cours d'un essai prolongé.

ESSAI DE COMBUSTION. — 4 t environ de briques furent prélevées de la fabrication entreprise par M. Berger, constructeur-entrepreneur, livrées aux usines Pleyel de Saint-Denis, et brûlées dans une de leurs trois chaudières, après que toutes les précautions requises pour une expérience de démonstration eurent été prises, sous

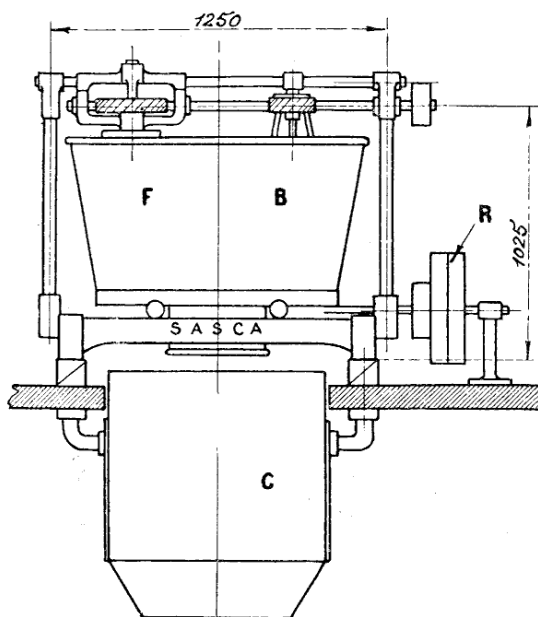


Fig. 1. — Malaxeur à vidange axiale.

F, froissage; — B, batteurs; — R, commande, réception; — C, capacité intermédiaire.

l'active impulsion de M. Guillotel, ingénieur. Nous avons convié à ces essais plusieurs techniciens éminents et l'un d'eux, réputé pour une longue carrière consacrée tout entière au chauffage industriel, M. Lecuir, fut prié d'en assurer la direction.

Après que quelques essais partiels eurent été poursuivis dans une chaudière voisine, celle désignée pour les essais fut brusquement vidée de son combustible et son cendrier nettoyé.

On procédait aux chargements au moyen d'un chariot taré et chaque charge de briques était pesée avant utilisation. Le compteur d'eau avait été vérifié la veille. Durant les essais, le laboratoire de la maison Pleyel, en la personne de son chi-

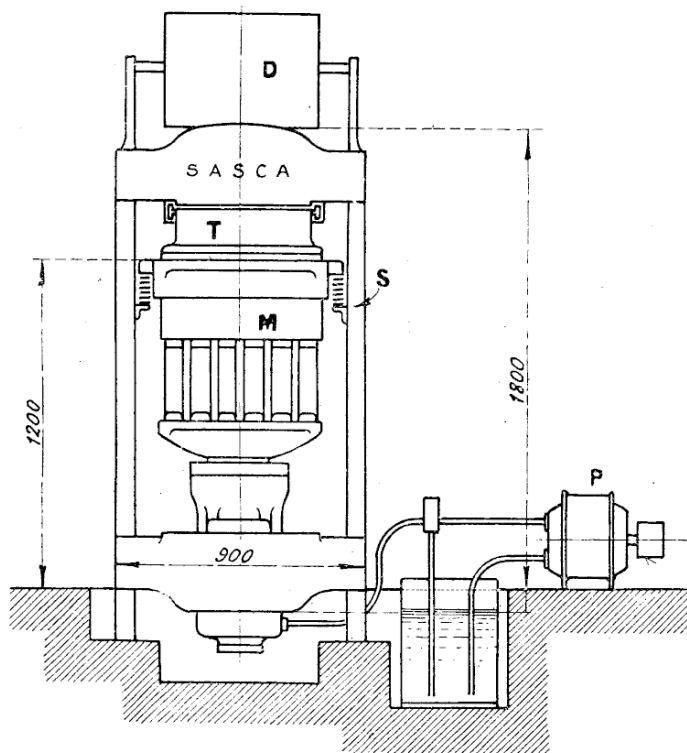


Fig. 2. — Presse hydraulique.

D, distributeur; — M, moule; — P, pompe; — T, tiroir d'éjection; — S, suspension.

miste M. Fournier, se chargea d'évaluer la teneur d'eau d'une brique prise au hasard et qui fut trouvée de 16 p. 100.

Voici le procès-verbal de l'essai :

Combustible : Briquettes de copeaux agglomérés (brevets Petitpas). Le lot comprend deux séries, soit 1/4 contenant de 60 à 70 p. 100 de copeaux de sapin, le reste étant de chêne, hêtre et divers; 3/4 contenant 60 à 70 p. 100 de copeaux de chêne, le reste étant composé de sapin, hêtre et divers.

Chaudière : n° 1 de l'usine. Multitubulaire Roser, type 1912, timbrée à 12 kg. Surface de chauffe : 201 m². Surface de grille : 4,80 m². Tirage naturel, cheminée de 30 m mesurant 1,30 m de diamètre d'orifice à la partie supérieure. Durée de l'essai : 7 heures 43 minutes (de 9 h. 12 m. à 16 h. 55 m.). Pression et niveau : la

pression a été maintenue très sensiblement constante à 5 kg : cm² et le niveau voisin du niveau initial; les cotes au compteur d'eau (Aster 1920, n° 400.341), les pressions, les températures d'eau d'alimentation ont été relevées toutes les 15 minutes.

Résultats : Poids du combustible consommé	3.402.400 kg
On a donc brûlé par heure et par mètre carré de grille : $\frac{3.402.400}{4,8} \times \frac{60}{463} = . .$	91.800 kg
(Ici le rapport 60 à 463 est celui de l'heure au nombre des minutes de la durée de la combustion.)	
Poids des cendres et imbrûlés	36.900 kg
Soit 1,08 p. 100 du poids brut du combustible.	
Poids d'eau vaporisée	13.270 kg
Allure moyenne de vaporisation (Poids d'eau vaporisée par heure dans les conditions de l'essai)	1.720 kg
soit par heure et par mètre carré de surface de chauffe : $\frac{1.720}{201} =$	8.550 kg
Vaporisation par kilogramme de combustible dans les conditions de l'essai (eau d'alimentation à 36°, vapeur à 5 kg : cm ² ; température correspondante de la vapeur d'eau saturée 151°) : $\frac{13.270}{3.402} =$	
1 kg d'eau prise à 0° et vaporisée à 151° (5 kg : cm ²) nécessite	632,56 cal
1 kg d'eau prise à 36° et vaporisée à 151° nécessite : 632,56 — 36 =	616,56 cal
1 kg de combustible a fourni : 616,56 × 3,9 =	2.408,58 cal
Pour transformer 1 kg d'eau prise à 0° en vapeur à 100°, il faut 637 cal; 1 kg de combustible permet de vaporiser, eau d'alimentation à 0° en vapeur saturée à 100° : $\frac{2.408,58}{637} =$	3,77 kg

Fumée : Ces briquettes brûlent sans fumée.

Rendement de la chaudière : En fait le pouvoir calorifique des copeaux de constitution des briques n'a pas été mesuré. D'après des mesures antérieures, on peut évaluer le pouvoir calorifique inférieur (teneur d'eau 16 p. 100) à 3 200 cal, ce qui donne pour rendement de l'essai du 3 août 1927 : $\frac{616,56 \times 3,9}{3200} = 0,75$.

Observation : Le résidu de la combustion, mesuré à raison de 1,08 p. 100 comprend cendres et imbrûlés. Dans cette grandeur sont donc incluses les grattures des briques, produites par la manœuvre au ringard sur la grille.

CONDITION ESSENTIELLE D'UNE BONNE FABRICATION. — Pour que les qualités du combustible numériquement exprimées soient obtenues, il lui faut remplir une condition quant à l'état de siccité du bois présenté à l'agglomération.

Un bois courant de menuiserie, industriellement considéré comme sec (planche, madrier, bastaing, etc.) contient environ 20 p. 100 d'eau. Dans cette situation, il est parfaitement aggloméré, sans préparation particulière. Il arrive rarement que des sciures ou des copeaux de bois sec soient insuffisamment oxydés pour l'agglomération. Les matières incrustantes du bois sont très oxydables et, du fait que le bois est sec, l'oxydation a été simultanément réalisée.

Une sciure provenant de la grume verte contient couramment la moitié de son poids d'eau et, d'autre part, est réfractaire à l'agglomération par insuffisance d'oxydation. Pour parer à cet inconvénient, un appareil dit *sénéliste* (fig. 3), a été construit; son objet est de brasser le produit dans l'air. Le ventilateur V étant embrayé, on introduit les sciures dans une manche aboutissant à l'orifice N; elles opèrent un certain nombre de circuits fermés entre le ventilateur et le cyclone, et, la vanne E étant ouverte, tombent dans le malaxeur, ou mieux dans un réservoir intermédiaire assurant le volant de fabrication. Dans une usine traitant les deux sortes de bois : menuiserie (bois sec) et grumes (bois vert), il sera préférable de tenir le sénélisateur à une certaine distance pour assurer assez longuement le traitement des sciures mouillées, sans gêner le travail des produits secs, arrivant directement du cyclone. Enfin, il peut arriver que tous les déchets arrivent mélangés, copeaux, sciures fraîches et sciures sèches. On agglomérera tout ensemble et si le

produit frais ne prédomine pas, le passage au sénélisateur n'excédera pas la durée d'un malaxage, soit 15 à 18 minutes en moyenne.

PRIX DE REVIENT DE L'AGGLOMÉRATION. — Dans une fabrication courante d'articles similaires, deux usines voisines travaillant au moyen de machines semblables avec une main-d'œuvre locale identique produisent à des prix différents. Le coût d'une agglomération suivra cette règle. En effet, son élément essentiel, la main-d'œuvre, peut être surveillé et encouragé d'une manière profitable. L'autre facteur important est l'agglutinant. De composition très variable, son prix dépendra des ressources

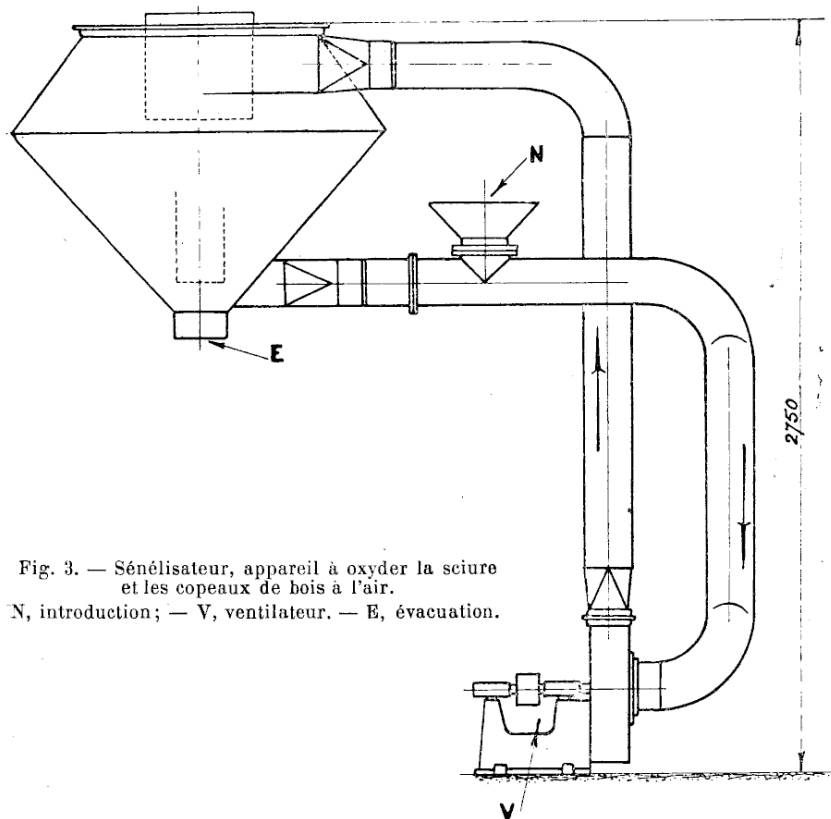


Fig. 3. — Sénélisateur, appareil à oxyder la sciure et les copeaux de bois à l'air.

N, introduction; — V, ventilateur. — E, évacuation.

locales en déchets industriels à pouvoir agglutinant : papeterie, féculerie, amidonnerie, tannerie, sucrerie, usine à gaz, etc. A Paris, en achetant tout sur place, on peut dépenser sur ce chapitre deux fois plus qu'en province; les produits alcalins eux-mêmes peuvent se prêter à une sérieuse économie. En organisant méthodiquement la préparation de l'agglutinant, on verra la dépense se fixer, suivant les circonstances locales, entre 20 et 40 fr par tonne de combustible.

Les briques brûlées au cours de l'essai décrit, étaient agglomérées au moyen d'un mélange de farines (déchets de minoteries et d'amidonneries) et de goudron de gaz, dont la proportion était, en poids d'agglomérable :

Eau	4	p. 100
Farines.	3	—
Goudron	1,75	—

Le produit alcalin émulsionnant et gélifiant était la soude, employée à raison de 1 p. 100 environ. Au total, les matières étrangères introduites dans le bois, abstraction de l'eau, n'atteignaient donc pas 6 p. 100 du poids des copeaux.

Pour une production de 1 à 3 t par jour, le prix de revient peut ainsi être évalué, pour une tonne :

Amortissement	15 à 20 fr
Agglutinants.	20 à 40 —
Main-d'œuvre	45 à 60 —
Total	80 à 120 fr

Pour une importante fabrication, de plus de 5 t par jour par exemple, on pourrait compter sur une certaine réduction de prix.

Le fait de récupérer les déchets au lieu de les manutentionner plusieurs fois, de les accumuler et souvent de les détruire, voire même de les transporter assez loin, sera une cause de réduction des frais généraux ordinaires de l'exploitation.

Grever le prix de revient de l'agglomération d'une part de ces frais, semblerait donc *a priori* inacceptable. L'industriel n'est pas fabricant de combustible; la question de prix pour lui se limite à la comparaison entre deux situations : une industrie sans ou avec récupération.

Matériellement, en espèces débouchantes, la différence pourra parfois sembler trop faible pour valoir au chef des soucis nouveaux; il préférera payer les frais d'une contravention périodique et jeter ses calories à la rivière; en d'autres termes il aimera mieux ne pas changer de soucis. Question de mentalité et de moralité.

DEUX NOTICES SCOLAIRES DE M. CH. FREMONT : LA LIME ET L'ÉTAU, LEUR ORIGINE ET LEUR ÉVOLUTION

par M. CH. DE FRÉMINVILLE, secrétaire général de la Société d'Encouragement.

Une importante et ancienne maison d'outillage⁽¹⁾ vient d'avoir l'heureuse idée de

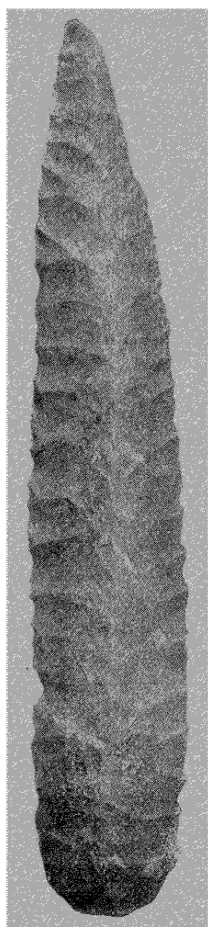


Fig. 1. — Râpe angulaire, en pierre taillée, servant à l'homme préhistorique à entailler le bois, l'os, la corne, etc.

répandre largement, dans sa clientèle, deux notices scolaires de M. Ch. Fremont, le lauréat bien connu de l'Académie des Sciences et de la Société d'Encouragement, dont tous les travaux sont marqués de la plus grande originalité. Ces deux notices, relatives à l'origine et l'évolution de la lime et de l'étau, extraites des mémoires importants de M. Ch. Fremont sur les mêmes sujets, ont eu un succès considérable, car c'est par milliers qu'elles ont été demandées pour les écoles d'apprentissage. Nous sommes donc convaincu qu'on lira avec intérêt l'aperçu que nous en donnons ici.

LA LIME. — Comme toujours, M. Fremont, ne négligeant aucune source d'information, remonte aux origines les plus reculées de cet outil. Après avoir montré l'usage que l'homme primitif a dû certainement faire de la coquille pour constituer une sorte de scie à voie large lui permettant de se procurer les bois nécessaires à la confection de masques, de huttes, de claies, de radeaux, etc., il indique comment, d'après lui, un silex d'une forme analogue, substitué à la coquille, a été peu à peu approprié au but poursuivi, pour arriver à constituer la véritable lime de pierre de la figure 1, remplacée à l'époque gallo-romaine par les limes de fer qu'on peut voir au musée de Saint-Germain.

Mais M. Fremont, qui est avant tout un éducateur, passe à l'utilisation de la lime. La figure 2, film pris au laboratoire du Dr Marey en 1894, avant l'exploitation commerciale du cinématographe, montre les *positions successives* du limeur pendant la période d'un *coup de lime*.

La figure 3 représente la lime dynamométrique de M. Fremont, enregistrant les efforts d'appui et de poussée des deux mains du limeur, en fonction de la course de la lime et du temps. Cet appareil permet d'établir le graphique des efforts de l'ouvrier (fig. 4), au moyen duquel on peut :

1° Voir si le limeur a, ou non, limé bien plan, par comparaison avec le tracé d'équilibre de la lime;

(1) Aux Forges de Vulcain, 3, rue Saint-Denis, Paris (1^{er}).

2° *Mesurer la quantité de travail* dépensé par l'ouvrier dont émane le graphique; cette quantité, variable avec les ouvriers, parfois du simple au double, est, en moyenne, de 5 à 6 kgm : s;

3° *Évaluer le rendement* d'une lime d'après le travail dépensé pour produire 1 kg

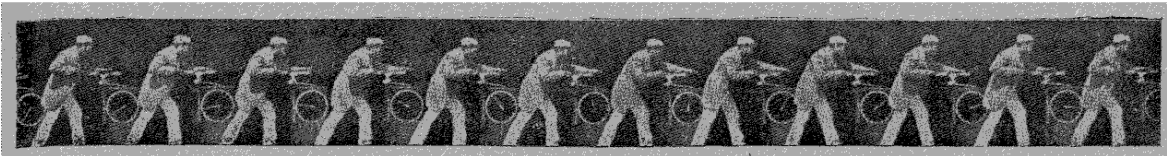


Fig. 2. — Positions successives du limeur pendant un coup de lime : aller et retour.

de limaille. Avec une lime de bonne qualité, et ayant encore peu servi, *il faut pour produire 1 g de limaille* :

pour l'acier,	environ	120	kgm
pour le cuivre	—	100	—
pour le laiton	—	90	—

La méthode Charles Fremont pour apprendre à limer. — On fait limer l'apprenti, à la fois sur deux barrettes en acier doux de 30×7 mm, de 10 cm de longueur, séparées par deux cales en acier carré de 12 mm, et serrées parallèlement dans une mordache en tôle (fig. 5).

L'apprenti, par l'effort de poussée de la lime, qui n'est pas le même suivant que

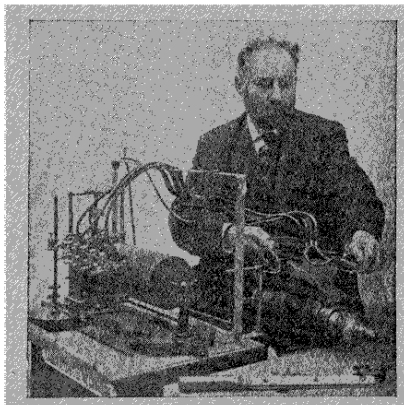


Fig. 3. — Enregistrement des efforts du limeur au moyen de la lime dynamométrique.

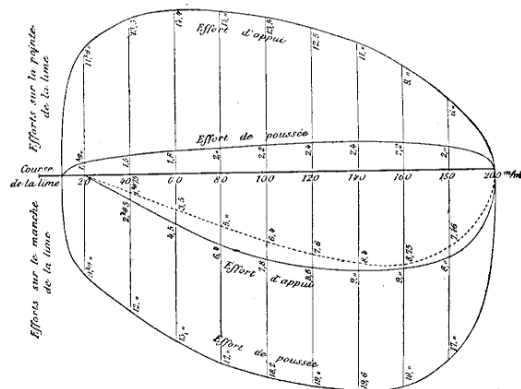


Fig. 4. — Graphique des efforts du limeur obtenu au moyen de la lime dynamométrique.

celui-ci attaque les deux barrettes ou une seule, *est renseigné* sur le résultat de son coup de lime et, avec un peu d'attention soutenue, *il parvient*, après un petit laps de temps, à *limer plan* en attaquant également, et à la fois, les deux barrettes

L'apprenti est, en outre, *guidé dans son travail par le son*, qui diffère, comme la résistance, et par la vue des traits de lime; *il termine cet apprentissage* en rapprochant successivement les deux barrettes qui ne sont plus alors séparées que par une cale et sont mises finalement en contact (fig. 6) ⁽²⁾.

(2) Extrait du 49^e mémoire *La lime*, publié par M. Fremont en 1916.

L'ÉTAU. — Après avoir montré les différentes manières d'immobiliser l'objet à travailler, en le tenant simplement à la main, ou même entre les pieds, seules employées par les hommes primitifs, M. Fremont passe en revue les pinces rudimentaires employées ensuite, pinces faites d'une branche fendue, subissant un

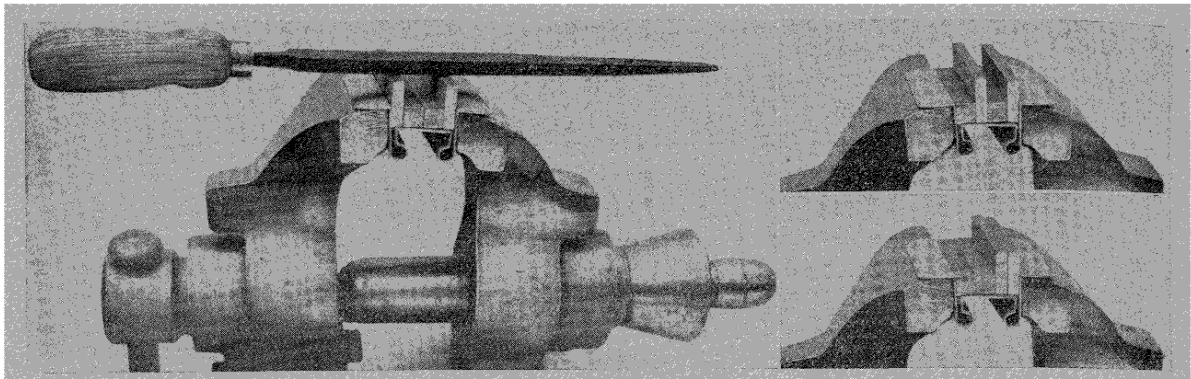


Fig. 5 et 6. — Dispositif imaginé par M. Fremont pour apprendre à limer.

premier perfectionnement par l'addition d'une bague glissante permettant un serrage graduel et continu remplaçant la pression exercée par la main de l'homme. La première forme de cette bague était sans doute un lien végétal ou une lanière de cuir. C'est du lien qu'est née l'invention du *tire-pied*, précurseur de l'étau, comme



Fig. 7. — Le tire-pied rigide du menuisier (xviii^e siècle).

la pince et la tenaille. On peut à ce sujet citer une stèle schématisant un atelier de sabotier gaulois, et montrant le sabot que taille l'ouvrier maintenu solidement à l'aide d'une lanière en cuir dont les deux extrémités sont réunies par une couture. Cette lanière embrasse le dessus de la pièce de bois et passe sous le pied du sabotier.

Le même tire-pied est employé par le tailleur de limes allemand du xvi^e siècle, mais, cette fois, il est double pour tenir la lime par les deux extrémités.

Le charpentier a rendu le tire-pied rigide, et le menuisier du xviii^e siècle en a fait un outil fort perfectionné représenté par la figure 7⁽³⁾.

Un peu plus tard, le tire-pied se transforme en un étau à deux mors verticaux

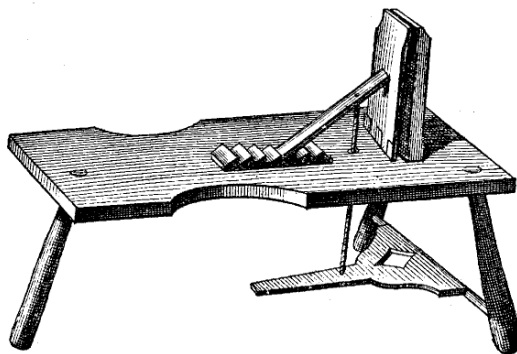


Fig. 8. — Serrage de la pièce par crémaillère et pédale.

(fig. 8), et enfin, une pression énergique peut être appliquée au serrage par l'adjonction d'une vis manœuvrée par une manivelle (fig. 9). L'étau s'achemine ensuite, graduellement, mais assez promptement, vers la forme usuelle avec mors articulés ou parallèles. Il est construit souvent avec une très grande recherche de la perfection

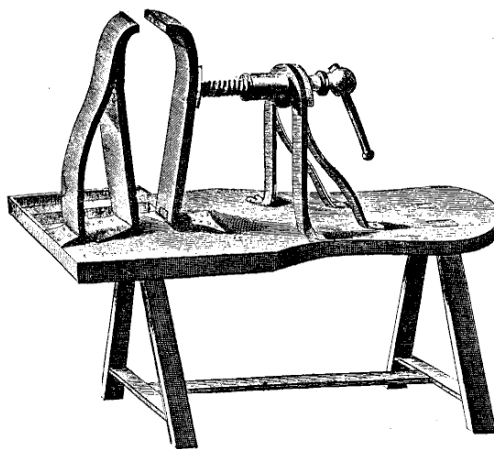


Fig. 9. — Serrage d'étau par vis et manivelle.

et même avec luxe, comme on peut en voir plusieurs dans les collections du Conservatoire national des Arts et Métiers (fig. 10).

Cette note sur l'étau se termine par des *exercices pratiques de mécanique* du plus grand intérêt pédagogique, initiant l'apprenti mécanicien aux expériences techniques

(3) Le tire-pied articulé, permettant d'exercer un effort considérable pour immobiliser un morceau de bois travaillé à la plane, est encore utilisé dans nos campagnes pour les petits travaux d'entretien du matériel agricole.

élémentaires qu'il peut effectuer à l'aide des instruments dont il dispose à l'atelier.

Tarer un ressort et tracer le graphique de ce tarage :

1° avec un ressort comprimé (fig. 11);

2° avec un ressort tiré (fig. 12).

Tarer un crusher métallique écrasé :

1° statiquement sous une presse ou un ressort taré (fig. 13);

2° dynamiquement sous un marteau (fig. 14).

Tracer le graphique de l'écrasement dans les deux cas.

Calculer le plus grand effort théorique de serrage que l'apprenti peut effectuer entre les mors de son étau,

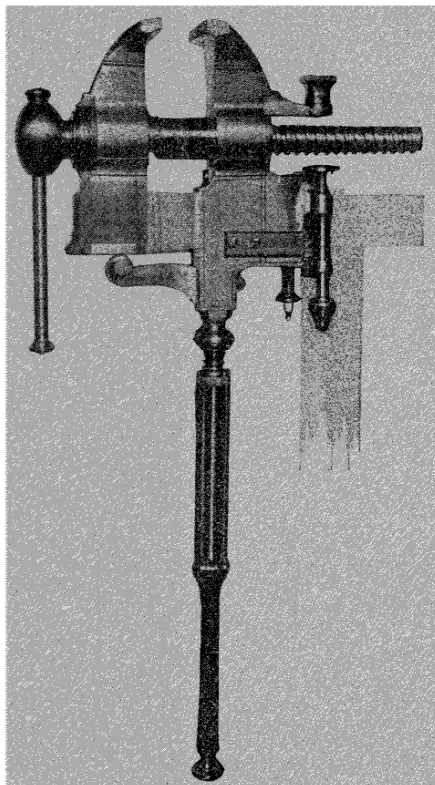


Fig. 10. — Un étau de luxe des collections du Conservatoire national des Arts et Métiers.

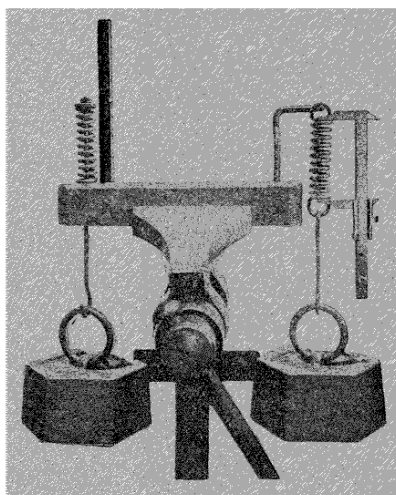


Fig. 11.

Fig. 12.

Tarage de ressorts.

en se suspendant à l'extrémité de la manivelle amenée dans la position à peu près horizontale.

Évaluer expérimentalement l'effort réel de serrage sur un crusher connu serré entre les mors de l'étau et en chargeant progressivement avec des poids suspendus à l'extrémité de la manivelle (fig. 15).

Tracer le graphique de l'écrasement en fonction de la pression exercée.

Déduire de ces expériences le rendement de la vis et de l'étau⁽⁴⁾.

(4) Extrait du 66^e mémoire *La forge maréchale*, publié par M. Ch. Fremont en 1923.

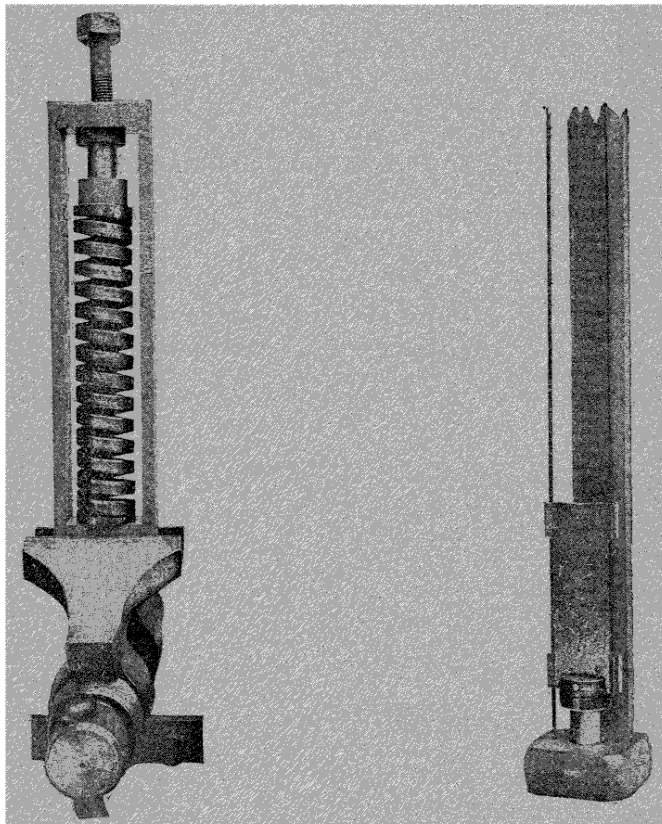


Fig. 13.

Fig. 14.

Tarage de crushers.

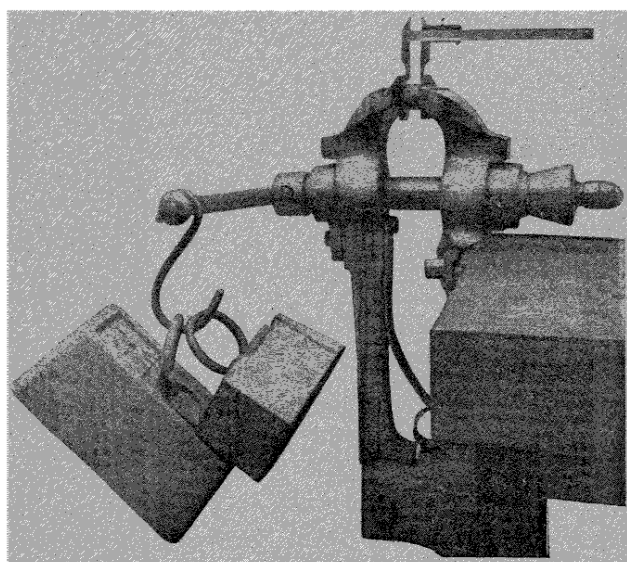


Fig. 15. — Mesure du rendement d'une vis d'étau.

LA VIE CHÈRE : LES VOYAGES ET LES TARIFS DE TRANSPORTS FERROVIAIRES

par M. RICHARD BLOCH, *Ingénieur en chef honoraire de la C^{ie} du Chemin de fer d'Orléans.*

D'abord, dans une brochure parue dès décembre 1926 ⁽¹⁾, ensuite, afin de tenir compte de la crise survenue depuis, dans deux articles parus dans le *Journal des Débats* les 9 et 10 août 1927, M. Richard Bloch a étudié les effets des augmentations de tarifs sur les recettes des compagnies de chemins de fer au moment où la cherté de la vie passait probablement par sa valeur maximum. Nous reproduisons ci-après, revues par l'auteur, ces deux études successives avec leurs conclusions.

L'État pour son budget, les chemins de fer pour couvrir les augmentations incessantes de leurs dépenses, doivent demander aux transports par voies ferrées des impôts pour l'État, des majorations de leurs tarifs pour les réseaux.

L'ensemble de ces charges est réparti entre les deux principaux éléments du trafic : les *voyageurs*, les *marchandises*.

Comment est faite cette répartition? Est-elle susceptible d'amélioration? C'est ce qu'on se propose d'examiner.

Pour l'impôt, la tendance des Pouvoirs publics a toujours été de charger surtout les voyageurs.

On l'a vu après la guerre de 1870-71, quand l'impôt ancien de 12 p. 100 sur les taxes des voyageurs fut en 1871 relevé à 22 p. 100, et qu'on se borna en 1874, à 5 p. 100 pour les marchandises.

Dès 1878, cette dernière taxe fut supprimée, alors que ce fut en 1892 seulement, que l'impôt de 22 p. 100 pour les voyageurs, fut ramené à l'ancien taux de 12 p. 100, à la condition d'ailleurs que les réseaux fissent en même temps sur leurs tarifs, des réductions dont la moyenne s'élevait à 13 p. 100 environ.

Après la dernière guerre, en 1918, l'impôt pour les voyageurs fut relevé à 25 p. 100 et on imposa en même temps de 10 p. 100 les transports de marchandises. Ces impôts de 25 p. 100 et de 10 p. 100 étaient d'ailleurs établis sur les tarifs d'alors qui comprenaient une première majoration générale de 25 p. 100 sur les tarifs de base.

Ces calculs étant assez compliqués, en 1924, on les simplifia en appliquant aux seuls tarifs *de base* ces taux qu'on modifia en conséquence, en même temps qu'on les augmentait du double décime. On eut ainsi les taux suivants appliqués alors aux tarifs de base ; 37,5 p. 100 pour les voyageurs, 15 p. 100 pour les marchandises.

Récemment enfin, pour une nouvelle simplification, les impôts nouveaux d'août 1926 furent établis, cette fois, sur les taxes effectivement perçues, comportant avec les prix de base toutes les majorations. Les taux devinrent ainsi les suivants : 32,5 p. 100 pour les voyageurs, 11,5 p. 100 pour les marchandises.

(1) Éditeur : Les Presses universitaires de France, 49, boulevard Saint-Michel, Paris (5^e).

Pour les majorations de leurs tarifs, les réseaux ont eu la tendance contraire de les faire porter plus fortement sur les marchandises; d'une part celles-ci donnent des recettes plus importantes; de l'autre, les chemins de fer, impressionnés par la baisse du mouvement des voyageurs, réagissaient ainsi contre la tendance qu'on vient de voir du côté de l'Administration supérieure.

Le tableau qui suit montre la marche de ces majorations aux différentes époques, pour chacun des deux éléments du trafic.

DATES D'APPLICATION	TAUX DES MAJORATIONS P. 100	
	Voyageurs.	Marchandises.
15 avril 1918	85	25
23 février 1920	70	140
10 mars 1924		170
1 ^{er} janvier 1925	450	190
16 mars 1925		200
1 ^{er} janvier 1926	190	230
1 ^{er} mai 1926	210	250
16 août 1926	240	320

Cette tendance des réseaux n'alla pas d'ailleurs sans rencontrer des résistances, notamment au Conseil supérieur des Chemins de fer où, en mars 1924, leurs propositions furent amendées de manière à reporter sur les voyageurs une partie des majorations qu'ils proposaient pour les marchandises.

Finalement, en août 1926, les réseaux, poursuivant leur idée, limitèrent à 30 points le supplément de majoration proposé pour les voyageurs, au lieu de 70 pour les marchandises, dans le but de compenser la surcharge de l'impôt qui venait frapper les premiers et de mettre à peu près de niveau les indices totaux des prix de deux trafics : 450,5 voyageurs et 468,30, marchandises.

Mais pour le public, cette distinction entre l'impôt et les majorations présente peu d'intérêt; le total seul lui importe. Le tableau ci-après montre ce total aux différentes époques, en partant, pour les marchandises de l'indice 100 et pour les voyageurs, de l'indice 112 comprenant l'ancien impôt de 12 p. 100.

Entre ces deux tendances qu'on vient de voir, où est la vérité? On va essayer de la dégager en analysant pour chacun des deux trafics, les effets de ces surtaxes successives.

VOYAGEURS.

Le public ressent immédiatement et intégralement les variations des taxes qui frappent ses déplacements; comment réagit-il?

Dans l'histoire récente des tarifs, on rencontre la grande expérience de 1892, quand, sous le ministère Yves-Guyot, l'État, réduisant son impôt de 25 à 12 p. 100, les réseaux réduisirent leurs tarifs de 10 p. 100 pour la seconde classe, de 20 p. 100 pour la troisième.

On trouve dans le rapport de 1893 aux actionnaires de la Compagnie

d'Orléans, l'analyse, pour ce réseau, des résultats de cette grande opération, résultats analogues à ceux qui ont été trouvés par les autres compagnies.

DATES D'APPLICATION	INDICES DES PRIX DE TRANSPORT	
	Voyageurs	Marchandises (2).
Jusqu'au 15 avril 1918	412	400
15 avril 1918	437	425
1 ^{er} juillet 1918	456,25	437,50
23 février 1920	201,25	232,50
10 mars 1924	281,25	282,50
1 ^{er} avril 1924		285
1 ^{er} janvier 1925	287,50	305
16 mars 1925		315
1 ^{er} janvier 1926	327,50	345
1 ^{er} mai 1926	347,50	365
16 août 1926	450,50	468,30

On a comparé dans ce rapport les principaux résultats du trafic voyageurs dans les deux années 1891 et 1893, qui encadraient l'année 1892 au cours de laquelle avait commencé l'application des tarifs réduits; on a constaté ainsi les résultats suivants :

Prix kilométrique moyen, impôt compris : en 1891 ; 0,0535 fr; en 1893 : 0,0429 fr. *Diminution* : 0,0106 ou 19,8 p. 100 (12,36 p. 100 sans l'impôt).

Par contre, le nombre des voyages s'était accru de 24,08 p. 100 ou d'environ 20 p. 100 seulement si on veut tenir compte de la progression annuelle ordinaire du trafic.

Quant aux recettes, impôt compris, elles ont fléchi de 1,86 p. 100 seulement, malgré l'importance, 19,8 p. 100, de l'abaissement des prix; les recettes propres de la Compagnie, impôt déduit, ont même marqué une augmentation de 7 p. 100. Ces progrès se sont poursuivis dans les années suivantes.

Cette grande impressionnabilité du trafic voyageurs qui, dans un cas de baisse des tarifs, s'est manifestée ainsi d'une manière en quelque sorte *instantanée*, se retrouve, en sens inverse, bien entendu, dans les cas de relèvements, comme à présent.

La Chronique des Transports publie des tableaux comparant les résultats hebdomadaires de 1926 et de 1925 pour chacune des grandes catégories du trafic. Mais ce qui est particulièrement intéressant, c'est qu'elle présente ces comparaisons dans des tableaux distincts : l'un pour les recettes totales effectivement *encaissées* par les réseaux et comprenant dès lors les majorations, différentes dans les deux années; l'autre, qui retient seulement les recettes propres aux tarifs *de base*, dépouillées ainsi de ces majorations variables qui masquent les aspects réels et la marche réelle des divers trafics.

En 1926, les tarifs voyageurs ont subi trois relèvements importants : 40 points, le 1^{er} janvier; 20, le 1^{er} mai; 103, le 16 août.

(2) Il faut observer toutefois que l'unification des tarifs de *petite vitesse* poursuivie en 1919-1920 a eu pour effet de relever ces tarifs de 40 à 50 p. 100 environ. Comptant approximativement 30 p. 100 pour l'ensemble des tarifs marchandises de *grande* et de *petite vitesses*, il faudrait relever de 30 p. 100 les taux du tableau pour les marchandises, ce qui porterait en particulier à 609 l'indice au 16 avril 1926.

Or, jusqu'au 12 août, c'est-à-dire jusqu'à l'augmentation massive du 16, sous l'effet des deux premières majorations, on trouve les résultats suivants pour les recettes de base.

1925.	598 millions.
1926.	579 —

au lieu de 610 millions environ qu'on aurait dû atteindre avec la progression habituelle du trafic.

Quand arrive l'augmentation massive du 16 août 1916 (103 points) qui relève de 56 p. 100 les prix de 1923, le résultat est plus saisissant encore.

Le tableau suivant montre pour 1925 et 1926 les recettes de base dans chacune des 4 semaines qui encadrent le 16 août.

SEMAINES	RECETTES DE BASE, EN MILLIONS		DIFFÉRENCES DE 1925 A 1926	
	1925	1926		
30 juillet au 5 août.	27.461	27.020	»	— 441
6 août au 12 août.	25.625	25.813	+ 188	»
13 août au 19 août.	30.535	27.257	»	— 3.278
20 août au 26 août.	24.017	21.946	»	— 2.071

La baisse du trafic, c'est-à-dire du mouvement des voyageurs, s'est donc manifestée instantanément et avec une intensité d'autant plus remarquable que toute cette période a été favorisée en 1926 par un beau temps exceptionnel et qu'aux abords du 15 août, elle est généralement caractérisée par une circulation particulièrement active.

La diminution des recettes s'est d'ailleurs poursuivie après le 26 août, car, de cette date à celle du 21 octobre, on a eu pour les recettes de base :

En 1925	491.009.000 fr
En 1926	470.360.000 fr

soit *en moins*, en 1926 :

20.600.000 fr.

ou 2 millions environ par semaine.

Pour la période du 13 août au 21 octobre, la perte sur les recettes de base a donc atteint 26 millions; en lui appliquant l'indice, 450,5 des tarifs voyageurs, on arriverait à une perte réellement impressionnante de 117 millions, pour une période de dix semaines seulement.

Cette perte irait même jusqu'à 170 millions en comparant la recette de 1926 à celle de 1925 augmentée normalement d'environ 5 p. 100.

Qu'on juge d'après ces résultats des pertes rapportées aux 52 semaines de de l'année entière.

On peut d'ailleurs invoquer une contre-épreuve intéressante avec les voyages des familles nombreuses. On sait que, depuis 1921, le nouveau régime des chemins de fer comporte une disposition des plus heureuses aux termes de laquelle les parents et les enfants de ces familles bénéficient de réductions de prix allant de 30 à 70 p. 100, suivant que le nombre des enfants varie de 3 à 7 ou plus.

Or, d'après les rapports annuels des réseaux, tandis que le nombre des

voyageurs à billets ordinaires diminue d'une manière générale, on constate au contraire des augmentations sur les effectifs des voyageurs à tarifs réduits, en particulier de ceux de ces familles nombreuses.

S'il était nécessaire, ceci démontrerait immédiatement la relation de cause à effet entre les majorations et la réduction du trafic, car ces diminutions de 30 à 70 p. 100, agissant naturellement dans la même mesure sur les tarifs de base et leurs majorations, ramènent les indices des prix de 450,5 pour les voyageurs ordinaires, à 315,35 pour les familles de trois enfants et progressivement jusqu'à 115,5 seulement, soit à très peu près au taux d'avant-guerre, pour les familles de 7 enfants ou plus.

Ces observations répétées concordent donc pour démontrer la grande susceptibilité du trafic des voyageurs à l'égard des variations des tarifs qui lui sont appliqués; il apparaît en outre qu'au point où on est arrivé aujourd'hui pour les impôts et les majorations, on tend à faire fuir la matière imposable ou majorable. C'est là, sans nul doute, le signe d'une situation défavorable.

Il est d'ailleurs nécessaire de noter que cette diminution de la densité des voyageurs est cependant encore loin d'atteindre des proportions qui permettraient d'envisager des économies de compensation par des suppressions de trains mal utilisés.

Peut-on maintenant améliorer cette situation? Pour en chercher les moyens, il faut d'abord analyser de la même manière les effets des variations des tarifs sur le trafic des marchandises.

MARCHANDISES.

A l'encontre de ce qu'on vient de voir pour les voyageurs, cette analyse va montrer que de telles surtaxes ne semblent pas avoir eu d'effets appréciables sur l'allure des transports de marchandises.

Par exemple, depuis le 1^{er} janvier 1926, 3 majorations générales et l'impôt d'août sont venus successivement relever l'indice des prix de transport, de 315 points le 31 décembre 1925, à 345, le 1^{er} janvier 1926, 365, le 1^{er} mars, 468,30, le 16 août. Par rapport à la situation de 1925, depuis cette dernière date du 16 août, le relèvement total atteint le taux impressionnant de 49 p. 100.

Cependant, malgré une telle surcharge, les recettes de base pour les marchandises de grande et de petite vitesse, se présentent de la manière suivante pour la période du 1^{er} janvier au 26 août :

1925	1.628 millions dont 1.352 pour la petite vitesse		
1926	1.763	—	1.460
En plus en 1926. . .	137	—	108

Limite-t-on cette comparaison à la période critique voisine du 16 août? On trouve pour les deux semaines du 12 au 26 août, malgré la majoration de 103 points survenue le 16 :

1925.	75,3 millions
1926.	82,5 —
En plus en 1926	7,3 millions.

Et ces résultats se sont continués après le 26 août, car pour la période écoulée de cette date au 21 octobre, toujours pour les tarifs de base, on trouve :

En 1925	421 millions
En 1926	427 —

soit *en plus* en 1926 : 6 millions, ou 28 millions avec l'addition de la majoration et de l'impôt.

On a la confirmation de ces résultats dans la comparaison des moyennes journalières des nombres de wagons chargés dans la période du 20 août au 2 septembre.

1925	62.825 wagons chargés
1926	63.499 —
En plus en 1926.	374 wagons chargés.

Cette augmentation s'est même accrue dans les mois suivants, puisque, malgré la crise commençante, on a eu pour ces moyennes journalières :

	1925	1926	Différences de 1925 à 1926.
En septembre	64.107	64.600	+ 493
En octobre	66.542	67.923	+ 1.381

On peut encore remonter à la date du 10 mars 1924 où l'addition de 30 points à l'indice d'alors, porté de 252,50 à 282,50, a représenté un taux voisin de 12 p. 100.

Si on compare les moyennes journalières des nombres de wagons chargés dans les deux périodes de six semaines avant et après cette date, on trouve :

Six semaines avant	61.594 wagons chargés
Six semaines après	61.935 —
En plus, après	364 wagons chargés.

Ces multiples comparaisons montrent finalement que, même avec d'importants relèvements des prix comme ceux de 12 p. 100 de mars 1924, de 49 p. 100 d'août 1926, ces relèvements n'ont provoqué aucun recul de l'ensemble du trafic des marchandises.

On en voit facilement la raison en se reportant au calcul suivant, calcul sommaire et approximatif mais dont les éléments sont pris au-dessous de la réalité, de manière à renforcer la conclusion qu'on en peut tirer.

En 1925, les grands réseaux ont transporté en petite vitesse 300 millions de tonnes de marchandises.

Quelle peut être la valeur d'ensemble de ces marchandises?

En consultant la statistique des douanes pour les 9 premiers mois de 1926, on y trouve que le tonnage total des importations et des exportations réunies a été de 58.807.000 t pour une valeur déclarée de 86.998 millions de francs. Taux moyen : 1.480 fr par tonne.

En appliquant cette moyenne aux 300 millions de tonnes transportées sur les grands réseaux, on aurait une valeur de 450 milliards environ. Mais les transports intérieurs comportent une plus grande proportion de produits de moindres prix; il y a aussi des doubles emplois pour des transports communs à plusieurs réseaux; pour ces raisons et surtout par parti pris de modération,

on pourrait ramener l'estimation moyenne à 1.000 fr, voire même à 500 fr par tonne; la valeur totale des marchandises transportées serait ainsi, suivant le cas, de 300 milliards ou 150 milliards de francs.

En regard de cette valeur, la recette totale des transports de petite vitesse, calculée en appliquant au résultat de 1925 les taux actuels pour la majoration et pour l'impôt, serait de 10 milliards environ, ce qui représente, suivant l'hypothèse 300 ou 150 milliards, 3,3 p. 100 ou 6,6 p. 100 de la valeur moyenne des marchandises transportées.

C'est à cette proportion que se réduirait la part des frais de transport dans le prix moyen de l'ensemble des marchandises.

Cette part est déjà faible; mais il faut surtout observer que, dans de telles études, ce n'est jamais la taxe totale qui est en jeu: c'est seulement une petite fraction de cette taxe (10 p. 100, 15 p. 100, 25 p. 100...), suivant la mesure des réductions qu'on peut raisonnablement envisager.

Les variations des taxes de transport représentent alors des parts tellement réduites de la valeur des marchandises, qu'elles ne peuvent véritablement exercer par elles-mêmes une influence sensible sur les mouvements de cette valeur; d'autant moins encore que, pour les marchandises, les variations si minimes de ces frais de transport se diluent entre de nombreux, souvent très nombreux, intéressés, de manière que la part de chacun devient tout à fait insignifiante.

Ainsi, le raisonnement corroborant les résultats d'une expérience prolongée, on s'explique que ces majorations successives n'aient eu aucune influence visible sur le trafic des marchandises; ces majorations allant même jusqu'à 49 p. 100 n'ont pas empêché ce trafic de progresser; son allure est en effet déterminée par bien d'autres facteurs, comme le montre en particulier la comparaison de l'indice actuel des transports avec les autres indices des prix.

Prix de gros	785
Prix de détail	587
Prix de transport	468

Toutefois, il importe essentiellement d'observer que les explications précédentes s'appliquent exclusivement à une moyenne d'ensemble des prix de transport. On en peut conclure que des variations de ce prix moyen, avec les limites entre lesquelles on peut pratiquement se mouvoir, seraient sans effet sur l'ensemble du trafic; mais on ne saurait en tirer texte pour opposer *a priori* cette conclusion à l'examen de cas particuliers, concrets, dont l'étude basée sur des conditions spéciales applicables à des trafics spécifiés, peut conduire et a conduit quelquefois à des résultats intéressants.

On verra tout à l'heure une conclusion tirée de cette observation.

Dans ces conditions, l'Administration, en chargeant surtout les voyageurs, ne céderait-elle pas à une idée préconçue et assez répandue, que le voyage est une manifestation de plaisir, au lieu que le transport des marchandises répondrait à des besoins?

Mais il s'en faut d'abord que la majeure partie des voyages ait le plaisir pour objet et, même dans ce cas, est-il par exemple plus regrettable d'aller visiter parents et amis, de fixer à la campagne une demeure plus salubre, de pratiquer les sports de la mer et de la montagne, etc., etc., que, bloqué dans les villes par la cherté des transports, d'y absorber, dans des salles encombrées et enfumées, des apéritifs, des alcools transportés au bénéfice de majorations

plus réduites? Dans la masse des marchandises, n'est-il pas aussi une forte proportion de produits de luxe destinés au plaisir plutôt qu'à l'utilité?

Un fait caractéristique semble d'ailleurs montrer qu'en cette ligne de conduite, l'Administration supérieure céderait en quelque sorte à la magie des mots.

Lors d'une des précédentes demandes de majoration générale formulée par les réseaux, elle découvrit le mot « denrées » au frontispice d'un tarif spécial de grande vitesse et l'inspiration vint aussitôt de retrancher 30 points des majorations générales au bénéfice des précieuses marchandises inscrites sous cette rubrique.

Depuis, cette inspiration coûte aux réseaux annuellement, un nombre imposant de millions, pour arriver à cette situation, pour le moins bizarre, d'une immunité concédée aux beurres, aux fromages, aux œufs, aux viandes, volailles, etc., etc., tous produits dont on connaît trop les prix, alors qu'on n'a pas semblable immunité et qu'on ne pourrait l'avoir, à cause de leur part considérable dans le trafic, pour les céréales et les farines, pour les pommes de terre, les charbons, les minerais, les matériaux de construction, etc.

Est-il besoin d'ajouter que de cette réduction de 30 points ou de 6 p. 100 environ, sur les prix de transport de denrées dont la valeur va jusqu'à atteindre et dépasser 20 fr le kilogramme, le consommateur ne voit pas la plus minime part, non plus sans doute que le producteur.

CONCLUSIONS.

En résumé, des deux fractions du trafic général des chemins de fer, l'une, le trafic des voyageurs, est particulièrement impressionnable aux variations des prix de transport, l'autre, le trafic des marchandises, au contraire, se montre insensible à ces variations, même quand elles prennent l'ampleur qu'on a vue dans ces derniers temps.

Devant cette situation, l'idée se présente aussitôt d'alléger la charge des prix de transports pour le premier de ces deux éléments, en reportant sur le second le poids ainsi déchargé, *de manière à ne pas modifier le total des recettes.*

Il arrive d'ailleurs que l'opération serait ici particulièrement facile, à cause de la grande différence des parts respectives des deux éléments dans le total général.

En 1923, les recettes totales se sont ainsi partagées :

Voyageurs	2.450 millions ou 25 p. 100 environ.
Marchandises.	7.319 — 75 —
Total.	9.768 millions.

On voit que, pour compenser exactement une réduction apportée aux tarifs voyageurs, il suffirait d'une augmentation 3 fois moindre sur les taxes marchandises.

Réduirait-on par exemple ces tarifs voyageurs de 20 ou 25 p. 100, comme en 1892, il suffirait de relever d'une manière générale de 7 ou 9 p. 100 environ les taxes des marchandises, en portant leur indice de 468 à 500 ou 510, avec une avance de 32 ou 42 points. Or les résultats, les raisonnements qu'on vient d'exposer, l'exemple en particulier, du relèvement massif d'août 1915, (163 points 5 de plus qu'en 1925), sans qu'on ait eu cependant

un effet sensible sur le trafic, montrent qu'une augmentation générale ainsi limitée à 7 ou 9 p. 100, ne devrait avoir, dans les circonstances présentes, aucune influence appréciable sur ce trafic ni sur le prix des choses.

Par contre, l'exemple de 1892 montre qu'on devrait avoir un effet considérable sur le mouvement des voyageurs.

Mais, avant d'aller plus loin, il importe de se rendre un compte exact de l'importance des recettes ou des sommes à mettre en jeu, car ce n'est pas seulement sur le quart (25 p. 100) des recettes voyageurs de 1925 qu'il faudrait tabler, soit sur 600 millions; mais il faut joindre à cette recette, le produit de l'impôt, puisque l'Etat, comme en 1892, participerait à l'opération; il faut aussi tenir compte des taux actuels des majorations, taux bien plus élevés que ceux de 1925.

On arrive ainsi au tableau suivant dont les éléments sont calculés d'après les recettes *de base* de 1925 en leur appliquant les taux actuels des majorations et des impôts qu'on a vus en commençant :

	RECETTES DES RÉSEAUX AVEC LES MAJORATIONS ACTUELLES	IMPÔTS AUX TAUX ACTUELS	TOTAUX
	Millions	Millions.	Millions.
Voyageurs	3.360	1.082	4.442
Marchandises	10.620	1.221	11.841
Totaux	13.980	2.303	16.283

On est donc bien au-dessus des recettes des réseaux telles qu'elles ont été arrêtées pour l'exercice 1925. Pour le trafic des voyageurs, sans tenir compte de la dépression qu'il subit actuellement, une réduction éventuelle de 25 p. 100 par exemple ne mettrait plus en mouvement seulement 600 millions, mais bien 1.100 millions dont 825 pour les réseaux et 275 pour l'Etat.

En d'autres temps, le seul énoncé de tels chiffres aurait *a priori* fait rejeter bien loin l'examen de la question; mais aujourd'hui, dans les discussions budgétaires, dans celle du budget des chemins de fer, le milliard apparaît comme une sorte de monnaie courante. Ne vient-on pas de voir le jeu des majorations nouvelles relever de plus de 4 milliards les recettes de 1925. Celles d'août 1916, à elles seules, ont apporté un relèvement de plus de 2 milliards.

On peut donc accepter de raisonner sur ce chiffre de 1.100 millions, d'autant plus qu'avec le simple virement qu'on envisage du compte des voyageurs sur celui des marchandises, non seulement on ne devrait finalement encourir aucun sacrifice appréciable, mais on aurait en vue les larges bénéfices dont il va être question.

La solution serait enfin d'une exécution des plus simples, puisqu'elle consisterait essentiellement dans la modification des deux taux des majorations générales.

Quels seraient finalement les résultats, d'une part pour l'Etat (impôt) et les réseaux (recettes) considérés ensemble, de l'autre pour le public?

Pour l'Etat et les réseaux, si on accepte pour démontré qu'avec cette majoration relativement limitée, le trafic des marchandises, pris dans son

ensemble, ne devrait pas subir une régression appréciable, le total des recettes demeurant alors invariable, *il n'y aurait pas de perte à encourir*.

Au contraire, l'augmentation certaine du mouvement des voyageurs devrait apporter *des suppléments de recettes*, suppléments sans doute considérables à condition d'opérer *largement* comme en 1892.

D'après les résultats relevés à l'époque par la Compagnie d'Orléans, la suractivité du mouvement des voyageurs aurait fait regagner sur les pertes occasionnées par l'abaissement des tarifs, 17 à 18 p. 100 de la recette de 1891 et cela dès 1893, c'est-à-dire dès la première année de l'application complète des nouvelles taxes réduites.

Aujourd'hui, en raison des restrictions apportées dans les voyages par l'effet d'un relèvement des prix qui provoque des plaintes unanimes, en raison de la reprise qu'on pourrait faire ainsi et qui semble nécessaire, sur la concurrence croissante des transports automobiles, on pourrait certainement envisager au moins un résultat analogue.

Tablerait-on seulement sur 15 p. 100, le profit immédiat de l'opération serait d'environ 650 millions (réseaux 500, Etat 150) *profit acquis pour ainsi dire sans risque*. Avec 10 p. 100 on aurait encore 450 millions et ces résultats devraient s'accroître dans les années suivantes.

Pour le public, on ne saurait assurément trouver négligeable une surcharge de 1000 à 1.100 millions (9 p. 100) sur les transports de ses marchandises; mais, dans la pratique des choses, elle serait divisée à l'extrême entre une multitude d'intéressés : producteurs, intermédiaires, consommateurs; elle serait masquée par les variations prépondérantes des autres facteurs de la valeur des produits; elle serait noyée dans la masse des milliards de cette valeur. Sauf peut-être du fait de mercantis isolés et bridés par la concurrence, qui abuseraient du prétexte pour relever leurs prix de vente, cette surcharge ne devrait arriver aux consommateurs que fragmentée et presque imperceptible.

D'ailleurs, on verra plus loin l'indication d'une large mesure qu'on pourrait envisager pour une amélioration rationnelle de ces transports de marchandises.

Au contraire, le public devrait profiter *intégralement, immédiatement*, on pourrait dire quotidiennement, du dégrèvement considérable apporté aux prix de ses voyages; il aurait de ce fait la notion présente d'une économie réelle, sensible, sur la cherté de sa vie, en même temps que le sentiment d'une existence plus aérée, moins bornée par des horizons rétrécis.

En définitive, après ces démonstrations et explications diverses, on peut conclure que la solution simple, claire, à laquelle elles aboutissent, ne comporterait pas de risques appréciables; ou bien, si de tels risques existaient, ils seraient hors de mesure avec les bénéfices tout à fait considérables qu'à tous les points de vue, on est en droit d'envisager.

Toutefois, la grandeur des chiffres que l'opération met en jeu peut impressionner; il peut aussi subsister chez certains des doutes quant à des répercussions sur le trafic des marchandises; pour ces raisons, il semblerait utile de faire, dans la solution d'ensemble, une part à ces appréhensions.

Or, on a un moyen de les apaiser et, bien plus, d'apporter d'intéressantes améliorations dans ces transports de marchandises : ce serait d'escompter une partie, 150 millions par exemple (réseaux 102, Etat 48),

voire 200 millions, des recettes supplémentaires qu'on est fondé à attendre de l'augmentation du trafic voyageurs, et d'utiliser cette « masse de manœuvre », non, certes, pour abaisser de quelques points la majoration générale — ce serait proprement de l'argent perdu —, mais pour réviser dans la mesure et avec des modalités bien calculées, les tarifications spéciales d'un certain nombre de marchandises choisies en raison de leur intérêt général.

Cette solution devrait permettre d'apporter des améliorations substantielles aux transports de ces marchandises.

En définitive, avec les vues qu'elle a données sur l'ensemble des tarifs de transports, cette étude aboutit à une sorte de révision rationnelle, presque générale, de la tarification. Chose rare, cette révision se suffirait en quelque sorte à elle-même; bien plus encore, avec les ressources qu'elle développerait, pour ainsi dire spontanément, elle apporterait de sérieux profits au public, à l'Etat et aux réseaux.

Il convient d'ailleurs d'ajouter que, dans le cas où les circonstances viendraient à permettre une atténuation générale des majorations des tarifs, les idées qu'on vient de développer resteraient encore applicables; il suffirait par exemple de réduire alors ou de supprimer le supplément de majoration imposé aux transports de marchandises pour compenser la réduction apportée aux tarifs des voyageurs.

Sans doute la question qui vient d'être étudiée apparaît grosse; mais on voudra sans doute reconnaître qu'elle méritait d'être posée, qu'elle mérite aussi d'être résolue.

*
* *

L'étude qu'on vient de lire était écrite quand, à la fin de 1926, est survenue la crise économique qui se poursuit encore.

Dans deux articles parus au Journal des Débats les 9 et 10 août 1927, l'auteur a rappelé les points principaux de cette étude et s'est proposé d'en adapter les conclusions aux circonstances actuelles.

La chute du franc, l'inflation monétaire, avaient eu pour conséquence naturelle un développement anormal des affaires commerciales et industrielles, développement d'autant plus intense que la monnaie était tombée plus bas.

D'une part, en effet, la diminution des prix de revient intérieurs calculés en francs-papier dépréciés, jouait comme un dumping pour les ventes à l'exportation; de l'autre, nombre de gens se hâtaient de transformer en biens réels, particulièrement en stocks de marchandises, une monnaie qui semblait vouée, comme en Allemagne, à une chute rapide jusqu'au néant.

Le coup d'arrêt de juillet 1926, la déflation qui a suivi, c'est-à-dire le retour à une monnaie stabilisée, plus rapprochée de la normale, a réagi sur ces causes, entraînant sur les affaires, qui étaient en quelque sorte soufflées, une diminution d'autant plus sensible que la réaction monétaire était elle-même plus profonde.

Le relèvement du franc-papier, causant celui des prix de revient intérieurs, a rendu les exportations **plus** difficiles ou moins fructueuses; sur le marché indigène, il faut écouler, à perte le plus souvent, les stocks accumulés; en outre, le plus grand nombre des acheteurs suspendent ou restreignent leurs achats, dans l'attente des résultats encore incertains de l'évolution de la crise qui est la conséquence de la situation nouvelle.

Cette crise générale de réadaptation des commerces et des industries devait sérieusement retentir sur le trafic et les recettes des chemins de fer en provoquant de sensibles et inévitables diminutions. La situation était d'ailleurs aggravée, au moins provisoirement, par les déficits importants des récoltes de 1926; on avait aussi à compter avec la décroissance du trafic des voyageurs, décroissance dont on mesurera plus loin l'importance et qui résulte de l'exagération des tarifs qui leur sont appliqués.

Cependant, jusqu'à la fin de 1926, cette baisse a été masquée par la suractivité qui, pour tous les trafics continentaux, est résultée de la grève des charbonnages anglais. Cette grève terminée, en décembre 1926, la baisse est apparue presque aussitôt.

Les diminutions qu'on observe sur les recettes des réseaux n'ont donc pas de quoi surprendre. On vient de voir les trois causes principales auxquelles il semble bien qu'on doive les attribuer. Que peut-on attendre de l'avenir?

1° La crise générale ne peut guère attendre son amélioration que du temps et d'efforts prolongés de la production française, efforts qu'on devrait toutefois seconder, dans l'intérêt de tous, en allégeant dans toute la mesure du possible les charges fiscales qui pèsent si lourdement sur elle;

2° L'amélioration des récoltes en 1927 devra, sans doute, atténuer la part du déficit qui est imputable aux mauvais résultats de 1926;

3° Pour le trafic des voyageurs, l'amélioration ne peut être cherchée que dans une *large* revision de *l'ensemble* des tarifs qui lui sont appliqués, tarifs qui laissent, en particulier, le champ vraiment trop libre à la concurrence automobile.

La situation et les tendances actuelles des deux trafics des voyageurs et des marchandises apparaissent sur le tableau suivant qui compare les résultats de 1926 et de 1927.

Ce tableau est établi d'après les renseignements officiels de la Chronique des Transports, pour les périodes écoulées du 1^{er} janvier au 24 juin dans les deux années.

Pour ces deux années, il présente : d'une part, les recettes *effectivement encaissées* par les réseaux, majorations comprises, mais sans les impôts; d'autre part, les recettes calculées d'après *les tarifs de base*, sans leurs majorations variables avec les époques, recettes de base qui renseignent ainsi plus exactement sur les mouvements des trafics.

Il convient, en particulier, d'observer que les majorations d'août 1926, 14,5 p. 100 pour les voyageurs, 28 p. 100 pour les marchandises, n'affectent sur ce tableau que les recettes encaissées en 1927.

RECETTES EN MILLIONS DE FRANCS DU 1^{er} JANVIER AU 24 JUIN

	1926	1927	Différences absolues.	p. 100
<i>Marchandises.</i>				
Encaissées par les réseaux (sans les impôts).	4.351.214	4.749.200	+ 397.984	+ 9,14
Calculées d'après les tarifs de base	4.341.108	4.169.023	- 172.083	- 12,83
<i>Voyageurs.</i>				
Encaissées par les réseaux (sans les impôts).	1.239.445	1.253.389	+ 13.944	+ 1,11
Calculées d'après les tarifs de base	422.554	369.179	- 53.375	- 12,63

Pour les *marchandises*, la diminution de 12,83 p. 100 sur les recettes calculées avec les tarifs de base mesure approximativement les effets de la

crise; mais elle laisse aux réseaux un boni intéressant par rapport aux encaissements de 1926.

Pour les voyageurs, avec une diminution, 12,63 p. 100, qui se trouve être à peu près égale à celle du trafic des marchandises, ce boni disparaît presque complètement pour les recettes encaissées.

Mais l'intérêt de ces résultats grandit quand on recherche comment ces proportions ont évolué au cours de ce premier semestre. Le tableau suivant montre clairement ces évolutions.

AUGMENTATIONS P. 100 DES RECETTES ENCAISSÉES PAR LES RÉSEAUX.

Périodes.	Marchandises.	Voyageurs.
5 premières semaines	+ 10,38 p. 100	+ 5,93 p. 100
10 —	+ 9,30 —	+ 4,78 —
15 —	+ 10,58 —	+ 2,49 —
20 —	+ 10,30 —	+ 2,16 —
Jusqu'au 24 juin (3)	+ 9,14 —	+ 1,11 —

Étant donné la matière, on peut considérer que, pour le trafic des marchandises, il existe au cours de la période une fixité relative dans les rapports des recettes de 1927 à celles de 1926, ce qui semblerait indiquer au moins que la crise ne s'aggraverait pas d'une manière excessive.

Mais pour les voyageurs, en dépit de ce fait que les recettes de 1927 ont bénéficié des trois majorations de 1926, la chute du trafic est rapide et continue depuis le début de l'exercice. Elle est telle que si on isole, par exemple, les résultats des sept dernières semaines, les recettes encaissées en 1927 tombent au-dessous de celles de la même période en 1926.

N'est-ce pas la preuve irréfutable de la gêne que le régime actuel impose au trafic des voyageurs, gêne dont chacun peut d'ailleurs apporter des témoignages personnels.

Dans cette situation, le budget de l'ensemble des réseaux accuse pour 1927 un déficit considérable. Sur l'importance de ce déficit, des chiffres variables sont mis en circulation. Dans un article du 12 juillet du journal *l'Avenir*, M. Marcel Chaminade, qui semble avoir été bien renseigné, rapporte qu'en juin, les services techniques du Ministère évaluaient ce déficit à 712 millions; ils annonçaient même aux Finances qu'il devait atteindre un milliard.

D'autre part, le 13 juillet, à la Chambre des Députés, M. Poincaré, qu'on doit supposer également bien renseigné, annonçait un déficit de l'ordre de 600 millions. Il ajoutait, au surplus, que l'addition d'augmentations pour les traitements et les retraites des agents des chemins de fer aurait pour conséquence inévitable une augmentation des tarifs de transport, extrémité qu'aucun membre de la Chambre ne devrait envisager avec tranquillité.

Il s'agissait en cela, surtout, du traitement de base de 8.000 fr réclamé pour les fonctionnaires et dont l'extension au personnel des chemins de fer devrait entraîner un supplément de dépenses de 500 à 600 millions.

Quoi qu'il en soit, réserve faite de cette augmentation menaçante, si on

(3) D'après les statistiques ultérieures pour la période du 1^{er} janvier au 26 août 1927, les diminutions de ce tableau se sont accentuées jusqu'à

+ 6,39 p. 100 pour les marchandises et — 1,93 p. 100 pour les voyageurs.

En dépit, ou plutôt à cause des majorations d'août 1926, les recettes encaissées des voyageurs ont décidément plongé au-dessous des résultats de 1926.

s'en tient aux 600 millions de M. Poincaré, en raison des origines fondamentales de la crise, on ne peut guère espérer un revirement prochain de la situation générale; avec les exploitations généralement resserrées des réseaux, on ne peut non plus penser sérieusement à combler un tel vide par des économies.

D'autre part, afin de parer à une situation qui, par son caractère, n'est ni fortuite ni provisoire, on ne saurait songer à la solution de fortune d'un emprunt; outre qu'elle serait de pauvre administration, elle serait contraire aux stipulations de la loi de 1921 qui prescrit impérativement le relèvement des tarifs pour faire face aux déficits éventuels des réseaux.

En tout état de cause, il importe donc d'examiner cette dernière solution en même temps que de rechercher des moyens de remédier, dans la mesure du possible, à la crise spéciale qui sévit sévèrement sur le trafic des voyageurs.

La recette totale des réseaux, majorations comprises, pouvant être évaluée à 14 milliards environ, une augmentation de 600 millions en représenterait 4,2 p. 100. Une solution simple consisterait dès lors à majorer tous les tarifs dans cette mesure, en portant les taux actuels des majorations de 240 à 254 p. 100 pour les voyageurs, de 320 à 338 p. 100 pour les marchandises.

Ceci pour les réseaux; car le public devrait, en outre, supporter un relèvement proportionnel des impôts, de telle manière que, rapportés aux taux de 1914, 112 (impôt compris) pour les voyageurs, 100 pour les marchandises, les indices des prix devraient passer maintenant de 450,5 à 469 pour les voyageurs, de 468,3 à 488 pour les marchandises, avec des augmentations respectives de 18,5 et 19,7 points.

Ces relèvements sont relativement minimes et n'auraient sans doute pas d'effet appréciable sur la marche des deux trafics; mais cette solution simpliste n'apporterait rien pour la crise des transports des voyageurs; elle infligerait, au contraire, un surcroît à ces majorations sous lesquelles fléchit ce trafic.

Avant de s'abandonner à cette solution facile, il semble donc nécessaire d'en rechercher une autre qui pourrait être mieux adaptée à l'ensemble de la situation.

A cet égard, des éléments d'appréciation semblent pouvoir être trouvés dans l'étude de décembre 1926.

On vient de voir que, pour les voyageurs, particulièrement impressionnables aux variations des tarifs, des majorations de ceux-ci entraînaient très généralement la diminution de leurs transports. En particulier, le relèvement massif de 103 points apporté le 16 août 1926 sur l'indice des prix a entraîné sur les recettes une perte qui, pour la courte période jusqu'au 21 octobre, peut être évaluée à 170 millions, majorations comprises. Rapportée proportionnellement à l'année dernière, on peut arriver à une perte annuelle de l'ordre de 800 millions.

Faisant contraste avec ce résultat et montrant bien que la cause en est l'exagération des majorations, on a observé des progrès continus dans les effectifs des voyageurs à tarifs réduits, en particulier de ceux des familles nombreuses. Pour ces voyageurs, en effet, les taux des majorations sont abaissés dans la mesure des réductions de leurs tarifs.

Enfin, on a rappelé l'expérience de 1892, où, par un effort commun de l'État sur l'impôt, des réseaux sur leurs tarifs, les prix de transport ont été réduits d'environ 20 p. 100; l'impulsion donnée au mouvement des

voyageurs a été telle que, sur l'Orléans par exemple, d'après le rapport aux actionnaires sur l'exercice 1893, la recette mise en jeu avait été regagnée en une année.

Pour les marchandises, au contraire, dans les temps considérés, antérieurs à la crise de 1927, les majorations successives n'ont pas enrayé la marche progressive du trafic. Résultat qu'on a expliqué par le peu d'importance de la part des frais des transports ferroviaires dans la valeur d'ensemble des marchandises.

L'estimation officielle faite en douane pour les marchandises importées et exportées s'est élevée en 1926 en moyenne à 1.480 fr la tonne. A ce taux, les 300 millions de tonnes transportées sur les réseaux représenteraient une valeur de 450 milliards. Diminuerait-on de moitié cette valeur moyenne, on devrait compter 225 milliards pour cette valeur totale.

Rapprochée de ces sommes, la recette totale des transports de marchandises, environ 12 milliards, majorations et impôts compris, ne donnerait que des prorata de 3 ou 6 p. 100.

Mais il importe d'observer qu'il ne s'agit ici que de majorations, de variations, c'est-à-dire de fractions des taxes entières, leurs prorata seraient donc encore plus réduits que ceux qu'on vient de voir. Par exemple, la majoration massive de 35 p. 100 appliquée en août 1926 ne représenterait que 1 ou 2 p. 100 de la valeur moyenne attribuée aux marchandises.

On conçoit, dès lors, que des variations aussi faibles n'aient pas eu d'effet appréciable sur la marche de l'ensemble du trafic d'autant plus encore que ces variations se diluent entre un nombre souvent considérable d'intéressés. On en peut conclure avec assurance qu'il en serait de même avec la faible augmentation de 4 p. 100 qui serait nécessaire aujourd'hui pour la couverture du déficit de 1927 arrêté à 600 millions.

Partant de ces prémices, la recette des transports de marchandises étant d'autre part le triple environ de celle des voyageurs, pour compenser la perte résultant d'un abaissement de 20 à 25 p. 100 sur les prix de transport de ces derniers, on envisageait un relèvement trois fois moindre, soit de 7 p. 100 environ sur les prix de transport des marchandises. L'expérience très concluante des majorations précédentes, le raisonnement qu'on vient de voir, s'accordaient à montrer dans cette limite le peu d'impression faite sur le trafic.

L'opération ainsi présentée devait donc être *blanche au point de vue des recettes acquises des Réseaux*; mais elle était, d'autre part, génératrice d'un bénéfice considérable à provenir, comme en 1892, de la reprise intense qu'une telle réduction de 20 à 25 p. 100 sur leurs prix de transport ne manquerait pas de provoquer sur le mouvement des voyageurs.

On pourrait aujourd'hui d'autant plus espérer un profit analogue que la gêne causée par les tarifs est incontestablement ressentie très vivement par le public et qu'il devient aussi de plus en plus pressant pour les chemins de fer de résister à la concurrence croissante de l'automobile.

Mais la situation envisagée dans l'étude de 1926 se trouve modifiée aujourd'hui du fait de la crise survenue depuis le commencement de 1927; alors on peut se demander si, au lieu de laisser, comme on le faisait, les profits de l'opération venir plus tard grossir le budget des recettes des réseaux, on ne pourrait à bon droit, et avec la modération nécessaire, *escompter dès à présent ces bénéfices* pour les faire entrer dans le budget en réduisant en conséquence les majorations à demander aux marchandises.

Dans leur ensemble, les recettes des transports se présentent de la manière suivante :

RECETTES (EN MILLIONS DE FRANCS).

	Réseaux (tarifs majorés).	État (impôts).	Ensemble.	Part des réseaux dans les totaux.
Voyageurs.	3.360	1.080	4.440	75 p. 100
Marchandises	10.620	1.220	11.840	90 —
Totaux	13.980	2.300	16.280	85 p. 100

Une réduction de 20 p. 100 sur les taxes voyageurs faite, comme en 1892, de concert entre l'État et les réseaux, entraînerait un sacrifice global de 900 millions environ, dont 675 pour les réseaux, 225 pour l'État.

Le report sur le trafic des marchandises de la part, 675 millions, des réseaux, devrait entraîner sur leurs recettes dans ce trafic, 10.620 millions, une majoration moyenne de 6,4 p. 100.

Or il ne semblerait pas exagéré de prévoir pour le trafic des voyageurs, dès la première année d'application de tarifs réduits dans une telle mesure, une suractivité du trafic provoquant la reprise d'au moins la moitié de la recette exposée (en 1892, la reprise a été totale dès cette première année). On escompterait alors 340 millions pour réduire en conséquence, c'est-à-dire de moitié, le coefficient de la majoration imposée aux tarifs de marchandises, coefficient ainsi ramené à 3,2 p. 100.

Si, avec un peu plus d'audace, en anticipant sur les progrès des années ultérieures, en acceptant un risque plus grand, on tablait sur une reprise des deux tiers, ce coefficient tomberait à 2,1 p. 100.

La superposition de l'un ou l'autre de ces coefficients résultant spécialement de la réforme des tarifs voyageurs, à la majoration de 4 p. 100 nécessaire pour combler le déficit de 600 millions de 1927, aboutirait donc à une majoration finale de 6 à 7 p. 100.

On reconnaîtra sans doute, après tout ce qui vient d'être dit à ce sujet, qu'une addition de 2 à 3 p. 100 à la majoration initiale et nécessaire de 4 p. 100, ne serait pas de nature à troubler de manière appréciable la marche du trafic des marchandises; ce serait, d'autre part, payer d'un faible prix le bénéfice considérable que l'ensemble du public devrait trouver dans les dépenses de ses voyages et l'heureuse contrepartie qui lui serait ainsi offerte pour la charge supplémentaire de 6 à 7 p. 100 apportée aux transports de ses marchandises. Le peu d'importance relative de ces majorations suggère, d'autre part, une dernière observation.

A plusieurs reprises, au cours des dernières années, on a émis l'idée d'un dégrèvement des taxes pour les marchandises pondéreuses, pour les matières premières, en reportant le montant de ces dégrèvements sur les autres marchandises. Cela a été aussi un des principes de la réforme des tarifs allemands de 1920.

Se plaçant à ce point de vue, on pourrait imaginer de porter par exemple à 10 p. 100 le taux de 6 à 7 p. 100 qu'on vient de voir pour la majoration nouvelle des tarifs de marchandises; on réaliserait ainsi des suppléments de recettes de 300 à 400 millions qu'on utiliserait alors pour la révision des tarifs d'un certain nombre de matières premières, d'engrais, de matériaux de construction, etc. Ce serait très probablement une très bonne opération.

Le Bulletin du Tableau-postal, organe mensuel de renseignements postaux, d'octobre 1927, publie, avec la signature de son directeur, M. J. Chazelle, une note, intitulée *Pour augmenter les recettes*, qui vient à l'appui des constatations et des propositions de M. Richard Bloch. Cette note, que nous croyons devoir reproduire *in extenso* ci-après, est annoncée sur la couverture du Bulletin par cette manchette :

Pour augmenter les recettes, diminuer le tarif des imprimés.

Les recettes budgétaires au 31 août, publiées le mois dernier, ne manquent pas d'être fort satisfaisantes puisque, pour l'ensemble, elles indiquent une plus-value sensible sur les évaluations budgétaires.

Cependant, à l'encontre des divers départements du budget, les recettes des P. T. T. accusent une moins-value de 17 millions sur les évaluations budgétaires et, fait bien symptomatique, une moins-value de 25 millions sur les recettes de la période correspondante de 1926 (c'est-à-dire avant l'augmentation des tarifs).

La conclusion qu'en tire un grand quotidien de Paris est celle-ci : « Il existe en toute matière un point critique, indépassable dans les augmentations, et passé ce point, le résultat est l'inverse de celui qu'on attend ; diminuez certains tarifs trop lourds et vous augmenterez vos recettes. » C'est exactement ce que nous avons dit ici à plusieurs reprises et c'est aussi ce que nous ont écrit nombre de nos abonnés, directeurs de firmes importantes, jugeant l'affaire commercialement, ainsi qu'il convient.

Parmi les tarifs incriminés, celui des imprimés est, certainement, celui qui intéresse le plus commerçants et industriels, car la circulaire, c'est l'âme même des affaires. C'est sur ce tarif, seul, que porte le flot des protestations dont nous nous faisons l'écho.

D'ailleurs, sur ce sujet, l'Administration elle-même est sûrement de notre avis, car lors du vote de l'augmentation du tarif des imprimés, cette augmentation, proposée par un député, a été combattue énergiquement par le Ministre, d'accord avec le Comité supérieur des P. T. T. qui, en connaissance de cause, l'estimait inopportune.

A cette heure, la question est jugée : le résultat est mauvais ; il semble donc logique de revenir au précédent tarif qui avait donné de meilleures recettes.

Et M. Poincaré, lui-même, gardien vigilant de nos finances, ne pourra qu'approuver une mesure dans ce sens, destinée à augmenter les recettes du budget, car nous le répétons avec nos abonnés : « L'abaissement du tarif des imprimés entraînera, non une diminution, mais une réelle augmentation de recettes des P. T. T. »

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE EN SEPTEMBRE 1927

SORRE (M.). — Les ressources, l'outillage et la production de la Région du Nord. **L'industrie extractive** : 1) *Le bassin houiller* ; 2) *Les carrières*. (1^{re} Région économique. Chambres de commerce de : Armentières, Arras, Avesnes, Béthune, Boulogne-sur-Mer, Calais, Cambrai, Douai, Dunkerque, Lille, Roubaix, St-Omer, Tourcoing, Valenciennes). In-8 (25 × 17) de II + 119 p., 28 fig., 1 carte. Lille, édité par la 1^{re} Région économique, Palais de la Bourse, 1927. **17323**

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE, DU TRAVAIL ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALE (Belgique). — **Compte rendu des travaux de la Commission chargée de s'enquérir des effets de la loi du 14 juin 1921 instituant la journée de huit heures et la semaine de quarante-huit heures. 1924-1926**. In-4 (28 × 22) de 467 p. Bruxelles, Imp. François Saey, 94, avenue Clemenceau, 1927. **17324**

LABRIFFE (H. et CH.). — **Manuel de tissage. III : Mise en carte. Lissage**. (Bibliothèque professionnelle). In-18 (16 × 10) de 285 p., 121 fig., XIII pl. Paris, J.-B. Baillièrre et fils, 1927. **17325**

LEMALE (J.). — **Manuel du relieur**. (Bibliothèque professionnelle). In-18 (16 × 10) de 350 p., 61 fig. Paris, J.-B. Baillièrre et fils, 1927. **17326**

ALTEIRAC (E.) et LECERF (R.). — **Manuel d'ajustage**. (Bibliothèque professionnelle). In-18 (16 × 10) de 308 p., 290 fig. Paris, J.-B. Baillièrre et fils, 1927. **17327**

LAMÉ (G.). — **Examen des différentes méthodes employées pour résoudre les problèmes de géométrie**. In-8 (20 × 13) de XII + 124 p., II pl. Paris, J. Hermann. **17328**

La géométrie de René Descartes. Nouvelle édition. In-8 (22 × 17) de 91 p., 32 fig. Paris, J. Hermann, 1927. **17329**

ANGLÈS (PAUL) et DUPONT (ÉMILE). — **Précis de législation usuelle et commerciale**

à l'usage des Écoles commerciales et des Écoles pratiques de commerce et d'industrie. 4^e édition corrigée et mise à jour. (*Bibliothèque de l'Enseignement technique*). In-8 (21 × 13) de 420 p. Paris, Dunod, 1927. **17330**

WIESMANN (D^r E.). — **Les ventilateurs**. Calculs, tracés et applications. Traduit de l'allemand par M. PELET. In-8 (25 × 16) de x + 271 p., 140 fig. Paris, Dunod, 1927. **17331**

COURCELLE (LOUIS). — **Traité administratif des travaux publics** (à jour au 15 juin 1926). Nouvelle édition complètement remaniée du Dictionnaire administratif des travaux publics, de A. DEBAUVE. In-8 (25 × 16). Vol. I : XXVIII + 800 p.; Vol. II : p. 801-1470. Paris, Dunod, 1927. **17332-3**

DOVÈRE (CH.). — **Théorie du navire**. (*Encyclopédie de mécanique appliquée*). In-8 (23 × 15) de 666 p., 341 fig. Paris, J.-B. Baillièrre et fils, 1927. **17334**

FREMONT (CH.). — **Essai de corrosion des fers et des aciers**. Études expérimentales de technologie industrielle. 71^e mémoire. In-4 (27 × 22) de 179 p., 256 fig. Paris, chez l'auteur, 25, rue du Simplon (18^e), 1927. (*Don de l'auteur, membre de la Société*). **17335**

DÉRIAZ (WILLIAM). — **Les mesures de températures courantes**. Étude des thermomètres, de leur utilisation rationnelle et des conditions dans lesquelles ils doivent être observés. In-12 (18 × 12) de 148 p., 24 fig. Paris, Ch. Béranger, 1927. **17336**

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE FOURMIES. — **Aperçu économique sur la Région de Fourmies**. Géographie, géologie, industrie, agriculture, histoire et tourisme. Notes publiées par la Société industrielle de Fourmies à l'occasion de son Cinquantenaire, 1874-1924. In-8 (24 × 15) de 253 p., XXV pl., 2 cartes. Fourmies, 1927. (*Don de la Société industrielle de Fourmies*). **17337**

..

MINISTÈRE DU COMMERCE ET DE L'INDUSTRIE. — OFFICE DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE. — **Rapport général au Ministre du Commerce et de l'Industrie sur la situation et les travaux de l'Office de la Propriété industrielle. Année 1926**. (Extrait du *Journal Officiel* du 20 août 1927). In-4 (31 × 23) de 7 p. Paris, Imp. des Journaux officiels, 31, quai Voltaire, 1927. **Pièce 13246**

Où nous renseigner sur nos produits coloniaux? Adresses des Agences et Offices économiques des Colonies, Protectorats et Pays sous mandat français avec l'indication des produits et marchandises exportés par chaque pays. In-8 (21 × 13) de 32 p. Paris Imp. S. E. L. A., 51, rue Saint-Georges, 1927. **Pièce 13247**

LEGROS (LUCIEN-A.). — **La meilleure utilisation de l'effort humain et la fatigue industrielle**. (Extrait des *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France*, Bulletin de septembre-octobre 1926). In-8 (24 × 15) de 40 p. Paris, Société des Ingénieurs civils de France, 19, rue Blanche (9^e), 1927. (*Don de l'auteur, membre de la Société*). **Pièce 13248**

LEGROS (LUCIEN-A.). — **Technical and Non-Technical Management**. (*Société des Ingénieurs civils de France. British Section. Nineteenth ordinary general Meeting, march 30th, 1927*). In-8 (24 × 15) de 59 p. London, S. W. 1., 82, Victoria Street. (*Don de l'auteur, membre de la Société*). **Pièce 13249**

BACLÉ (L.). — **Armour Plate. Its Influence on the Metallurgy and Manufacture of Steel**. Traduit par L.-A. LEGROS. (*Société des Ingénieurs civils de France. British Section. Eighteenth ordinary general Meeting, november 24th, 1926*). In-8 (24 × 15) de 23 p., 20 fig. London, S. W. 1., 72, Victoria Street. (*Don de M. L.-A. Legros, membre de la Société*). **Pièce 13250**

BAXANDALL (D.). — **Catalogue of the Collections in the Science Museum, South Kensington, with descriptive and historical notes and illustrations. Mathematics. I : Calculating machines and instruments**. In-8 (24 × 15) de 85 p., XII pl. London, S. W. 7., South Kensington, 1926. **Pièce 13251**

126^e Année. — Octobre 1927.

48

DOMINION BUREAU OF STATISTICS, CANADA. Internal trade branch. — **Report on the Grain trade of Canada** for the crop year ended July 31 and to the close of navigation 1926. In-8 (25 × 16) de 201 p. Ottawa, F. A. Acland, 1927. **Pièce 13252**

LANGÉ (GABRIEL-URSIN). — Un poète normand : **Pierre Préteux**. In-8 (25 × 16) de 24 p., 1 pl. Paris, Perche, 41, rue Jacob (6^e), 1926. **Pièce 13253**

Le coton dans l'Oubangui-Chari et au Tchad. (*Les Annales coloniales*, supplément illustré, 6 juillet 1927). In-f^o (55 × 45) de 4 p., fig. Paris, 34, rue du Mont-Thabor (1^{er}). **Pièce 13254**

Les travaux du Congo-Océan en mars 1927. (*L'Afrique Équatoriale française*. Supplément illustré du *Courrier colonial*, 1^{er} juillet 1927). In-4 (37 × 27) de 15 p., fig. Paris, 96, rue de Rivoli (4^e). **Pièce 13255**

La lutte contre la maladie du sommeil en A. E. F. (*La Presse coloniale illustrée*, janvier 1927). In-4 (37 × 27) de 16 p., fig. Paris, 2, rue des Halles. **Pièce 13256**

INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS. — **Proceedings. 1927**, vol. I (january-may). London, S. W. 1., Storey's Gate, St. James's Park. **Pér. 114**

INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS. — **Brief subject-index of papers published in the Proceedings 1847-december 1926.** London, S. W. 1., Storey's Gate, St. James's Park. **Pér. 114**

ROTHAMSTED EXPERIMENTAL STATION, Harpenden. — **Report 1925-26.** Harpenden. **Pér. 7**

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. — **Yearbook of Agriculture, 1926.** Washington. **Pér. 410**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Scientific Papers**, Vol. XXI (1926-27), n^{os} 543 : *Linkage-current diagram for representing magneto operation*, p. 647-699, 22 fig. — 544 : *Effect of eddy currents in a core consisting of circular wires*, p. 701-725, 5 fig. — 545 : *Determination of the magnetic induction in sheet steel*, p. 727-742, 16 fig. — 546 : *Magnetic reluctance relationship*, p. 743-755, 6 fig. — Vol. XXII (1927), n^{os} 547 : *The lovibond color system. I : A spectrophotometric analysis of the lovibond glasses*, p. 1-46, 15 fig. — 548 : *Wave-length measurements in the arc and spark spectra of zirconium*, p. 47-60. — 549 : *Wave-length measurements in the arc spectrum of scandium*, p. 61-71. — 551 : *Absorption spectra of iron, cobalt and nickel*, p. 205-226, 2 fig. **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Technologic Papers**, Vol. XXI (1927), n^{os} 335 : *Thermal expansion of graphite*, p. 223-230, 3 fig. — 336 : *Comparative tests of six-inch cast-iron pipes of american and french manufacture*, p. 231-254, 9 fig. — 337 : *Soundproofing of apartment house*, p. 255-260. — 338 : *Color in the sugar industry*, p. 261-308, 4 fig. — 339 : *Use of sulphite cellulose extract as a tanning material*, p. 309-321, 3 fig., 1 pl. — 346 : *Electrodeposition of chromium from chromic acid baths*, p. 413-449, 9 fig. **Pér. 61**

SMITHSONIAN INSTITUTION. — **Report of the United States National Museum, 1926.** Washington. **Pér. 27**

JOHN CRERAR LIBRARY. — **32d Annual Report, 1926.** Chicago. **Pér. 261**

BUREAU OF AMERICAN ETHNOLOGY. — **Bulletin 82 : Archeological observations North of the Rio Colorado**, by NEIL M. JUDD, 171 p., 46 fig., 61 pl. Washington, 1926. **Pér. 25**

GEOLOGICAL INSTITUTION OF THE UNIVERSITY OF UPSALA. — **Index to Bulletin. Volumes XI-XX (1912-1927).** Uppsala. **Pér. 221**

DEPARTMENT OF FINANCE (Tôkyô). — **Twenty-sixth Financial and Economic Annual of Japan, 1926.** **Pér. 90**

L'agent général, gérant,
E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

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

**LE CHAUFFAGE DES VOITURES
SUR LES TRAINS A TRACTION ÉLECTRIQUE
DU RÉSEAU DE LA COMPAGNIE D'ORLÉANS**

CONSIDÉRATIONS SUR L'ÉCONOMIE DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES.

L'électrification partielle du réseau de la Compagnie du Chemin de fer d'Orléans actuellement réalisée entre Paris et Vierzon, ainsi qu'entre Brétigny et Dourdan, a conduit cette compagnie à étudier dans quelles conditions pourrait être assuré le chauffage des rames automotrices de banlieue ainsi que celui des trains remorqués électriquement entre les gares ci-dessus et qui sont chauffés sur tout le reste de leur parcours par la locomotive à vapeur à laquelle ils sont attelés.

Parmi les trois procédés de chauffage possibles initialement envisagés, à savoir :

1^o Chauffage à la vapeur avec fourgons-chaudières, chauffés au mazout;

2^o Chauffage à la vapeur avec fourgons-chaudières, chauffés électriquement;

3^o Chauffage par radiateurs électriques individuels disposés dans les voitures,

seul le chauffage par radiateurs pouvait être retenu indépendamment de toute considération économique en ce qui concerne les rames automotrices de banlieue.

Certaines d'entre elles étant en effet scindées en gare de Brétigny, le chauffage à la vapeur eût exigé l'incorporation dans ces rames de deux fourgons-chaudières dont la présence aurait considérablement augmenté le tonnage ainsi que la longueur des rames tout en triplant le personnel affecté à leur conduite.

En ce qui concerne, par contre, les trains de grands parcours, dont les

voitures possèdent déjà une installation de chauffage à vapeur, le problème, indépendamment des difficultés techniques qu'il soulève, est, du point de vue économique, suffisamment complexe pour qu'il soit intéressant d'indiquer brièvement, avant la description qui fait l'objet de cet exposé, les raisons qui ont motivé le choix du système adopté.

En premier lieu, la Compagnie d'Orléans a estimé que, pour assurer le chauffage *de tous les trains de grands parcours* empruntant les sections électrifiées, il était nécessaire, soit d'acquérir environ 100 fourgons-chaudières coûtant approximativement 26 millions de francs, soit de munir de radiateurs environ 1.500 voitures à bogies ou à 2 essieux dont l'équipement eût entraîné une dépense qu'on peut estimer à 48 millions de francs.

En ne considérant que les frais de premier établissement, l'emploi de fourgons-chaudières, qui permettent d'ailleurs d'utiliser sans modifications les installations de chauffage à vapeur existant sur les voitures, constitue donc une solution considérablement plus économique que le chauffage par radiateurs. Mais cet avantage apparent disparaît devant l'économie d'exploitation que procure par contre ce dernier procédé de chauffage.

A ce point de vue, une comparaison entre les divers systèmes mentionnés précédemment s'établit aisément en considérant un cas concret, par exemple celui d'un train de 450 t circulant à une vitesse de 80 km : h.

Des expériences ont permis de reconnaître que le chauffage d'un tel train exige :

soit 1.200 kg de vapeur par heure à la pression de 6 kg : cm² (dont la production nécessite la combustion de 115 kg de mazout ou une dépense de 1.000 kWh),

soit une puissance de 170 kW si le chauffage est assuré par des radiateurs électriques individuels.

En se basant sur ces données et en supposant de plus :

a) que l'énergie électrique est fournie au prix moyen de 0,20 fr le kilowatt heure par des centrales hydrauliques,

b) que le mazout chargé sur les fourgons revient à 760 fr la tonne,

les prix du chauffage par heure seraient respectivement :

87 fr environ en utilisant des fourgons-chaudières chauffés au mazout,

200 fr environ en utilisant des fourgons-chaudières chauffés électriquement,

34 fr environ en utilisant des radiateurs.

Ces deux derniers prix seraient d'ailleurs plus que doublés si l'énergie était empruntée à des centrales thermiques.

L'emploi d'une chaudière chauffée électriquement apparaît donc tout d'abord comme prohibitif.

La dépense excessive qu'elle entraînerait et qui obligerait même à renforcer les installations fixes de production, de transformation et de distribution de courant, provient du mauvais rendement du chauffage à vapeur (principalement dû aux fuites, aux purges, aux pertes par rayonnement et convection dans les tuyauteries et les accouplements non calorifugés placés entre les voitures) dont l'utilisation n'est compatible qu'avec l'usage d'un combustible peu coûteux.

Pour les mêmes raisons, l'emploi d'un fourgon-chaudière chauffé au mazout reste également onéreux par rapport à celui de radiateurs même en supposant l'énergie exclusivement fournie par des centrales thermiques. Il convient d'ailleurs de remarquer que les frais d'entretien des équipements de chauffage électrique étant négligeables, le prix de 34 fr indiqué ci-dessus peut être considéré comme sensiblement net, tandis que le prix horaire du chauffage par fourgon-chaudière (87 fr) ne tient pas compte des frais supplémentaires qu'entraînent la présence d'un chauffeur ainsi que l'entretien du fourgon et des installations annexes destinées à assurer son alimentation en eau et en combustible. En se basant néanmoins sur ce chiffre et même en ne considérant que les trains desservant les lignes du Centre, l'économie horaire de $87 - 34 = 53$ fr que procurerait l'emploi de radiateurs conduirait, pendant chaque hiver, à une économie globale d'environ 7.300.000 fr qui, en trois ans, amortirait les frais supplémentaires de premier établissement qu'il faudrait engager pour installer des radiateurs sur les voitures de *tous les trains* empruntant les sections électrifiées. Cette économie deviendrait d'ailleurs de plus en plus considérable au fur et à mesure qu'en se poursuivant, l'électrification du réseau allongerait les parcours effectués sur les sections électrifiées.

Ces considérations économiques, jointes aux inconvénients que présente l'emploi de fourgons-chaudières (détérioration rapide des lignes caténaires par la fumée ; garage d'un matériel inutilisé pendant 6 mois ; complication des manœuvres de mise en tête ; obligation d'effectuer un échange de machine en gare d'Austerlitz à tous les trains, le fourgon ne pouvant être admis en gare d'Orsay en raison de la fumée), ont conduit en définitive la Compagnie d'Orléans à faire exclusivement usage de radiateurs pour assurer, comme sur les nouvelles rames automotrices récemment mises en service sur son réseau, le chauffage des trains de grands parcours des lignes du Centre dont la remorque est effectuée entre Paris et Vierzon par des locomotives électriques.

On trouvera dans la description ci-après le détail des dispositions adoptées pour assurer l'alimentation de ces appareils dont l'installation a été prévue seulement sur 370 voitures à bogies et 200 voitures à essieux entrant dans

la composition de trains de grands parcours desservant les lignes du Centre, et sur 80 automotrices, 80 remorques métalliques à bogies, 160 anciennes remorques à essieux modifiés, destinées à constituer les rames de banlieue.

L'installation des radiateurs sur les voitures de grandes lignes ne pouvant être poursuivie que progressivement, la Compagnie d'Orléans a toutefois provisoirement mis en service 16 fourgons-chaudières pour assurer, pendant la période d'hiver 1926-1927, le chauffage de certains trains et permettre ainsi une meilleure utilisation des machines livrées.

Ces fourgons-chaudières seront d'ailleurs conservés et normalement utilisés par la suite pour assurer le chauffage des trains se dirigeant vers Bordeaux et la Bretagne, pour lesquels le parcours Paris-Orléans ou même Paris-Brétigny sur la section électrifiée est trop court par rapport au parcours total pour que l'économie qui résulterait de l'emploi de radiateurs justifie les frais d'installation d'un équipement qui alourdirait d'ailleurs les voitures tout en restant inutilisé sur la plus grande partie du trajet.

DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SYSTÈME PAR RADIATEURS ÉLECTRIQUES INDIVIDUELS

TRAINS DE GRANDS PARCOURS.

RADIATEURS. — Le chauffage par radiateurs n'ayant été, jusqu'à présent, réalisé que par l'emploi de radiateurs à basse tension (le plus souvent constitués par des éléments chauffants protégés par une simple tôle perforée) disposés en série et qui présentent l'inconvénient de supprimer en cas d'avarie à l'un d'eux, l'alimentation de tous ceux qui font partie du même circuit, la Compagnie d'Orléans a étudié un mode de construction spécial permettant de réaliser des radiateurs susceptibles de fonctionner directement sous la tension de 1.500 V et présentent de plus une étanchéité parfaite.

Cette étanchéité a été particulièrement recherchée en raison des introductions d'eau qui pourraient se produire par condensation lorsque les voitures séjournent entre des quais hauts en gare de Paris-Orsay où le réchauffage à la vapeur entretient sous ces voitures une atmosphère saturée de vapeur humide.

Les premiers radiateurs réalisés et satisfaisant à cette double condition ont été les radiateurs destinés aux rames automotrices (fig. 1 et 2); ceux qui ont été construits ensuite pour les voitures des trains de grandes lignes ont été établis suivant les mêmes principes et ne diffèrent des précédents que par leurs dimensions extérieures et leurs caractéristiques électriques (fig. 3 et 4).

Tous ces appareils comprennent, suivant leur type, un ou deux élé-

ments chauffants essentiellement constitués chacun par un fil résistant en chrome-nickel enroulé entre deux couches de micanite formant au total une épaisseur moyenne de 5 mm sur un tube métallique lui-même glissé dans une enveloppe protectrice en aluminium pourvue d'ailettes et rigoureusement étanche. Les couches de micanite, disposées à chaud, sur ce tube, puis sur l'enroulement, s'opposent à tout déplacement des spires susceptible d'entraîner leur mise en court-circuit ou leur rupture; l'introduction de l'élément chauffant dans l'enveloppe protectrice empêche ensuite toute exfoliation de la micanite sous l'influence de la chaleur.

Le serrage de l'élément contre les parois intérieures du corps du radia-

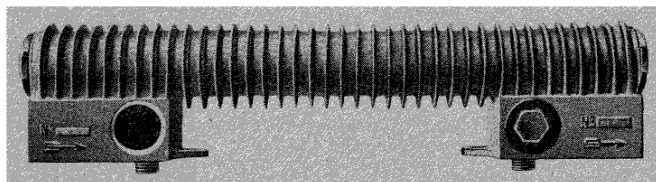


Fig. 1. — Radiateur pour rames automotrices.

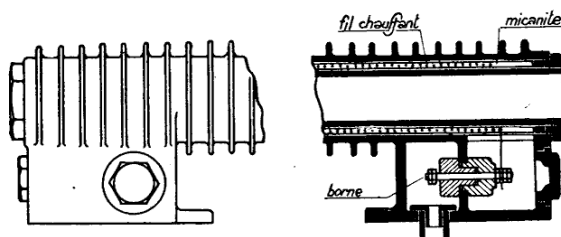


Fig. 2. — Coupe d'un radiateur électrique pour rames automotrices.

teur est d'ailleurs facilité par une très légère conicité de cet élément, obtenue, après achèvement, par usure sur le tour de la couche extérieure de micanite recouvrant l'enroulement résistant.

Le branchement des câbles alimentant ces radiateurs s'effectue dans des chambres venues de fonderie dans l'enveloppe sur des bornes traversant des isolateurs en stéatite serrés par l'intermédiaire de rondelles en klingerite formant joint étanche.

L'isolement de ces appareils est prévu pour supporter indéfiniment une tension de 15.000 V, soit 10 fois la tension normale de service. D'ailleurs, afin de prémunir les voyageurs contre les risques provenant de la présence du courant à 1.500 V dans les voitures, les enveloppes protectrices de ces radiateurs (qui, avec les leviers de réglage à la disposition des voyageurs, constituent la seule partie accessible au public de l'équipement de chauffage) sont soigneusement mises à la terre.

Enfin, la température maxima atteinte à la périphérie des ailettes ne dépassant pas 125° , aucun danger d'incendie n'est à redouter même en ce qui concerne les radiateurs placés sous les banquettes.

Afin de permettre l'installation de ces appareils dans les emplacements disponibles sur les voitures des trains de grandes lignes, ainsi que pour proportionner la puissance à dépenser au volume des divers compartiments

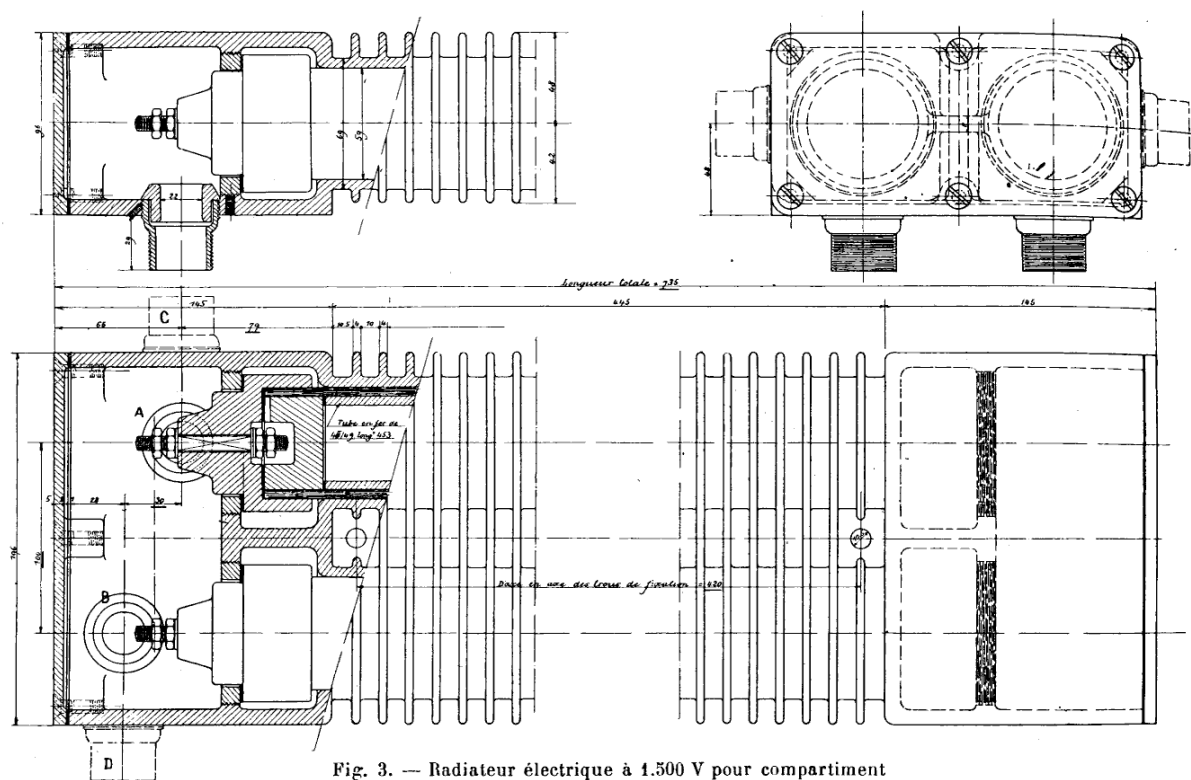


Fig. 3. — Radiateur électrique à 1.500 V pour compartiment
(Le radiateur ne comporte que deux manchons pour la sortie des câbles).

à chauffer, la Compagnie d'Orléans a été conduite à adopter 4 types de radiateurs différents :

- a) Des radiateurs jumelés comportant deux éléments chauffants constitués par du fil de 35/100 mm de diamètre et absorbant à chaud une puissance globale de 600 W sous 1.350 V ;
- b) Des radiateurs jumelés identiques aux précédents, mais comportant des éléments chauffants constitués par du fil de 35/100 mm de diamètre et absorbant à chaud une puissance globale de 800 W sous 1.350 V ;
- c) Des radiateurs ne comportant qu'un élément chauffant constitué par

du fil de 28/100 mm de diamètre et absorbant à chaud une puissance de 600 W sous 1.350 V ;

d) Des radiateurs ne comportant qu'un élément chauffant constitué par du fil de 32/100 mm de diamètre et absorbant à chaud une puissance de 700 W sous 1.350 V.

Les radiateurs des types *a* et *b* ci-dessus sont exclusivement utilisés pour le chauffage des compartiments, et leurs dimensions ont été spécialement choisies pour permettre aisément leur installation sous les banquettes.

Les radiateurs du type *c* sont exclusivement utilisés pour le chauffage

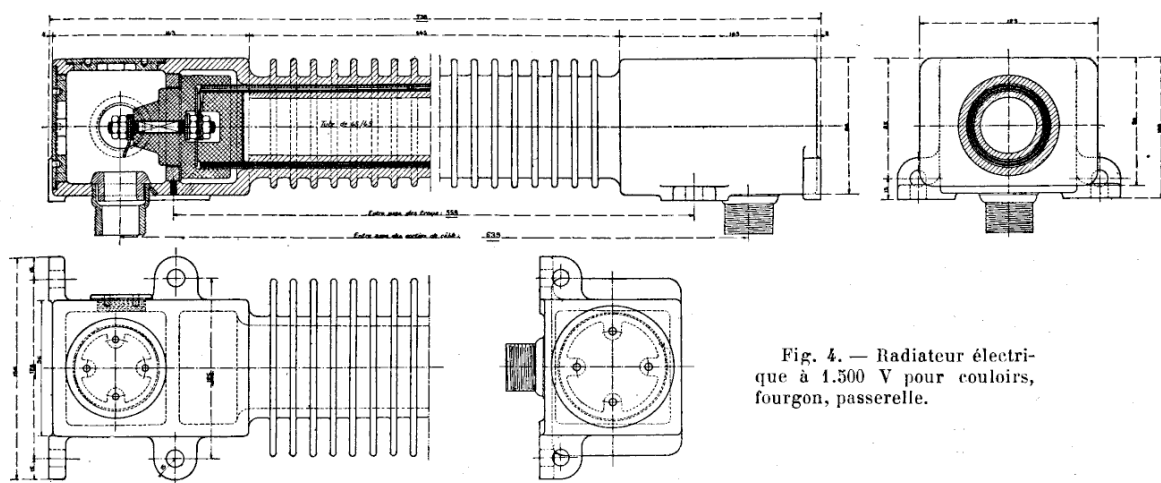


Fig. 4. — Radiateur électrique à 1.500 V pour couloirs, fourgon, passerelle.

des couloirs, des passerelles des voitures à bogies, ainsi que pour celui des fourgons.

Ceux du type *d*, qui sont d'ailleurs identiques à ceux qui assurent le chauffage des rames automotrices de banlieue, ne sont enfin utilisés que pour le chauffage des W. C. dans lesquels ils assurent également, au moyen d'une tuyauterie spéciale, le réchauffage de l'eau alimentant les lavabos.

A titre indicatif, ces radiateurs sont répartis ainsi qu'il suit dans les voitures à bogies :

TYPE DE RADIATEURS	COMPARTIMENTS		COULOIR <i>c</i> (600 W).	PASSERELLES <i>c</i> (600 W).	W. C. <i>d</i> (700 W).
	<i>a</i> (600 W).	<i>b</i> (800 W).			
Voitures de 1 ^{re} classe.	1	1	4	2	2
— 2 ^e —	1	1	4	2	2
— 3 ^e —	2	0	2	0	0

CANALISATIONS ET APPAREILLAGE DES VOITURES. — Afin de permettre l'alimentation de tous ces radiateurs, chaque voiture comporte un équipement spécial (fig. 5) juxtaposé à l'installation de chauffage à vapeur existante et qui comprend :

- a) 2 coupleurs fixes situés à gauche de chaque traverse de tête et auxquels sont raccordés 2 câblots sous cuir inamovibles, fixés à droite de ces traverses et dont les têtes reposent dans des supports appropriés lorsque les câblots sont inutilisés;
- b) Une canalisation principale de chauffage constituée par un câble de

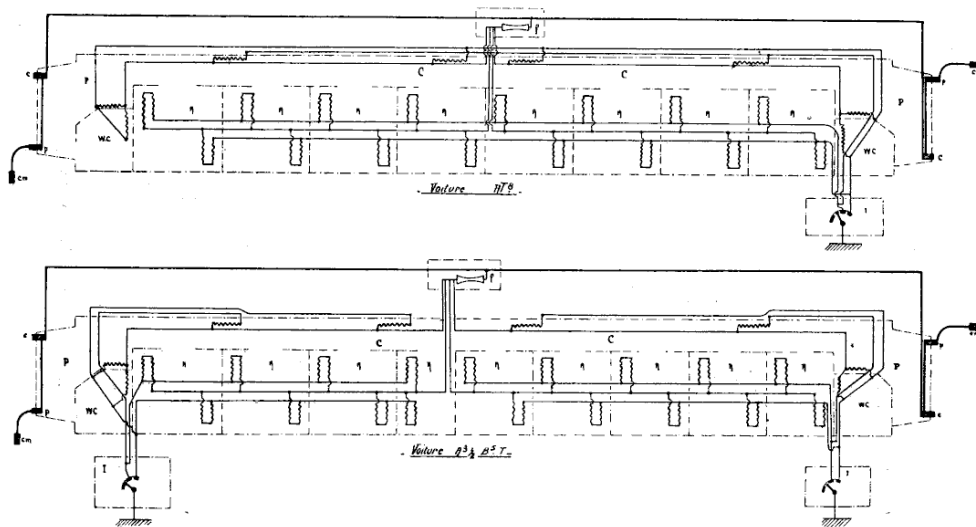


Fig. 5. — Schémas des canalisations de chauffage électrique à 1.500 V.
 c, coupleur fixe; — p, pièce de passage; — cm, câblot mobile; — f, boîte fusible; — I, commutateur de chauffage; — A, compartiments; — C, couloirs; — P, passerelles; — W.C., water-closets.
 Le gros trait indique un câble de 80 mm².
 Le trait fin indique un câble de 8 mm².

80 mm² de section protégé par un tube d'acier et réunissant les deux coupleurs fixes;

- c) Une boîte de jonction étanche en fonte, intercalée sur la canalisation principale. Cette boîte, isolée pour 15.000 V, est placée sous le châssis et comporte un couvercle à charnières;

- d) Des canalisations dérivées de 8 mm² de section, branchées dans la boîte de jonction sur la canalisation principale et protégées par un fusible cartouche de 15 A, placé dans cette boîte.

Les ramifications des tubes d'acier qui protègent ces canalisations permettent aux câbles d'alimenter, sans épissures, toutes les bornes positives des radiateurs;

e) Des canalisations de retour de 8 mm² de section sous tube d'acier, réunissant les bornes négatives des divers radiateurs et aboutissant au commutateur mentionné ci-après;

f) Un commutateur à 3 positions (chauffage maximum, demi-chauffage, chauffage nul), protégé par une boîte étanche en fonte et destiné à graduer l'intensité du chauffage (fig. 6). Cet appareil est actionné de l'intérieur de la

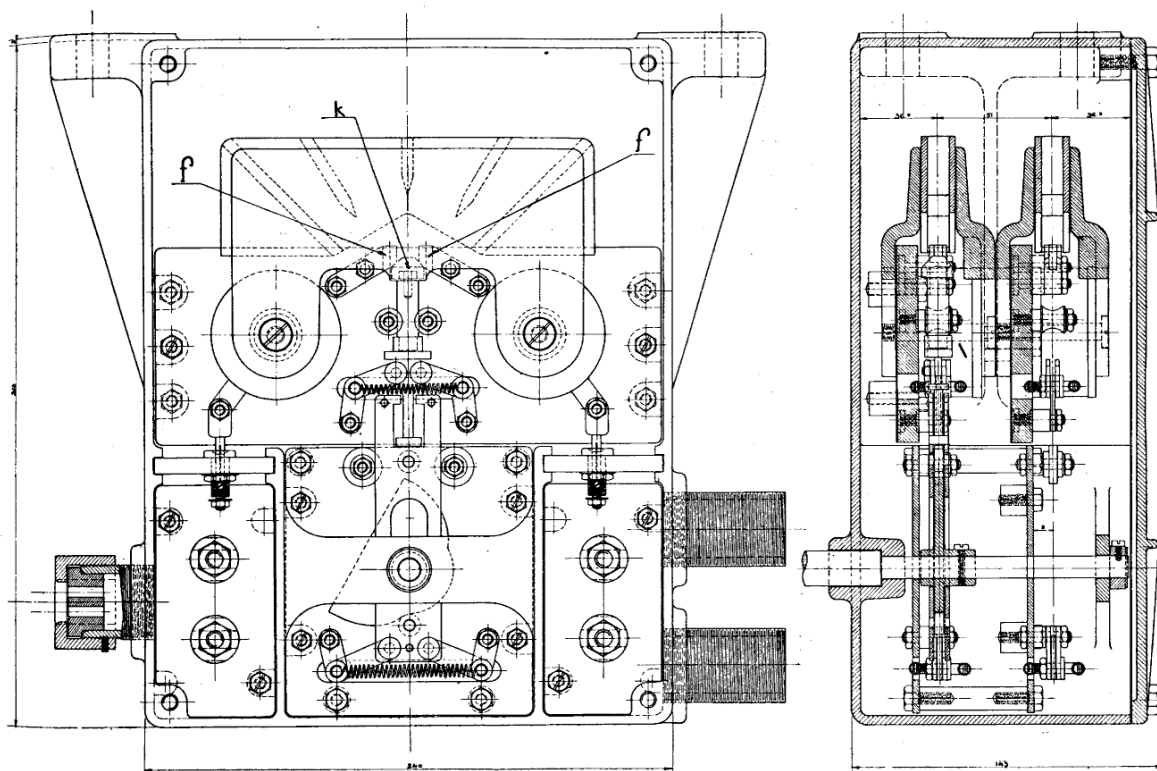


Fig. 6. — Commutateur à trois positions pour le réglage de la température.

voiture au moyen d'une tringle comportant un joint isolant par une poignée à la disposition des voyageurs. Il réalise, au moyen de deux contacteurs à rupture et fermeture brusque et à soufflage magnétique, la mise à la terre des canalisations de retour et permet, suivant la position occupée par la poignée de manœuvre, de supprimer le chauffage ou de mettre en service soit la moitié, soit la totalité des radiateurs des compartiments et du couloir.

Chacun des contacteurs qu'il comporte est constitué par un bloc conique isolé K entraîné par une came et qui établit le contact entre deux doigts fixes *f*. Le mécanisme de guidage du bloc conique comporte un dispositif à

genouillère, à rappel par ressorts, qui provoque la chute ou l'ascension brusque du contact mobile. L'ouverture ou la fermeture successive des deux contacteurs est obtenue par un décalage convenable entre les orientations de leurs cames de manœuvre.

Cet appareil a été étudié de telle sorte que chaque contacteur prévu pour une intensité nominale de 10 A, et qui, en service normal, coupe au maximum un courant d'environ 6 A, peut couper sans difficulté une surintensité de 100 A sans que le soufflage cesse d'être satisfaisant lorsque l'intensité descend à 0,5 A, correspondant au courant absorbé par un seul radiateur. Il est en effet indispensable que l'appareil satisfasse à cette dernière condition afin que, dans le cas où, par suite d'avaries aux radiateurs, un seul d'entre eux resterait en service, un arc grêle mais destructeur ne reste pas allumé entre les contacts.

Ce commutateur étant placé du côté terre n'est isolé que pour 6.000 V.

L'équipement des voitures mixtes de 1^{re}-2^e classe comporte 2 commu-

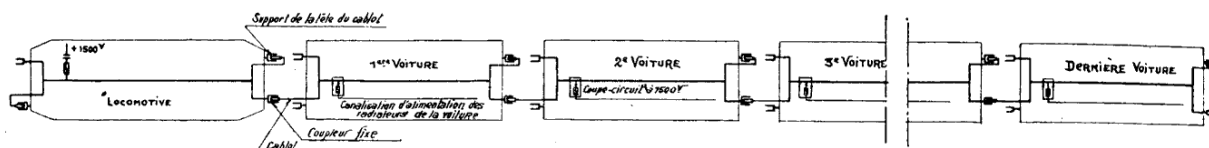


Fig. 7. — Disposition schématique de la canalisation principale.

tateurs de ce type permettant aux voyageurs de chaque catégorie d'effectuer des réglages indépendants. L'équipement des fourgons en est par contre dépourvu.

Toute la tuyauterie de câblage protégeant les diverses canalisations est exclusivement constituée par des tubes d'acier étirés sans soudure, soigneusement manchonnés entre eux ainsi qu'aux enveloppes de radiateurs, à la boîte de jonction, aux coupleurs et au commutateur à 3 positions afin de constituer un ensemble parfaitement étanche et d'assurer de plus, par l'intermédiaire des boulons fixant au châssis les divers appareils et les brides maintenant les tubes, une parfaite mise à la terre des radiateurs accessibles aux voyageurs.

Entre les différentes voitures la continuité de la canalisation principale est assurée au moyen des câblots fixés aux traverses et dont les têtes peuvent s'introduire dans les coupleurs fixes placés vis-à-vis (fig. 7.) En pratique, il suffit d'assurer la communication au moyen d'un seul câblot, l'autre servant de secours ; le dédoublement de la canalisation principale entre les voitures n'est effet justifié que par la présence des soufflets d'inter-communication qui s'opposent à l'emploi d'un seul coupleur central.

ALIMENTATION ET PROTECTION DES CIRCUITS DE CHAUFFAGE. — Les locomotives susceptibles d'assurer le chauffage des trains comportent, comme les voitures, une canalisation principale réunissant 2 coupleurs fixes auxquels sont également raccordés 2 câblots de jonction.

Cette canalisation principale peut être mise sous tension, par l'intermédiaire d'un fusible-cartouche de 200 A, au moyen d'un contacteur électropneumatique du même type que ceux que comporte le circuit de puissance de la machine.

La commande de ce contacteur s'effectue au moyen d'un interrupteur actionné par un bouton-poussoir qui ne peut être enfoncé qu'après avoir été déverrouillé au moyen d'une clef spéciale, laquelle ne peut d'ailleurs plus être enlevée de la boîte du bouton-poussoir tant que ce dernier est enfoncé.

Le fusible-cartouche de 200 A placé sur la machine a été spécialement étudié par la Compagnie d'Orléans en vue d'obtenir économiquement une protection absolument efficace de l'équipement de chauffage de la locomotive sans qu'il soit nécessaire de faire usage de relais à maxima et de disjoncteurs à forte capacité de rupture.

La mise au point de ce fusible a été le résultat d'essais méthodiquement poursuivis dans une des sous-stations du réseau en vue d'obtenir un fonctionnement irréprochable à toutes intensités. Ces essais ont montré qu'à partir d'une intensité nominale de 20 A, il n'était possible d'obtenir un fonctionnement satisfaisant en court-circuit qu'en constituant le fusible au moyen de fils divisés ayant chacun un diamètre de 5/10 mm au maximum et qu'il était de plus nécessaire de prévoir parmi ces derniers un ou deux fils plus fins constitués par un métal résistant et peu fusible dont la coupure s'effectue avec un léger retard et lorsque l'intensité du court-circuit a été réduite par la présence de ces fils résistants alors seuls en circuit. Ces essais ont également permis de reconnaître que les résultats optima à toutes intensités étaient obtenus en utilisant des fils d'aluminium et en bourrant la cartouche avec de l'alumine hydratée, légèrement séchée pour faciliter son introduction. Tous les essais effectués avec des sables siliceux, de la craie, du sulfate de baryte ou des mélanges de ces divers produits, et même avec de l'alumine calcinée, ont conduit à des résultats négatifs, soit que le fusible ait éclaté en court-circuit, soit que les culots aient été détruits par amorçage après fonctionnement défectueux à basse intensité.

Le fusible réalisé par la Compagnie d'Orléans à la suite de ces essais et que représentent les figures 7 *bis* et 7 *ter*, comprend essentiellement un cylindre de basalte C pourvu à sa périphérie de 12 rainures longitudinales et glissé sur un tube de carton bakélisé A aux extrémités duquel sont fixées

deux fourrures de laiton D. Les 36 fils d'aluminium de 4/10 mm et les deux fils d'alliage RNC⁽¹⁾ de 2/10 mm que comporte le fusible sont tout d'abord tendus dans les rainures du bloc de basalte entre les vis G disposées à la périphérie des fourrures D. L'ensemble ainsi équipé est ensuite glissé dans un tube de carton bakérisé B que coiffent 2 calottes E maintenues serrées contre le tube B par des écrous F. Avant fermeture, l'appareil est rempli d'alumine hydratée : un bourrelet en tresse d'amiante est toutefois disposé sous chaque calotte afin d'éviter toute perte d'alumine.

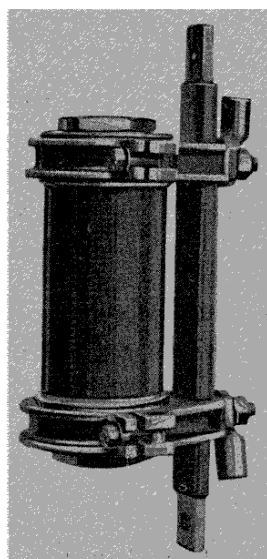


Fig. 7 bis. — Vue du fusible de chauffage de 200 A monté sur son support.

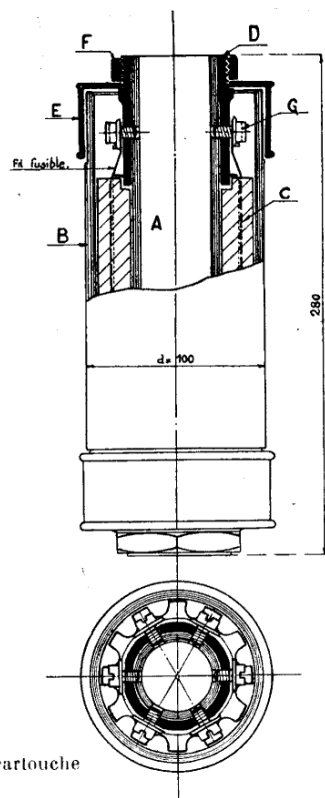


Fig. 7 ter. — Coupe du fusible-cartouche de chauffage.

La construction très mécanique de ce fusible rend sa préparation et son garnissage extrêmement simples; les essais auxquels il a été soumis dans la sous-station ci-dessus mentionnée ont montré d'autre part qu'il fonctionne silencieusement et sans aucune projection extérieure depuis l'intensité minima qui provoque sa fusion jusqu'à celle qui correspond au court-circuit franc établi en le branchant directement entre les barres omnibus alimentées par 3 commutatrices de 2.000 kW.

(1) L'alliage RNC (fabrique par les Acières d'Imphy) est un alliage de chrome et de nickel qui présente une résistivité élevée de l'ordre de 100 $\mu\Omega$: cm.

Les fusibles de 15 A placés sur les voitures ont fait l'objet de recherches analogues et satisfont exactement aux mêmes conditions que le précédent. Ils sont constitués par deux fils d'aluminium tendus dans une cartouche ordinaire à couteaux comportant également un bourrage d'alumine hydratée.

PROTECTION DU PERSONNEL. — Des dispositions spéciales ont été prises en vue de prémunir le personnel chargé d'effectuer les accouplements électriques et le remplacement des fusibles contre tout contact accidentel avec les parties sous tension des câblots, des coupleurs et des boîtes de jonction, ainsi que pour éviter tout accident consécutif à la mise en place ou au retrait d'un câblot pendant que le contacteur de chauffage est fermé.

A cet effet, d'une part, la fiche de contact de la tête des câblots est prolongée par un bloc isolant qui la rend inaccessible et d'autre part, les coupleurs fixes comportent un verrouillage de sécurité décrit ci-après qui ne permet d'ouvrir le couvercle du coupleur ou d'en retirer la tête d'un câblot que lorsque l'agent préposé à la manœuvre possède la clef normalement prisonnière sur la locomotive dans la boîte du bouton-poussoir commandant le contacteur de chauffage et qui ne peut être enlevée qu'après retrait de ce bouton. Cette clef est de même indispensable pour ouvrir le couvercle des boîtes de jonction renfermant les fusibles.

Le coupleur et son dispositif de verrouillage. — Les coupleurs utilisés par la Compagnie d'Orléans (fig. 8 et 9) sont isolés pour une tension de 15.000 V.

Le dispositif de verrouillage qui en rend la manipulation impossible sans le secours de la clef mentionnée précédemment, est combiné avec un dispositif de blocage permettant d'améliorer le contact entre la douille du coupleur fixe et la fiche de la tête du câblot.

Cet ensemble fonctionne ainsi qu'il suit (fig. 10 et 11) :

Le coupleur fixe étant fermé, l'agent chargé d'effectuer un accouplement doit tout d'abord introduire dans la serrure A la clef empruntée au mécanicien de la machine attelée au train et la faire tourner d'un quart de tour; cette manœuvre préliminaire provoque l'effacement du pêne D et permet par suite de relever le

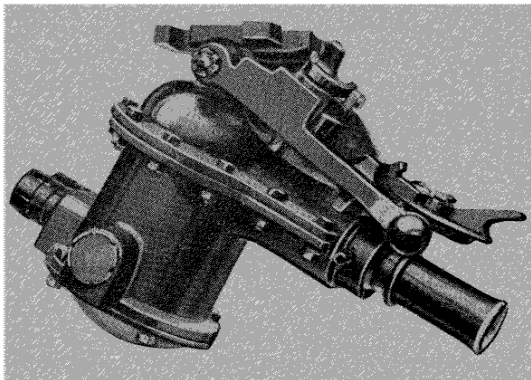


Fig. 8. — Vue d'ensemble d'un coupleur et de son dispositif de verrouillage.

levier de blocage B. A ce moment, il est impossible de retirer la clef de la serrure.

En relevant le levier D, le tenon E qu'il comporte se dégage de la rainure R_2 taillée dans le disque C solidaire du couvercle et, par suite, ce dernier peut alors être ouvert.

Après introduction de la tête du câblot F dans le coupleur fixe, il suffit de laisser tout d'abord retomber le couvercle dont le tenon T accroche la tête de ce câblot (fig. 13) puis de rabattre le levier de blocage B dont le tenon E

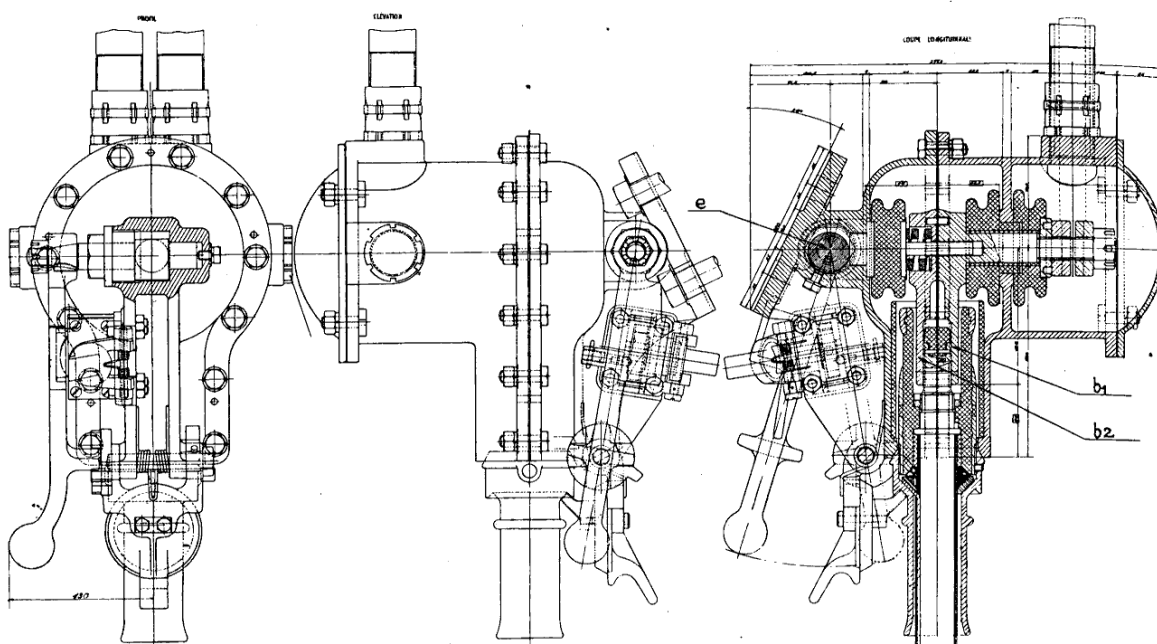


Fig. 9. — Coupe intérieure d'un coupleur, de sa boîte de jonction et de sa fiche d'accouplement.

s'engage alors dans la rainure R_1 du disque C afin d'immobiliser le couvercle et de retirer enfin la clef de verrouillage de la serrure.

La manœuvre du levier de blocage provoque de plus, au moyen d'un excentrique e (fig. 9), un serrage énergique de la fiche du câblot entre les 2 becs b_1 b_2 constituant la douille du coupleur fixe.

Pour retirer un câblot, il suffit d'effectuer exactement les mêmes opérations dans l'ordre inverse.

RAMES AUTOMOTRICES DE BANLIEUE.

Le chauffage des rames automotrices de banlieue est exclusivement assuré au moyen de radiateurs disposés sous les banquettes et ne comportant qu'un

élément chauffant absorbant à chaud une puissance de 700 W sous 1.350 V.

Dans les rames homogènes exclusivement constituées par des remorques

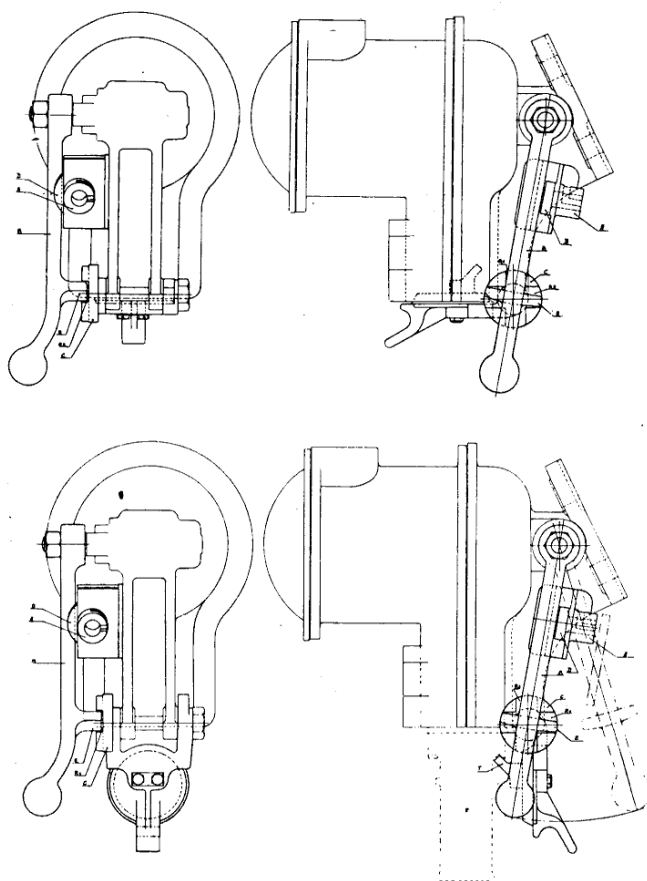


Fig. 10 à 13. — Dispositif de verrouillage et de blocage d'un coupleur de chauffage.

métalliques à bogies, ces appareils sont répartis ainsi qu'il suit dans les différentes voitures :

Automotrices	18 radiateurs
Remorques de 3 ^e classe.	18 —
Remorques 1 ^e et 2 ^e classe	20 —

Dans les anciennes remorques à 2 essieux équipées pour permettre leur incorporation entre les nouvelles automotrices à 1.500 V, il est placé uniformément 2 radiateurs par compartiment.

L'équipement électrique (fig. 14) nécessaire pour assurer l'alimentation

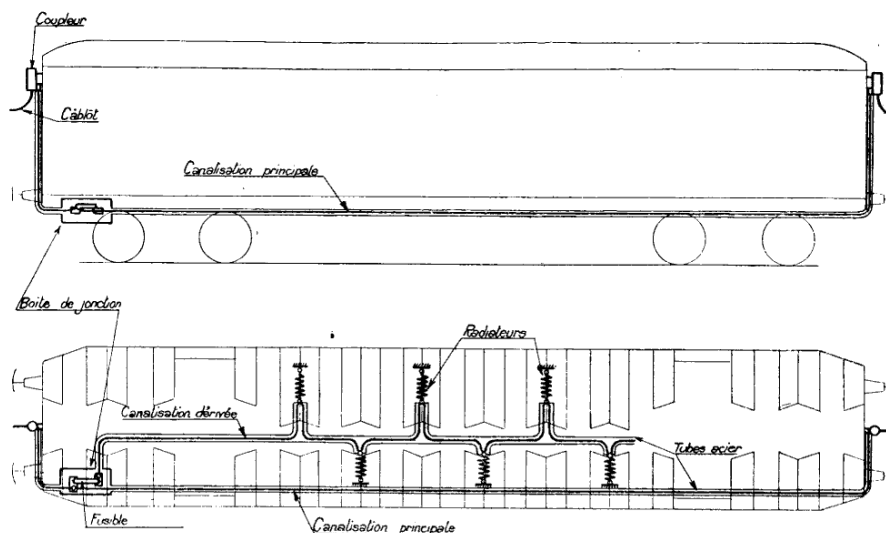


Fig. 14. — Disposition schématique du chauffage dans une remorque (trains de banlieue).

simultanée de tous ces radiateurs est analogue mais non identique à celui des voitures des trains de grands parcours et comprend sur chaque remorque :

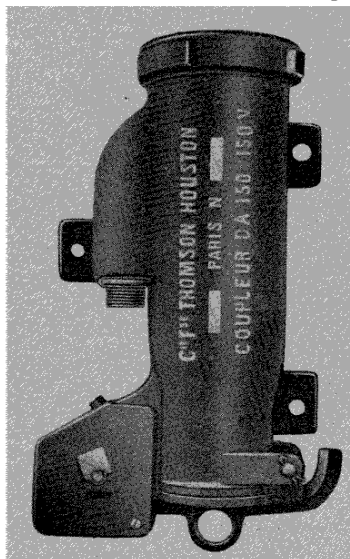


Fig. 15. — Coupleur fixe de dossier.

a) 2 coupleurs fixes placés chacun sur un dossier (fig. 15);

b) Une canalisation principale constituée par un câble de 30 mm² de section protégé par un tube d'acier et réunissant les 2 coupleurs;

c) Une boîte de jonction étanche en fonte munie d'un couvercle boulonné et intercalé sur la canalisation principale;

d) Une canalisation dérivée sous tube d'acier constituée par un câble de 8 mm² de section branchée dans la boîte de jonction sur la canalisation principale et protégée par un fusible cartouche de 15 A, placé dans cette boîte. Les ramifications du tube d'acier qui protège cette canalisation permettent au câble d'alimenter sans épissures toutes les bornes positives des radiateurs dont les bornes négatives sont, d'autre part, connectées au moyen d'un câble nu de 8 mm² soit

simultanée de tous ces radiateurs est analogue mais non identique à celui des voitures des trains de grands parcours et comprend sur chaque remorque :

directement aux longerons sur les remorques métalliques à bogies, soit à une cornière spéciale elle-même reliée électriquement au châssis sur les remorques à 2 essieux. Il n'existe aucun dispositif de réglage à la disposition des voyageurs.

Comme sur les voitures des trains de grands parcours, l'ensemble, constitué par les divers appareils et la tuyauterie qui y est manchonnée, forme un tout étanche qui assure une parfaite mise à la terre des enveloppes de radiateurs accessibles aux voyageurs.

L'équipement électrique de chauffage des automotrices est établi sensiblement suivant les mêmes dispositions que celui des remorques et comprend en particulier 2 coupleurs fixes réunis par une canalisation principale susceptible d'être alimentée, par l'intermédiaire d'un fusible-cartouche de 50 A, par un contacteur électromagnétique placé sous le châssis.

Le fusible général de 50 A (fig. 15 bis), également étudié spécialement par la Compagnie d'Orléans, est construit suivant le même principe que celui de 200 A des locomotives et satisfait aux mêmes conditions que ce dernier. Il comporte d'ailleurs le même bourrage, mais ne comprend que 8 fils d'aluminium de 4/10 mm et 2 fils d'alliage RNC de 2/10 mm.

La continuité de la canalisation principale est assurée entre les automotrices et les diverses remorques au moyen de câblots sous cuir amovibles dont les têtes peuvent s'introduire dans les coupleurs fixes placés sur les dossiers des voitures (fig. 16). Cette continuité n'est d'ailleurs jamais complète d'un bout à l'autre de la rame et des coupures sont ménagées entre les unités motrices ainsi que l'indique la figure 17, de telle sorte que la canalisation principale assurant le chauffage d'un ensemble de voitures ne peut jamais être alimentée par 2 automotrices. Afin d'éviter toute fausse manœuvre, les coupleurs qui ne doivent pas recevoir de câblots ont leur couvercle plombé.

Il résulte de cette disposition que le chauffage de chaque unité motrice est exclusivement assuré par l'automotrice correspondante et qu'aucun échange de puissance ne peut s'effectuer entre les diverses machines d'une rame par l'intermédiaire de la canalisation principale de chauffage.

La commande de tous les contacteurs de chauffage s'effectue simultanément de la cabine de tête de la rame au moyen d'un bouton-poussoir qui met sous

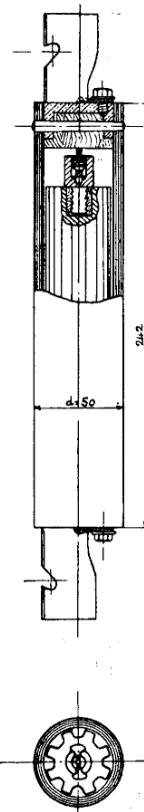


Fig. 15 bis. — Fusible-cartouche de 50 A.

tension un fil spécial appartenant à l'une des canalisations de train contrôlé établie tout le long de la rame.

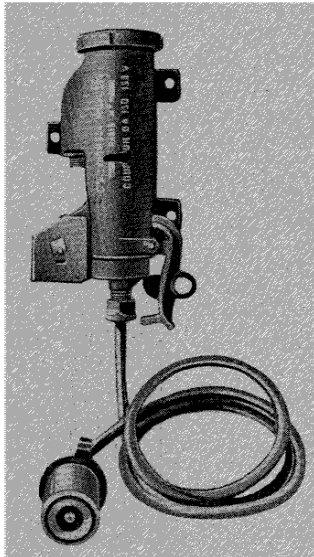


Fig. 16. — Coupleur fixe de dossier.

Comme sur les voitures des trains de grands parcours, des dispositions de sécurité ont été prises pour éviter tout accident au personnel chargé d'effectuer les accouplements.

A cet effet, la fiche des câblots mobiles est également prolongée par un bloc isolant qui la rend inaccessible. De plus, les coupleurs fixes comportent une serrure de verrouillage qui ne permet d'ouvrir leur couvercle ou d'en retirer la tête d'un câblot que lorsque l'agent chargé de cette manœuvre est en possession d'une clef spéciale empruntée au mécanicien et que ce dernier ne peut retirer d'une automotrice quelconque de la rame qu'après avoir abaissé tous les pantographes.

Cette serrure consiste essentiellement en un verrou tournant C qui, lorsque le couvercle O du coupleur est fermé, s'engage dans l'appendice évidé E de ce couvercle et s'oppose à son ouverture (fig. 18).

Pour déverrouiller le couvercle, il suffit d'introduire dans la serrure la clef

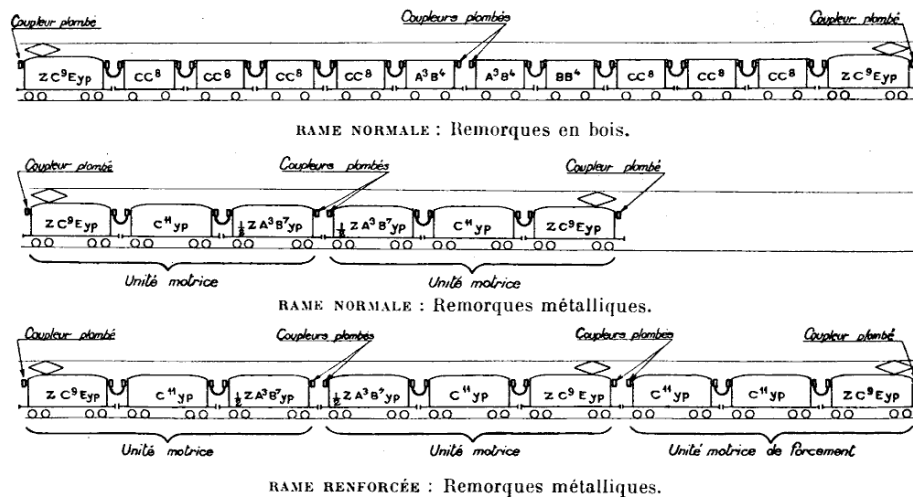


Fig. 17. — Disposition des accouplements des différents types de rames.

mentionnée ci-dessus et de faire tourner le verrou C de $1/4$ de tour afin de libérer l'appendice E. Dès que l'agent ouvre le couvercle, ce dernier laisse

retomber un loquet L dans une encoche appropriée du verrou C, de telle sorte qu'il est alors impossible de faire retourner le verrou et par suite de retirer la clef de la serrure.

Après introduction de la tête F d'un câblot dans le coupleur, le loquet L se trouve à nouveau soulevé par l'appendice E' et, en faisant tourner le verrou pour retirer la clef, ce dernier immobilise alors la tête F qui se trouve d'ailleurs soutenue par l'ergot E'' du couvercle O.

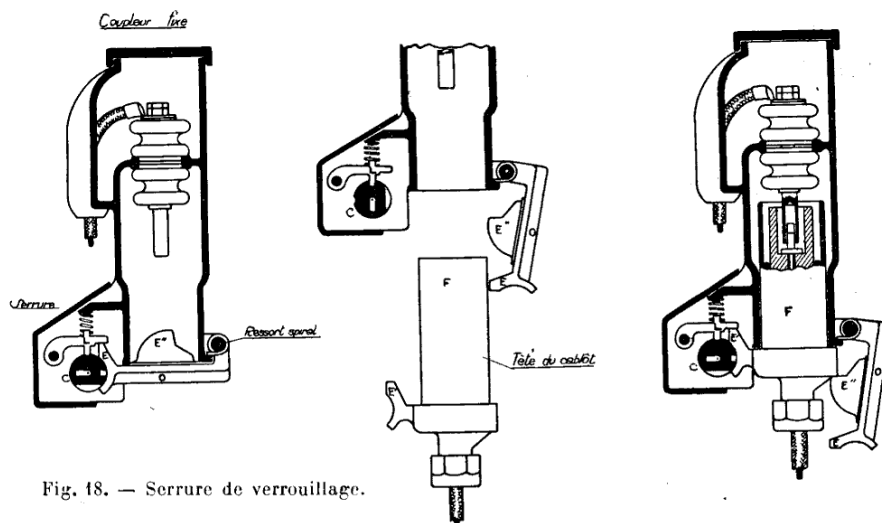


Fig. 18. — Serrure de verrouillage.

RÉSULTATS D'EXPLOITATION.

Les équipements de chauffage précédemment décrits ont été mis en service dès le début de la période d'hiver 1926-1927 sur la totalité des automotrices et des remorques constituant les rames de banlieue ainsi qu'à partir du 1^{er} janvier 1927 sur le tiers environ des voitures de grands parcours destinées à recevoir l'application du chauffage électrique.

Les résultats obtenus pendant ces périodes d'utilisation respectivement égales à environ 7 et 4 mois ont été des plus satisfaisants tant au point de vue de la régularité du chauffage que de son efficacité, la température obtenue dans les voitures ayant été dans tous les cas comparable à celle que procurait antérieurement le chauffage à vapeur.

Ce procédé de chauffage présente en outre l'avantage de procurer rapidement une température uniforme dans toutes les voitures, quelle que soit leur position par rapport à la locomotive.

De plus, la parfaite tenue en service des radiateurs qui n'ont provoqué

des incidents que dans une proportion insignifiante et inférieure à 3 p. 1000, a définitivement montré que le petit diamètre des fils résistants qui constituent leurs éléments chauffants et qui a permis de réaliser des appareils d'encombrement réduit ne constitue pas, comme on aurait pu le craindre, un point faible de cette installation.

Il convient de signaler enfin que l'absence complète d'accident au personnel ainsi qu'aux voyageurs permet, moyennant les précautions d'isolement prises, de considérer comme parfaitement admissible la présence à l'intérieur des voitures, de radiateurs à 1.500 V soigneusement mis à la terre et souligne, de plus, la parfaite efficacité des verrouillages de sécurité que comportent ces nouvelles installations.

LE « PIANOCANTO », PIANO A VIBRATIONS ENTRETENUES ÉLECTRIQUEMENT ⁽¹⁾

par M. MARCEL TOURNIER,

chef de travaux à l'École de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris.

Le pianocanto est un appareil électrique adaptable à un piano quelconque, qui permet d'entretenir les vibrations des cordes.

Quel est l'intérêt musical de cette modification? apporte-t-elle au piano des qualités nouvelles? C'est ce qu'on peut se demander au début d'une mise au point très longue comme celle qui a été nécessaire pour réaliser un tel appareil.

En dehors de toute considération d'ordre purement musical, il suffit pour affirmer que cette modification doit être utile, d'observer que les facteurs ont travaillé à perfectionner sans cesse le piano en diminuant autant que possible l'amortissement.

En remplaçant les cadres de bois par des cadres métalliques, on a pu employer des cordes beaucoup plus tendues, donc plus lourdes et moins amorties.

On peut aussi remarquer que les virtuoses choisissent toujours pour les exécutions en public les plus grands pianos, non pas seulement parce que leur son est plus puissant, mais surtout parce qu'il est moins amorti que celui des pianos de modèle réduit.

Le problème étant posé, tout technicien suggérera assez aisément plusieurs méthodes de réalisations.

Pour justifier le choix de la méthode d'entretien que nous employons actuellement, je vais rapidement passer en revue quelques procédés possibles que nous avons dû abandonner.

1° Par des *procédés purement mécaniques* : frottements d'archets, roues tournantes, il semble qu'on puisse obtenir le résultat. Il a été construit, il y a plus d'un siècle, des appareils de ce genre, très compliqués. Ces tentatives n'ont pas été couronnées de succès; il nous a semblé de peu de fruit de les reprendre. On conçoit en effet que, pour réussir, il faudrait abandonner la forme actuelle du piano. Or, cette forme et la disposition générale des principaux organes de l'instrument est le fruit d'une expérience déjà plus que centenaire. Les qualités musicales de l'instrument sont liées à ces dispositions de détail qu'il faut absolument respecter sous peine de compromettre la réussite acquise.

Tout *dispositif électrique* comportera, cela va sans dire, un électro en face chaque corde ou plutôt, en face chaque groupe de 2 ou 3 cordes correspondant à une même note. Ces électros sont de petites dimensions et faciles à loger sans changer les plans de l'instrument. Nous passerons donc en revue :

2° Les *procédés purement électriques* que nous avons successivement étudiés.

(1) Communication faite par l'auteur en séance publique le 12 mars 1927.

Les dispositifs électriques d'entretien des mouvements vibratoires sont-ils applicables au problème qui nous occupe? Le type le plus simple en est la sonnette électrique où le corps vibrant, lorsqu'il est attiré par un électro extérieur et qu'il se déplace, coupe le circuit de cet électro, faisant ainsi cesser la force qui le sollicite. Ce type d'oscillateur comporte un contact mobile porté par l'organe oscillant ou commandé par lui. Ce dispositif, appliqué au piano, nécessite donc un contact se faisant sur les cordes, ou commandé par le mouvement de celles-ci.

Indépendamment de l'usure de la corde par l'étincelle de rupture, il y a presque une impossibilité à garder par ce dispositif la qualité du timbre de l'instrument de musique. En effet, dès qu'on touche un tant soit peu à la corde en mouvement par un corps étranger, on fait apparaître des harmoniques élevés très désagréables à l'oreille.

En admettant qu'on réalise le lien entre la corde et le contact de rupture d'une manière indirecte, par un fil auxiliaire, par exemple, comme dans certains diapasons entretenus électriquement, il y a toujours une grande

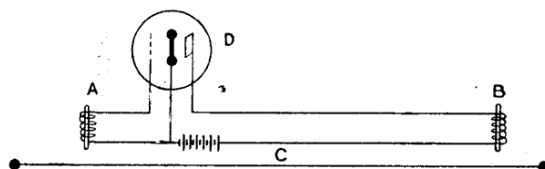


Fig. 1.

difficulté, celle de faire à coup sûr démarrer le système chaque fois qu'on le relie à la source électrique. En effet, à ce moment, la pièce mobile doit se déplacer, sous l'influence de la force attractive de l'électro suffisamment pour couper son propre contact.

Dans le cas d'une corde de piano très fortement tendue, il est difficile de produire sur elle des forces d'origine magnétique suffisamment grandes pour que son déplacement initial suffise à rompre le contact. Le réglage de la position de celui-ci doit être effectué avec une extrême précision, surtout dans le registre aigu. Tous ceux qui ont employé des diapasons entretenus dans les laboratoires de physique savent combien ce genre de réglage est délicat et instable.

Il semble donc très difficile de réaliser industriellement un appareil dont chaque organe offre des chances d'arrêt spontané et qui possède un grand nombre de ces organes.

3° En raison de ces difficultés, le principe fondamental auquel nous avons toujours obéi c'est qu'il fallait réaliser l'entretien de la corde sans avoir avec elle aucun lien matériel. La première réussite, à la suite de laquelle j'ai commencé à travailler avec M. Gabriel Gaveau, a été obtenue en utilisant les propriétés de la lampe à 3 électrodes suivant le schéma de la figure 1 :

Un électrode polarisé A est placé à quelques millimètres d'une corde C. Les déplacements de celle-ci produisent une force électromotrice qu'on applique entre le filament et la grille d'une triode D.

Dans le circuit plaque de celle-ci se trouve un électro B qu'on dispose en face de la corde.

En réalité, une lampe est insuffisamment sensible. Le dispositif schématisé ci-dessus doit être complété par 2 lampes supplémentaires, l'ensemble constituant un amplificateur basse fréquence à 3 lampes.

Le calcul montre aisément, et l'expérience vérifie bien vite, qu'un tel

dispositif peut entretenir le son fondamental, il est vrai, mais aussi les harmoniques de la corde et même trop facilement ceux-ci. Il est difficile de réaliser d'une manière stable l'entretien du son fondamental. Il faut étudier spécialement l'amplificateur et régler avec soin la position des électros.

En outre un amplificateur doit être relié à chaque note, ce qui, pour un piano entier conduirait à l'usage de 242 lampes ! Un tel appareil est évidemment impossible industriellement.

Cependant l'excellente qualité du résultat obtenu pour un accord de 3 notes nous a encouragés à persévérer et à essayer de tourner les difficultés rencontrées.

4° Il apparaît assez vite qu'on peut diminuer le nombre des organes nécessaires en remplaçant par un microphone unique, posé sur la table

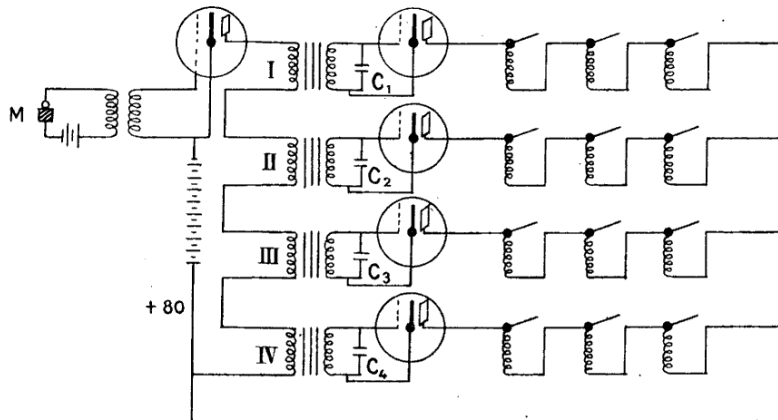


Fig. 2.

d'harmonie, l'électro chargé d'avertir l'amplificateur des oscillations de la corde.

Le dispositif d'expérience comprend alors un microphone, un amplificateur et un électro qu'on peut déplacer devant toutes les notes du piano. On s'aperçoit qu'elles sont susceptibles d'être toutes entretenues soit sur leur son fondamental, soit sur leurs harmoniques, avec ce dispositif unique.

L'ensemble de l'appareil réalisé est représenté par la figure 2. Le microphone M excite la grille d'une triode n° 1; dans le circuit plaque de celle-ci on monte en série les primaires de 4 transformateurs semblables dont les secondaires sont shuntés par des capacités différentes et respectivement reliés aux grilles de 4 lampes. Par un choix convenable des capacités et un sens favorable des connexions de ces secondaires, on réussit, en excitant le microphone par une vibration de fréquence n , à avoir dans les circuits plaque des dernières lampes des courants égaux, mais déphasés l'un par rapport à l'autre de $\frac{\pi}{2}$. Les lignes aboutissant aux électros placés en face des notes du piano sont au nombre de quatre.

On place l'électro d'une note donnée dans celle de ces 4 lignes qui l'aimente avec un déphasage convenable par rapport à son propre mouvement pour entretenir le son fondamental.

Les électros sont normalement en court-circuit, et mis en circuit au moment du jeu par un levier qui commande la touche.

On réussit ainsi à entretenir toutes les notes d'un piano, chacune donnant un son excellent lorsqu'elle est seule. Malheureusement, dès qu'on joue plusieurs notes simultanément, tout est déréglé : il est impossible d'obtenir l'entretien stable de plusieurs notes ensemble. Si on tente l'expérience, au bout de quelques instants une note de l'accord prédomine et les autres s'arrêtent. D'ailleurs, si on recommence plusieurs fois de suite l'expérience avec le même accord, ce n'est pas toujours la même note qui subsiste. En outre, il est difficile avec ce système de faire varier l'intensité du son.

Devant l'échec de ces méthodes, j'essayai d'employer des *sources électriques étrangères* au piano, de fréquence définie par des constantes électriques ou mécaniques et d'utiliser, pour faire vibrer les cordes, les phénomènes de résonance.

5° Le premier essai de ce genre fut fait en reliant l'électro placé en face chaque note à un circuit oscillant de période musicale égale à celle de la note, entretenu par une triode. Le résultat est excellent; malheureusement, on se heurte à des difficultés de prix et d'encombrement. Si cette méthode résout complètement le problème au point de vue technique et musical, elle nécessite l'emploi d'autant de lampes qu'il y a de notes, ce qui est très coûteux au prix actuel des lampes.

En outre, des oscillateurs électriques de fréquence musicale nécessitent de grandes selfs, donc des sefs à noyaux de fer, et de grandes capacités, donc des capacités à diélectrique solide. Les unes et les autres ont une valeur qui peut changer facilement et les circuits oscillants ainsi constitués n'ont pas une période suffisamment fixe. L'ensemble se désaccorde facilement et la résonance très aiguë des cordes rend l'inconvénient très sensible par un défaut d'homogénéité dans l'intensité des notes d'une gamme.

6° La question se pose donc de chercher à réduire le nombre des oscillateurs indépendants. Or il y a lieu de remarquer que les notes d'un piano peuvent être groupées de façon que les fréquences des divers éléments de chaque groupe soient des multiples simples des fréquences des plus graves.

Autrement dit, toute note du registre aigu ou moyen du piano est un harmonique d'une note d'un registre inférieur.

Si on peut réaliser un oscillateur électrique riche en harmoniques, le courant complexe qu'il donnera et qu'on pourra représenter algébriquement par une série de Fourier sera susceptible de faire entrer en résonance non seulement les cordes du son fondamental, mais aussi celles dont les fréquences correspondent aux harmoniques de celui-ci.

Théoriquement, le résultat doit être moins bon que lorsque la corde est excitée par une force alternative sinusoïdale de fréquence égale à la sienne propre. En effet, si on étudie le mouvement de la corde de fréquence $n\omega$ sollicitée par une force complexe de la forme

$$f = f_0 + f_1 \sin(\omega t + \varphi_1) + f_2 \sin(\omega t + \varphi_2) + \dots + f_n \sin(\omega t + \varphi_n),$$

la corde ne prend naturellement pas le même mouvement que si elle était sollicitée par la force $f_n \sin(n\omega t + \varphi_n)$; les autres termes interviennent aussi.

On peut se faire une représentation physique du phénomène en remarquant que la corde de fréquence ω reçoit une impulsion à chaque oscillation, la corde de fréquence 2ω une fois sur 2 oscillations, celle de fréquence $n\omega$, une

fois sur n . Plus les termes supérieurs seront importants, plus la percussion donnera à la corde un timbre riche en harmoniques élevés.

Il sera nécessaire, pour exciter les notes aiguës, d'avoir des percussions brèves à harmoniques élevés de grande amplitude, et pour exciter les notes graves d'avoir des percussions plus lentes, sans terme de fréquence élevée. Il y a une analogie entre les conditions du choc mécanique des marteaux d'un piano : les plus lourds sont réservés aux notes graves, les plus légers aux notes aiguës. Le premier oscillateur employé utilisait les propriétés de la

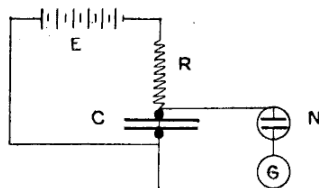


Fig. 3.

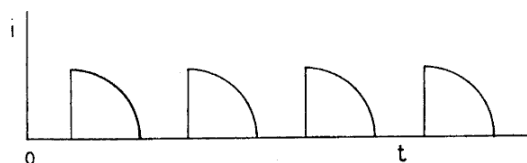


Fig. 4.

lampe au néon. On sait qu'une telle lampe, lorsqu'on fait croître lentement la différence de potentiel entre ses armatures, a d'abord une résistance presque infime; puis, pour une valeur déterminée du potentiel, une décharge éclate entre les armatures; la résistance décroît brusquement, si on fait décroître la différence de potentiel; la lampe s'éteint pour une valeur de cette différence plus faible que celle qui correspondait à l'allumage.

Si on charge une capacité C (fig. 3) au moyen d'une pile de f. é. m. E à

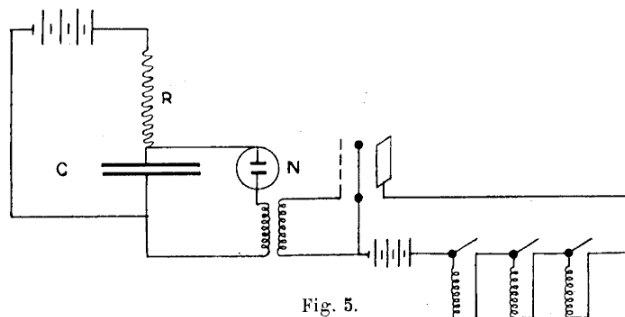


Fig. 5.

travers une résistance R , la capacité étant shuntée par une lampe au néon N en série avec un galvanomètre G , le courant dans le galvanomètre est périodique et peut se représenter par la courbe de la figure 4 en fonction du temps.

Le montage employé est celui de la figure 5. En déviation sur la capacité C se trouve la lampe et un primaire de transformateur dont le secondaire est relié au filament et à la grille d'une triode. Le circuit plaque de celle-ci comporte les électrodes d'un même groupe disposés en série et court-circuités lorsqu'ils ne sont pas en service.

Cet ensemble fonctionne très bien et donne des sons très purs et très intenses. Lorsqu'on met sur une batterie d'accumulateurs un groupe isolé, il reste réglé assez longtemps; malheureusement, lorsque 7 ou 12 groupes sont

associés sur la même batterie, il est difficile d'avoir une constance suffisante dans la fréquence.

Il est en effet nécessaire d'avoir une constance parfaite de la fréquence. Un écart de $\frac{1}{100}$ sur la période exacte du son fondamental correspond à $\frac{16}{100}$ sur l'harmonique 16 qui est d'un usage courant.

Dans ce montage, la fréquence dépend de la f. é. m. de la source, de la résistance R, de la capacité, de la self du transformateur, de la lampe elle-même, de la résistance filament-grille de la triode. Toutes ces grandeurs sont susceptibles de changer quand une ou plusieurs notes sont mises en service.

Cette nouvelle réalisation, bien qu'imparfaite, a démontré l'intérêt de l'emploi des harmoniques. En effet, nous avons pu entretenir les mouvements de 56 notes avec 7 oscillateurs seulement.

7° L'appareil actuel comporte 7 ou 12 vibreurs mécaniques entretenus électriquement, chargés de couper brusquement le courant dans des circuits comprenant une batterie d'accumulateurs et les bobines des électros. Celles-ci sont alors parcourues par des courants périodiques non sinusoïdaux, capables d'entretenir par résonance le mouvement des ondes dont la fréquence correspond soit à leur fréquence fondamentale, soit à celle de leurs harmoniques.

La période est ici définie uniquement par l'inertie d'une masse matérielle et les constantes élastiques d'un ressort.

Un pareil système peut être très rigoureusement fixe quant à sa période, si l'on prend quelques précautions.

*
* *

Les organes essentiels de l'appareil sont :

1° La boîte à vibreurs;

2° La planche adaptée au cadre du piano et portant les électros.

La *boîte à vibreurs* comporte 12 vibreurs accordés sur les notes de la seconde octave du piano.

Pour les raisons exposées plus haut, il est nécessaire que leur fréquence soit parfaitement réglée. Nous utilisons des vibreurs bifilaires (fig. 6), constitués par un barreau d'acier M suspendu par 2 fils d'acier, et tendu en son milieu par un ressort dont on règle la tension au moyen d'une roue dentée à vis tangente. Le barreau porte 2 lamelles d'acier C₁ et C₂ munies de pastilles de tungstène pouvant venir buter sur 2 vis fixes non figurées. L'un de ces contacts assure l'entretien du mouvement du vibreur, l'autre ferme le circuit des électros du piano. Un électro, non figuré, placé au voisinage du barreau M, entretient le mouvement de celui-ci.

Le montage électrique de chacune des 12 lignes allant au piano est le suivant.

Le contact C₂ (fig. 7), entraîné par le vibreur, est shunté par une capacité qui a pour but d'éviter les étincelles de rupture, mais surtout de donner une forme convenable à la variation du courant pendant une période évitant la production d'harmoniques aigus trop prononcés et constituant avec les diverses bobines a₁ a₂ a₃ des circuits oscillants à peu près accordés sur la fréquence des notes correspondantes; a₁ a₂ a₃, etc. représentent les bobines des notes de même nom dans les octaves successives du piano; celle qui cor-

répond à la note la plus élevée est en fil gros et a une faible self-induction ; le diamètre du fil diminue progressivement pour les bobines inférieures. Les conditions mécaniques du vibreur sont imposées par les dimensions de la pastille de tungstène du contact mobile. Celui-ci se ferme de 60 à 120 fois environ par seconde selon les vibreurs ; la pastille de tungstène s'arrête et répond à sa vitesse maximum autant de fois ; il faut donc lui fournir une énergie cinétique assez considérable. Pour que le vibreur ait une période à peu près indépendante de l'amplitude, il est nécessaire que l'amortissement soit très faible, autrement dit que l'énergie cinétique maximum du barreau soit très grande devant l'énergie cinétique maximum de la lame porte-contact. Cela conduit à employer des barreaux très lourds et très larges à grand moment d'inertie.

La planche fixée au piano comporte des électros placés côte à côte aussi près que possible du point de frappe des marteaux. La distance moyenne de deux notes est de 17 mm environ et ne permet pas de ranger sur la même ligne des bobines des diamètre suffisant ; aussi les bobines sont-elles rangées sur 2 lignes parallèles décalées de 30 mm.

Les poussoirs actionnant les contacts individuels des bobines sont commandés par les étouffoirs du piano.

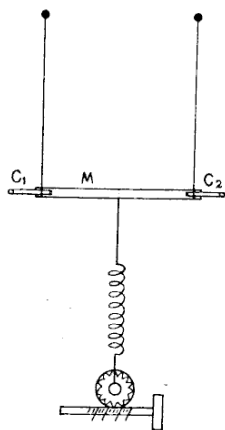


Fig. 6.

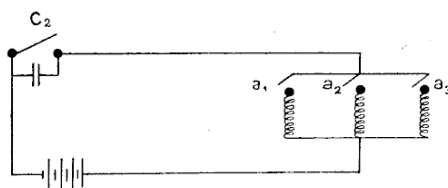


Fig. 7.

L'ensemble est amovible et peut se construire d'après les plans d'un piano et ne nécessite aucune retouche de forme ou de disposition de l'instrument.

L'ensemble est complété par une pédale d'expression constituée par un rhéostat à curseur.

*
**

On peut dès maintenant affirmer que l'appareil, lorsqu'il est bien construit et bien réglé, fournit exactement le résultat musical qu'on en attend et que j'espérais atteindre au début de ces recherches, il y a 7 ans.

On peut essayer, pour en prévoir l'avenir, de répondre en musicien à la question initialement posée : réalise-t-on un progrès susceptible d'augmenter le plaisir musical ou la qualité intellectuelle d'une audition pianistique ?

J'ai essayé de me faire une opinion dégagée de toute préoccupation d'auteur que je me permets de soumettre à la Société d'Encouragement.

L'amortissement rapide des sons du piano simple ne laisse pas subsister les accords de basse avec une intensité à chaque instant comparable à celle des notes successives d'une mélodie. Les harmonies destinées à envelopper un chant en permanence cessent de persister pendant que ce chant évolue.

Elles nous ont une fois frappé l'oreille et nous restent en mémoire par une sorte d'accommodation cérébrale et à cause de la grande habitude que nous avons d'interpréter et de compléter ce que nous entendons. Un enregistrement phonographique instantané d'un chant accompagné par des blanches et pris au 4^e temps d'une mesure ne révélerait pour ainsi dire plus les harmonies sous-jacentes qui apparaissent sur la musique écrite et que l'esprit de l'auditeur restitue, si celui-ci est suffisamment éduqué au point de vue musical.

Cet inconvénient a été publié par les compositeurs qui ont écrit la musique de piano en répétant à chaque instant les notes essentielles des accords sous forme de dessins musicaux, de broderies, de traits où l'oreille perçoit à chaque instant et successivement les notes essentielles des accords. C'est pour ainsi dire une cinématographie auditive qu'exécute le pianiste virtuose, et lorsqu'elle est bien exécutée, le plaisir musical est complet, mais quelle insuffisance et quel désordre dès que l'exécutant n'est pas de premier ordre?

Pour l'exécution des grandes œuvres pianistiques, l'appareil actuel ne semble pas nécessaire, au moins lorsqu'on l'emploie à pleine puissance. La vibration des cordes devient exagérément grande dans des œuvres de Schumann, Ravel ou Chopin; l'instrument alourdirait ou empâterait la ligne d'accompagnement, surtout lorsque l'œuvre serait exécutée sur les grands pianos. Au contraire, pour l'exécution sur les pianos de modèle réduit, l'emploi continu de l'entretien des cordes permet de donner une impression rappelant celle des instruments de concert et n'altère pas le style de l'œuvre. Ce souci de respecter le style doit avant tout dominer l'exécutant. La lecture d'un morceau contenant des chants très lents comme le n° 1 de la sonate *Clair de lune*, par exemple, semble imposer le choix de l'appareil. Pourtant l'essai n'est pas heureux. Le caractère de l'œuvre est gravement altéré, de même qu'on altère gravement les *Nocturnes* de Chopin en les jouant en trio. Le chant normal du piano peut sembler insuffisant pour certaines phrases d'œuvres pianistiques quand on regarde celles-ci sur la partition, mais l'impression du piano pur suffit à ces œuvres conçues pour lui. Le dessin incomplet mais suggestif de certaines mélodies devient presque grossier lorsque le caractère chantant en est trop appuyé par un violon ou par le *canto*.

Malgré les artifices d'écriture des musiciens, ils n'ont presque jamais pu permettre au piano d'exprimer certains sentiments d'effusion lyrique à cause de la réticence même de ses facultés d'expression.

C'est pourquoi vraisemblablement on n'introduit jamais le piano dans les églises. Alors que la voix humaine, les orgues, les orchestres permettent d'exprimer les sentiments religieux, le piano est banni des édifices sacrés: « Le piano, disait Liszt, est le roi des instruments, mais l'orgue en est le pape. »

Peut-on espérer que le *canto* va rendre au piano ce qui lui manque pour avoir l'accès du temple? Des essais faits dans ce sens nous permettent de l'espérer.

Il est un autre lieu où le piano ne pénètre pas, c'est le théâtre.

L'accompagnement au piano ne soutient pas suffisamment les chanteurs et ne remplit pas la salle. On sait combien est froide une répétition d'opéra au piano.

En effet, le transcripteur d'œuvres orchestrales ne peut, pour tenir compte du caractère amorti du son du piano, ajouter des doubles croches là où l'auteur n'a mis que des blanches. Certains morceaux semblent complètement vides de substance harmonique lorsqu'ils sont accompagnés au piano,

Exemples : l'air d'Elisabeth du 3^e acte de *Tannhäuser*; le prélude du 3^e acte de *Tristan et Yseult*; le prélude de *Pelléas et Mélisande*; l'*Orphée* de Gluck, etc. L'emploi du *canto* dans les transcriptions pianistiques de partitions d'orchestre nous a presque toujours semblé heureux et cet usage lui permettra, nous l'espérons, d'acquérir le droit de cité dans le monde musical.

Avant de terminer, je veux exprimer publiquement à M. Gabriel Gaveau mes sentiments de reconnaissance pour le précieux secours de sa collaboration aux moments difficiles de la mise au point; à M. J.-L. Breton, directeur de l'Office national des Inventions, qui nous a appuyés sans cesse matériellement et moralement et qui nous aide encore de toute sa compétence et de sa bienveillance; enfin à M. Jean Gaveau, qui dirige avec compétence et autorité la construction de nos appareils et dont l'amicale collaboration est un précieux réconfort dans les moments difficiles.

LES TANINS SYNTHÉTIQUES

par MM. LOUIS MEUNIER et CHARLES GASTELLU (1).

Sous le nom de tanins synthétiques l'on entend actuellement les produits organiques plus ou moins bien définis, susceptibles d'être préparés synthétiquement, et possédant la propriété de se combiner aux matières protéïdiques comme la gélatine et la peau, en donnant naissance à des combinaisons imputrescibles, présentant une certaine résistance à l'action de l'eau. Ce sont, en somme, des substituts artificiels des matières tannantes végétales.

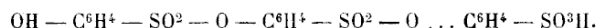
Les premiers tanins synthétiques ont été préparés en 1871 par SCHIFF; ils étaient constitués par des produits de condensation de l'acide gallique, du pyrogallol, de l'acide pyrogallol-sulfonique et même de l'acide phénol-sulfonique. Ces produits étaient tous préparés par action de l'oxychlorure de phosphore sur les corps à condenser.

Vers 1872, BAYER étudia la condensation des phénols avec le formaldéhyde, mais sans prévoir les conséquences mises en lumière ultérieurement, d'une part, dans l'industrie des résines synthétiques par BAEKELAND et, d'autre part, dans l'industrie des tanins synthétiques par STIASNY.

En 1905, NIERENSTEIN et STIASNY reconnurent que les produits de condensation de Bayer, insolubles dans l'eau, mais solubles dans certains solvants organiques, fournissaient, avec ces derniers solvants, des solutions possédant une certaine action tannante.

En 1908, MEUNIER et SEYEWETZ étudièrent les phénomènes de tannage susceptibles d'être provoqués par les produits d'oxydation des phénols et, en particulier, par les quinones. Ils préconisèrent l'emploi de la benzoquinone comme tanin synthétique.

En 1910, FISCHER et ZINCKE reprirent l'étude des produits de condensation de l'acide phénolsulfonique, auxquels ils attribuaient la formule générale



Ces auteurs reconnurent d'ailleurs que les produits de condensation contenant plus de 3 noyaux possédaient des propriétés tannantes.

En 1911, reprenant l'étude des produits de condensation des phénols et du formol, commencée par Bayer, STIASNY parvint à obtenir des composés tannants solubles, grâce à l'introduction de groupements sulfoniques dans leur molécule. Stiasny céda ses brevets à la Badische qui lança sur le marché le *neradol D*, produit de condensation de l'acide crésol-sulfonique avec le formol.

A partir de 1906, dans toute une série de remarquables travaux, FISCHER, FREUDENBERG et leurs élèves parvinrent à purifier le tanin des galls de Chine et à démontrer que sa constitution répondait à celle d'un pentadigalloyglucose, qu'ils réussirent d'ailleurs à reproduire par voie synthétique. Cette remarquable synthèse ne comporte aucune application industrielle présente ou à venir, car elle utilise comme matière première l'acide gallique, qui est

(1) Recherches effectuées au Laboratoire de Recherches industrielles de l'École française de Tannerie de Lyon et pour lesquelles M. Gastellu a reçu une subvention de la Société d'Encouragement.

préparé lui-même à partir des galles. Les produits préparés par Fischer sous le nom de *depsides*, et qui proviennent de la condensation sur eux-mêmes des acides phénoliques ne présentent également aucun intérêt pratique.

La découverte de Stiasny provoqua un ensemble très important de recherches, toutes orientées vers l'obtention de nouveaux tanins synthétiques. Le nombre des brevets pris dans ce but est considérable; ils peuvent être classés en deux catégories essentielles, suivant qu'ils se rapportent :

1° à des produits de condensation de carbures aromatiques sulfonés ou de phénols sulfoniques sur eux-mêmes;

2° à des produits de condensation de carbures aromatiques sulfonés ou de phénols sulfoniques avec le formol ou une autre aldéhyde. Les nombreux produits existants à l'heure actuelle dans le commerce sous les noms les plus variés, appartiennent presque tous à la seconde catégorie; ils correspondent principalement à différents types de condensation du formol avec les phénols sulfoniques et, en particulier, avec le crésol brut sulfoné. Or, le crésol brut (tricrésol commercial) est un produit mal défini, renfermant des quantités variables des trois isomères, avec un taux important d'impuretés. Il présente le grand avantage d'être relativement peu coûteux, mais il ne se prête pas à une étude méthodique comme celle que nous avons l'intention d'effectuer. C'est pourquoi, nous avons préféré limiter notre travail au cas de la condensation de l'acide phénolsulfonique avec le formol; aussi étudierons-nous successivement :

1° La sulfonation du phénol ordinaire;

2° La condensation du phénol sulfoné avec le formol;

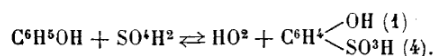
3° La neutralisation du produit brut de la condensation;

4° Les propriétés tannantes des différents produits ainsi préparés.

SULFONATION DU PHÉNOL ORDINAIRE. — Il est bien connu que si on fait réagir l'acide sulfurique concentré sur le phénol au-dessous de 10°, le groupement sulfonique se fixe principalement en *ortho* par rapport à l'oxyhydrile; tandis qu'au voisinage de 100°, on obtient le dérivé *para*. D'ailleurs, par chauffage du dérivé *ortho*, on le transforme en dérivé *para*.

Dans tout ce qui va suivre, nous nous placerons dans des conditions de sulfonation telles que nous soyons conduits immédiatement au dérivé *para*-sulfoné.

La sulfonation du phénol libérant de l'eau, a lieu suivant une réaction équilibrée, conduisant dans tous les cas à un mélange de dérivé sulfoné, d'acide sulfurique et de phénol.



La composition de ce mélange devant influencer sur toute la suite des opérations à venir, il convenait donc, tout d'abord, d'établir une méthode d'analyse simple et suffisamment exacte.

MÉTHODE D'ANALYSE DU PRODUIT BRUT DE LA SULFONATION. — *a) Détermination de l'acidité totale.* — On pèse environ 5 dg du produit brut de la sulfonation, on étend d'eau à 50 cm³ et on titre à la soude $\frac{N}{2}$ ou $\frac{N}{5}$ en présence d'hélianthine. Dans ces conditions, l'acidité titrée correspond à celle du groupement SO³H du dérivé sulfonique et à celle de l'acide sulfurique libre.

b) Dosage de l'acide sulfurique libre. — Dans deux tubes tarés de centrifugeuse en verre Pyrex, on pèse environ 5 dg du produit brut, on introduit 5 cm³ d'eau distillée bouillie encore chaude, bien privée de CO², puis 10 gouttes de phénolphthaléine et de l'eau de baryte $\frac{N}{5}$ jusqu'à virage. A ce moment, l'acidité totale est saturée et le chiffre trouvé doit confirmer celui obtenu en a).

Or, dans les conditions présentes, le phénolsulfonate de baryum est soluble, de telle sorte qu'une centrifugation de 10 minutes rassemble le sulfate de baryum au fond des tubes. Le précipité est lavé trois fois, par centrifugation, à l'eau distillée chaude, puis avec 20 cm³ d'alcool. On sèche à l'étuve, on passe les tubes dans la flamme d'un bec Bunsen, laisse refroidir dans un exsiccateur et pèse. Du poids de SO⁴ Ba on déduit SO⁴ H² libre. Connaissant l'acidité totale et l'acide sulfurique libre, on en déduit facilement le poids de l'acide phénolsulfonique.

c) Dosage du phénol. — On pèse 1 g environ de produit brut, que l'on additionne d'un peu d'eau; on neutralise exactement à la soude $\frac{N}{2}$ comme en a); on épuise 3 fois à l'éther (15 cm³) dans une petite boule à brome et on réunit les trois épuisements. Dans ces conditions, on peut admettre que le poids du résidu, après évaporation de l'éther, d'abord à 50° puis dans le vide sec, représente, avec une exactitude suffisante, le poids de phénol libre non sulfoné.

D'ailleurs, si l'on connaît le titre et le poids du phénol employé et étant donné le poids de l'acide phénolsulfonique obtenu, il est facile de calculer le phénol en excès restant à l'état libre.

CONDITIONS DE LA SULFONATION. — Dans toutes les expériences effectuées, la marche de la sulfonation a été suivie par le dosage de l'acidité totale; celle-ci diminue au fur et à mesure que l'acide sulfurique bibasique se combine au phénol pour donner un dérivé sulfonique monobasique. L'obtention du minimum d'acidité correspond à l'obtention de l'équilibre de sulfonation.

Au début de la sulfonation, la réaction est très vive et la chute d'acidité totale rapide, puis elle se ralentit et devient constante après 2 heures ou 2,5 heures de chauffage à 100°. En vase clos, une fois cet équilibre atteint, l'acidité ne change plus, même par un chauffage de 90 heures à 105°.

Nous avons effectué un assez grand nombre d'essais de sulfonation en faisant varier les quantités et le titre de l'acide sulfurique employé. Nous donnons, dans le tableau ci-après, les résultats obtenus pour quelques-uns de ces essais réalisés, d'une part, avec de l'acide correspondant à 93,5 p. 100 de SO⁴ H² et, d'autre part, avec de l'acide dont la concentration correspond à 104,5 p. 100 de SO⁴ H². Il n'y a pas lieu de dépasser cette concentration, car au-dessus, la réaction devient trop violente et prend facilement l'allure oxydante avec dégagement de SO².

Les conditions optima de sulfonation doivent correspondre :

- 1° à un bon rendement en acide phénolsulfonique;
- 2° à un faible excès de phénol libre;
- 3° à un faible excès d'acide sulfurique libre.

Il est évident qu'une même préparation ne peut donner simultanément les conditions optima à ce triple point de vue; il convient donc d'adopter un

mode opératoire conduisant à un résultat d'ensemble aussi satisfaisant que possible.

Nous avons adopté le mode opératoire dans lequel on utilise la quantité théorique d'acide sulfurique, de concentration correspondant à 104,5 p. 100 de SO^+H^2 .

	10 p. 100 d'ACIDE SULFURIQUE EN DÉFAUT SUR LA QUANTITÉ THÉORIQUE		QUANTITÉ THÉORIQUE D'ACIDE SULFURIQUE		10 p. 100 DE SO^+H^2 EN EXCÈS SUR LA QUANTITÉ THÉORIQUE
	Acide correspon- dant à 93,5 p. 100 de SO^+H^2 .	Acide correspon- dant à 104,5 p. 100 de SO^+H^2 .	Acide correspon- dant à 93,5 p. 100 de SO^+H^2 .	Acide correspon- dant à 104,5 p. 100 de SO^+H^2 .	Acide correspondant à 104,5 p. 100 de SO^+H^2 .
Poids de phénol	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g
— d'acide.	202 g	180 g	224 g	200 g	220 g
— du sulfonique brut .	402 g	380 g	424 g	400 g	420 g
Acidité totale pour 1 g du sulfonique brut	10,3 cm ³	10,1 cm ³	10,9 cm ³	10,6 cm ³	11,2 cm ³
Acidité totale pour l'en- semble du sulfonique .	4 140,6 cm ³	3 038 cm ³	4 621,6 cm ³	4 240 cm ³	4 740,4 cm ³
Acide sulfurique libre pour 1 g	0,035 g	0,008 g	0,0538 g	0,042 g	0,028 g
Acide sulfurique libre pour 100 g	3,5 g	0,8 g	5,38 g	4,2 g	2,8 g
Acide sulfurique libre pour l'ensemble du sulfonique.	14,070 g	3,04 g	22,81 g	4,80 g	11,76 g
Acide phénolsulfonique pour 1 g.	0,73 g	0,817 g	0,739 g	0,878 g	0,870 g
Acide phénolsulfonique pour l'ensemble du sul- fonique	293,46 g	316,46 g	343,33 g	351,20 g	365,4 g
Phénol libre calculé pour l'ensemble du sulfonique.	42 g	29 g	31 g	11 g	3 g
Phénol libre calculé pour 100 g de sulfonique. . .	10,4 g	7,6 g	7,3 g	2,7 g	0,7 g

A partir de 200 g de phénol, il donne 400 g d'un produit sulfoné brut contenant 351 g d'acide phénolsulfonique, 11 g de phénol en excès et seulement 4,8 g d'acide sulfurique en excès. Le mode opératoire sera le suivant.

On fond vers 40°, 200 g de phénol pur et on le verse en mince filet dans un vase avec agitateur contenant 200 g d'acide sulfurique de concentration correspondant à 104,5 p. 100 de SO_3H^2 ; la température s'élève brusquement vers 150-155°. On laisse refroidir jusqu'à 100° et on maintient cette température par chauffage au bain-marie bouillant pendant 2,5 heures et en agitant de temps à autre.

La constance de l'acidité totale montre alors que la réaction est terminée; elle correspond alors à 10,6 cm³ de soude $\frac{\text{N}}{2}$ pour 1 g de dérivé sulfonique brut.

Le produit de la sulfonation se présente à chaud sous la forme d'un liquide brun, entièrement soluble dans l'eau, faisant prise par refroidissement en un solide rose clair, fusible entre 25° et 30°.

CONDENSATION DU PHÉNOLSULFONÉ AVEC LE FORMOL.

a) *Influence de la proportion de phénol libre.* — Pour une même quantité de formol entrant en réaction, la nature du produit de condensation et, en particulier, sa solubilité dans l'eau, varient avec la proportion de phénol libre restant dans le dérivé phénolsulfonique.

Comme il était facile de le prévoir, on constate que les mélanges sulfoniques riches en phénol libre conduisent à des produits de condensation compacts, durs et insolubles dans l'eau.

A titre d'exemple, voici les résultats obtenus en condensant 1 molécule de formol avec des acides sulfoniques divers correspondant à 2 molécules de phénol. Ces acides sulfoniques donnaient à l'analyse, pour 100 g de produit brut :

Acide sulfonique.	I	II	III	IV
Phénol libre	1 p. 100	9 p. 100	16 p. 100	21,3 p. 100
Acide sulfurique libre. .	21 —	3,5 —	1,8 —	1 —

Le formol employé était du formol commercial à 35 p. 100; il était ajouté lentement dans le mélange sulfonique maintenu à une température de 35°. On agitait le mélange jusqu'à ce que la condensation soit achevée (disparition de l'odeur de formol).

Le produit de condensation du sulfonique IV se présente sous la forme d'une résine cassante, de couleur rose clair et complètement insoluble.

Le produit de condensation du sulfonique III se présente sous forme d'un système à deux phases : une phase liquide, rouge foncé, soluble dans l'eau, et une phase solide en grumeaux roses, insoluble dans l'eau avec laquelle elle s'émulsionne.

Le produit de condensation du sulfonique II est constitué par une phase liquide essentielle et une phase solide de faible importance.

Le produit de condensation du sulfonique I est liquide et immédiatement soluble.

Une autre série de condensations a été effectuée dans les mêmes conditions que précédemment, avec des acides sulfoniques donnant à l'analyse pour 100 g d'acide sulfonique brut :

Acide sulfonique.	1	2	3	4	5	6
Phénol libre p. 100	8	10	3	5,3	3	2,5
SO_3H^2 libre p. 100.	0,8	3,5	1,2	5,3	2,7	3

Les produits condensés 1 et 2 renfermaient seuls de petites quantités insolubles; tous les autres étaient entièrement solubles.

Le mécanisme de la condensation avec le formol est simple :

1° L'acide phénolsulfonique donne avec le formol une combinaison parfaitement soluble.

2° Le phénol libre donne avec le formol une résine bakelite insoluble.

3° Pendant la condensation, une partie de la bakelite insoluble est solubilisée par l'acide sulfurique en excès, et cela d'autant mieux que la quantité d'acide sulfurique en excès est plus grande.

4° La résine bakelite, insoluble dans l'eau, est un peu soluble dans la combinaison formol-phénolsulfonique.

Comme l'excès d'acide sulfurique libre doit être évité autant que possible, ceci nous explique pourquoi le mode opératoire de sulfonation à retenir consiste à adopter les proportions théoriques de phénol et d'acide sulfurique à 104,5 p. 100 de SO^2H^2 , qui conduisent à un sulfonique brut donnant à l'analyse, pour 100 g :

Phénol libre : 2,7 p. 100.

Acide sulfurique libre : 1,2 p. 100.

b) *Influence de la proportion de formol.* — Pour étudier l'influence de la proportion de formol, nous avons institué une série d'expériences dans les conditions suivantes.

On est parti d'un acide phénolsulfonique préparé à partir de 200 g de phénol, 200 g d'acide sulfurique correspondant à 104,5 p. 100 de SO^2H^2 .

Des portions de 60 g de ce produit sulfonique ont été condensées, dans les conditions habituelles, avec :

Essai B. . .	13,3	de formol à 36 p. 100 soit 1	mol. de formol pour 2 mol. de phénol.			
— C. . .	17,7	—	— 1,33	—	— 2	—
— D. . .	19,4	—	— 1,50	—	— 2	—
— F. . .	21,2	—	— 1,60	—	— 2	—
— G. . .	22,14	—	— 1,71	—	— 2	—

On a constaté les faits suivants :

1° Dans l'essai B, une agitation de 1 heure, après l'addition du formol, suffit pour que disparaissent l'odeur du formol libre et la réaction rouge qu'il donne avec la fuschine décolorée par SO^2 ; par contre C, D, F, G sentent encore le formol après 24 heures.

2° Le produit B prend rapidement sa forme définitive qui est celle d'un liquide visqueux; les autres produits se modifient avec le temps en subissant un véritable mûrissement, qui se traduit par un épaissement progressif. Au bout de 3 jours, le produit C est suffisamment épais pour ne plus s'écouler par renversement du flacon; les produits D et F sont compacts au toucher; le produit G a tout à fait l'aspect d'une gomme solide.

3° Le produit B se dissout rapidement dans l'eau froide en donnant une liqueur rosée limpide; le produit C se dissout plus lentement et donne une solution légèrement opalescente; la dissolution de D et F est encore plus lente et l'opalescence de la solution plus accusée, G ne subit qu'un phénomène de gonflement dans l'eau froide; il se dissout seulement dans l'eau chaude et la solution se gélifie par refroidissement.

4° Des solutions d'égale concentration des produits B, C, D, F, comparées

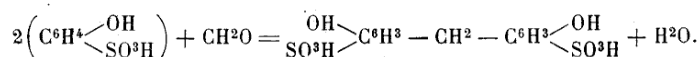
au point de vue de leur viscosité, ont donné comme durées d'écoulement, à la même température :

	B	C	D	F
Secondes	10	16	36	44

5° Si l'on copule une solution de chlorure de diazobenzène avec les solutions B, C, D, F, on constate que les produits sont de plus en plus bruns et de moins en moins jaunes. Or, comme l'acide phénolsulfonique libre, non condensé, donne un produit de copulation jaune, il faut en conclure qu'il disparaît progressivement du milieu réactionnel. Les produits D et F ne semblent plus en renfermer.

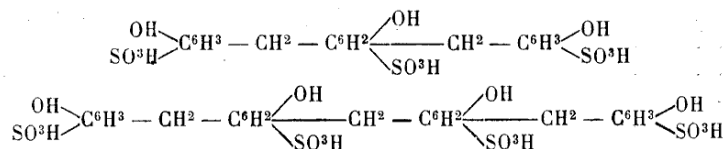
Examinons les conséquences qui peuvent être tirées de ces résultats expérimentaux.

Lorsque la condensation est réalisée comme en B par l'intervention de 1 molécule de formol pour 2 de phénol, il semble que l'on est autorisé à admettre qu'elle se produit conformément à l'équation



Or, dans un tel produit, la capacité de combinaison du composé phénolsulfonique avec le formol n'est pas épuisée, car le produit B, additionné d'une petite quantité de formol, se combine avec lui en donnant lieu à un dégagement de chaleur.

Si l'on tient compte des observations expérimentales qui précèdent, il est tout naturel d'admettre que dans les produits C, D, F, G, la condensation donne naissance à des composés de formule



et ainsi de suite.

L'on est donc ainsi conduit à l'obtention de molécules de plus en plus grosses et à des produits dont le caractère colloïdal s'affirme de plus en plus, jusqu'au produit F, dont la colloïdité parfaite est excessive vu la destination des produits étudiés.

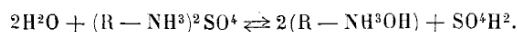
A noter également que le caractère acide propre de ces molécules, caractérisé par la libération d'ions H par les groupements (SO³H) ira en diminuant au fur et à mesure que la molécule grossit.

NEUTRALISATION PARTIELLE DES PRODUITS DE CONDENSATION.

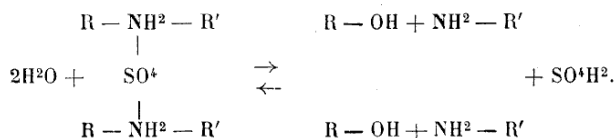
De la nécessité de la neutralisation partielle. — L'expérience prouve qu'il est possible de tanner la peau avec des solutions de tanins synthétiques non neutralisées, renfermant, par conséquent, de l'acide sulfurique libre et des combinaisons plus ou moins condensées du formol et de l'acide phénolsulfonique. Malheureusement, les cuirs ainsi obtenus sont cassants et de mauvaise conservation. Ce fait est facile à expliquer. En effet :

1° Dans les solutions très étendues d'acide sulfurique ou d'un dérivé

sulfonique, la fixation des groupements acides ne se fait que sur les NH^2 libres du collagène, de telle sorte que si les combinaisons ainsi obtenues s'hydrolysent lentement avec le temps sous l'action de l'humidité, il y a régénération, d'une part, de l'acide fixé et de la molécule protéidique intégrale.



2° Dans les solutions riches en acide sulfurique et en dérivés sulfoniques, la fixation des groupements acides a d'abord lieu sur les groupements NH^2 libres comme précédemment, mais elle se manifeste ensuite sur certains groupements (HN) secondaires de la molécule et alors l'hydrolyse lente détermine une rupture de la molécule conformément au schéma



Ce qui se traduit par une désintégration de la molécule protéidique et une diminution de résistance de la fibre.

Une neutralisation partielle du produit s'impose donc. Elle ne doit être que partielle, car si elle est totale, le produit obtenu donne une solution dépourvue de toute action tannante.

Cette neutralisation doit être effectuée par la soude caustique à une concentration inférieure à 10 p. 100 ou avec du carbonate de soude solide ou enfin avec du bicarbonate de soude. Dans tous les cas, on agit constamment, et on évite toute élévation de température trop accentuée.

Évaluation de l'acidité résiduelle après neutralisation partielle. — Cette évaluation est pratiquée, comme d'habitude, avec une liqueur de soude $\frac{\text{N}}{2}$ en présence d'hélianthine. Pour permettre les expériences comparatives de tannage, ces acidités sont calculées vis-à-vis de 100 g de phénol matière première.

PROPRIÉTÉS TANNANTES DES DIFFÉRENTS PRODUITS PRÉPARÉS.

Si l'on dissout dans l'eau un tanin synthétique partiellement neutralisé, cette solution renferme *principalement* :

1° Un excès d'ions H^+ (vis-à-vis des ions OH^-) puisque la liqueur est encore à réaction acide accusée;

2° Des ions Na^+ ;

3° Des ions SO^4 ;

4° Des ions $\text{R} - (\text{SO}^3)^n$, à charge négative, avec différentes valeurs pour R et pour n ;

5° Des molécules $\text{R} - (\text{SO}^3\text{Na})^n$, non ionisées.

Plongée dans une semblable solution, la peau va prendre une charge positive et fixera chimiquement les ions négatifs SO^4 et $\text{R} - (\text{SO}^3)^n$. Quant aux molécules $\text{R} - (\text{SO}^3\text{Na})^n$, elles seront d'autant plus sensibles aux phénomènes d'adsorption de surface qu'elles seront plus grosses et que les surfaces adsorbantes seront plus importantes. Ce dernier fait est parfaitement mis en lumière en expérimentant une solution de tanin synthétique à neutralisation

intégrale. Cette solution ne tanne pratiquement pas la peau en tripe sur laquelle il y a seulement action de fixation sur fleur et sur chair, tandis qu'elle est presque intégralement « détannée » par agitation avec de la poudre de peau à grande action de surface.

Il résulte donc de là que l'analyse d'un tanin synthétique par la méthode à la poudre de peau ne présente aucune valeur technique et qu'il n'y a pas lieu d'attacher grande importance aux chiffres qu'elle fournit.

Marche du tannage avec le temps. — Nous avons étudié la marche du tannage avec le temps en utilisant un tanin synthétique du type D, neutralisé de manière que son acidité totale résiduaire, rapportée à 100 g de phénol initial, corresponde à 16,6 g de SO^3H^2 .

Une quantité de ce tanin synthétique équivalente à 1 g de phénol matière première a été pesée et dissoute dans 100 cm^3 d'eau; on a introduit dans cette solution 10 g de peau essorée (3,4 g de peau sèche).

10 essais identiques ont été préparés en même temps et ont servi à étudier la situation du tannage avec 10 durées différentes. Pour cela, au bout d'un temps donné, on a déterminé le résidu sec à 100° de 25 cm^3 de liqueur résiduaire et, par dosage d'azote, après lavage, la teneur du cuir en substance dermique ainsi que sa température de gélatinisation.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-dessous :

DURÉE DU TANNAGE	RÉSIDU SEC DE 25 cm^3	SUBSTANCE DERMIQUE P. 100 DE CUIR SEC	TEMPÉRATURE DE GÉLATINISATION
0 heure	544 mg	100	45°
8 —	433 —	91,6	50°
24 —	415 —	87,3	55°
36 —	400 —	86,2	62°
54 —	392 —	84,6	64°
93 —	375 —	82,6	70°
168 —	342 —	80,9	70°
15 jours.	340 —	80,0	73°
24 —	340 —	80,4	73°
32 —	342 —	80,4	73°

De l'examen de ce tableau, il résulte que la fixation du tanin synthétique progresse très rapidement pendant le premier jour; puis, au bout de 7 jours, elle atteint un maximum, qui reste ensuite sensiblement invariable. A ce moment, la peau (croupon de veau) était parfaitement traversée et séchait sans corner. Le point de gélatinisation a été déterminé en fixant une coupe de peau mince au réservoir d'un thermomètre plongeant dans l'eau chauffée progressivement. La température de gélatinisation correspond à celle où la coupe de peau se recroqueville sur elle-même.

Influence de l'acidité. — Nous avons déjà signalé que pour une acidité totale nulle, c'est-à-dire avec un tanin synthétique complètement neutralisé, le tannage était pratiquement nul; nous avons effectué toute une série de tannages, dans des conditions identiques, avec un même tanin synthétique,

à différents degrés de neutralisation, en opérant d'abord avec un tanin synthétique du type D, puis avec un tanin synthétique du type F.

Les conditions expérimentales étaient les suivantes :

Poids de peau essorée. . .	40 g (3,5 g de peau sèche).
Tanin synthétique . . .	Quantité correspondante à 4 g de phénol.
Volume du bain	100 cm ³ .
Acidité totale résiduaire	variant de 11,7 à 62 pour 100 g de phénol initial.
Durée du tannage. . . .	7 jours.

Les cuirs obtenus après 7 jours étant lavés à l'eau pure, 3 fois dans 100 cm³ pendant 1 heure, on a dosé ensuite la substance dermique dans chacun d'eux et rapporté les résultats à 100 parties de cuir sec.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

TANIN DU TYPE D			TANIN DU TYPE F		
Acidité.	Substance dermique.	Tanin fixé.	Acidité.	Substance dermique.	Tanin fixé.
11,7	85,2	14,2	11,7	87,4	12
14,2	85,2	14,2	14,2	86	13,4
16,6	83,9	15,5	16,6	85,1	14
19,6	83,9	15,5	19,6	86,7	12,7
22,0	84,6	14,8	22,0	86	13,4
62,0	88,6	11,8	62,0	88,9	10,5

Le tanin fixé a été calculé en tenant compte des cendres, sensiblement constantes.

L'examen de ces chiffres montre donc que le tanin fixé, qui était sensiblement nul pour une acidité nulle, croît avec l'acidité jusqu'à ce que celle-ci corresponde à 16 SO^4H^2 pour 100 g de phénol matière première; puis il décroît ensuite lentement au fur et à mesure que l'acidité augmente.

Si on examine la coupe des cuirs tannés, on constate que les deux premiers échantillons donnent une coupe de teinte uniforme. Les trois échantillons d'acidité 16,6; 19,6; 22,0 présentent une raie blanche dans leur partie médiane, à peine visible pour l'acidité 16,6, plus accusée pour les autres. Cependant, les fibres de cette partie médiane ont reçu un tannage, car le cuir ne sèche pas corné. L'échantillon d'acidité 62 présente une raie de verdeur très marquée et sèche corné.

Le chiffre d'acidité correspondant au maximum de tanin fixé ne correspond donc pas exactement à la meilleure coupe, c'est-à-dire à la meilleure répartition du tanin.

L'acidité qui semble donner les meilleurs résultats d'ensemble doit correspondre à 14 ou 15 de SO^4H^2 pour 100 g de phénol matière première.

CONCLUSIONS.

De ce qui précède, on peut tirer les conclusions suivantes relativement à la fabrication d'un tanin synthétique à partir du phénol ordinaire et du formol comme matières premières :

1° En ce qui regarde la sulfonation du phénol, elle doit être effectuée avec des poids égaux de phénol et d'acide sulfurique de concentration correspondant à 104,5 p. 100 de SO_3H^2 . Le phénol est fondu vers 40° et versé en mince filet dans un vase contenant l'acide sulfurique pendant qu'on agite.

La température s'élève d'abord brusquement jusque vers 150°; on laisse refroidir jusqu'à 100°, et on maintient cette dernière température pendant 2 heures et demie. Dans ces conditions, pour 200 parties de phénol, on obtient 400 parties d'un produit solide à froid, fusible vers 25-30° en un liquide brun, entièrement soluble dans l'eau et renfermant pour 200 parties de phénol mis en jeu :

- 351 parties de phénolsulfonique;
- 4,8 parties d'acide sulfurique en excès;
- 11 parties de phénol en excès.

2° La quantité de phénol libre contenue dans le produit brut de la sulfonation joue un rôle important lorsque l'on condense le produit avec le formol : alors que l'acide phénolsulfonique se condense en donnant des composés solubles, le phénol libre se condense en donnant des résines insolubles par nature, mais partiellement peptisées par l'acide sulfurique en excès et par les produits de condensation de l'acide phénolsulfonique.

Au point de vue pratique, les acides phénols-sulfoniques bruts renfermant au-dessous de 5 p. 100 de phénol libre donnent avec le formol des produits de condensation entièrement solubles dans l'eau.

3° A raison d'une molécule de formol pour 2 molécules d'acide phénolsulfonique, la condensation est rapidement totale; elle est plus longue si l'on emploie des quantités de formol variant de 1 à 1,7 molécule; la consistance du produit et sa solubilité dans l'eau vont en diminuant au fur et à mesure que la proportion de formol augmente. Ces variations de propriétés sont la conséquence de l'augmentation du degré de polymérisation.

4° Au point de vue pratique, la neutralisation du produit de condensation doit être telle que l'acidité totale résiduaire corresponde à 14 ou 15 g de SO_3H^2 pour 100 g de phénol matière première.

5° Avec un semblable produit, la fixation du tanin sur la peau a lieu d'abord rapidement; elle s'atténue ensuite, pour atteindre, dans les conditions de concentration expérimentées, un maximum correspondant à 14 ou 15 de tanin fixé pour 100 de cuir.

**CÉLÉBRATION DU CINQUANTENAIRE
DE LA FONDATION DE LA SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE FOURMIES
(Fourmies, 10 septembre 1927)**

par M. ED. SAUVAGE, *président de la Société d'Encouragement.*

Le 10 septembre 1927, la Société industrielle de Fourmies a célébré le cinquantenaire de sa fondation, avec quelque retard, car cette fondation remonte à l'année 1874. Ce retard tient à ce que la Société désirait faire coïncider cette célébration avec l'inauguration de la statue du fondateur de l'industrie lainière à Fourmies, remplaçant une statue détruite par les Allemands.

Sur l'invitation de la Société industrielle de Fourmies, le président de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale a eu la bonne fortune d'assister à cette célébration.

Le programme était le suivant :

1° A 11 h. — Réunion, au siège social, des membres de la Société et de ses invités. — Allocution du Président. — Remise de médailles commémoratives aux invités et aux sociétaires.

2° A 11 h. 30 m. — Visite d'établissements en trois groupes :

a) Verrerie à bouteilles de MM. Chomel, Legrand et C^{ie}.

b) Société des Filatures de Laine peignée de la Région de Fourmies, Usine de Fourmies.

c) École pratique de Commerce et d'Industrie, et particulièrement Atelier de Filature et de Tissage.

3° A 12 h. — Visite à la statue réédifiée de M. Théophile Legrand, fondateur de l'industrie lainière à Fourmies en 1825 (remplacement de la statue détruite par les Allemands).

4° A 12 h. 30 m. — Excursion en auto vers la Forêt du Nouvion-en-Thiérache.

5° A 13 h. — Au Nouvion, déjeuner amical offert aux invités.

Après le déjeuner, dislocation.

Ce programme a été suivi très régulièrement : toute la cérémonie était remarquable par le plaisir éprouvé par ceux qui y ont pris part, et par la grande cordialité qui n'a cessé de régner. Personne n'a paru se plaindre de la pluie, par moments assez forte.

A l'occasion de cette fête, la Société industrielle de Fourmies a eu l'heureuse idée de publier un ouvrage sur la région de Fourmies. C'est un fort beau volume de 256 pages, abondamment illustré, qui a été distribué aux membres de la Société et à ses invités. On le trouvera dans notre bibliothèque.

Outre l'histoire de la Société industrielle, de son développement, des institutions qu'elle a créées, de son rôle pendant la dure occupation allemande, cet ouvrage donne une excellente monographie de la région de Fourmies. Cette région coïncide en partie avec la portion du territoire dénommée Thiérache. C'est principalement la filature et le tissage de la laine

qui s'y sont développés : le climat humide de la région s'est montré très favorable pour le travail de ce textile. Mais beaucoup d'autres industries existent dans la région. La caractéristique de ces industries est la grande dispersion et la variété des établissements. Il n'est guère de commune qui n'ait un de ces établissements au moins : beaucoup d'entre eux n'occupent pas 100 ouvriers, très peu en comptent de 500 à 1.000. Seul l'effectif du personnel du familistère de Guise dépasse 2.000.

La dispersion des usines, due à la configuration du sol, en empêchant la grande agglomération, a favorisé la constitution de véritables familles de travailleurs, patrons et ouvriers réunis, et a produit une population de travailleurs stables, amoureux de leur métier, fournissant une main-d'œuvre de premier choix.

Outre la filature et le tissage de la laine, on trouve dans la région des établissements consacrés à la bonneterie, à la filature et au tissage du coton, du jute, aux constructions mécaniques, à la fonderie de bronze, d'acier, d'aluminium, aux appareils de chauffage, aux articles de ménage, au travail du bois, à la boissellerie, à la verrerie, à la céramique; et cette liste sommaire est loin d'être complète.

L'agriculture est également étudiée dans l'ouvrage de la Société industrielle : le sol de la région est occupé principalement par des forêts et des herbages, avec des vergers. L'élevage du bétail et l'industrie laitière y ont, par suite, une grande importance.

Comme ailleurs, les établissements industriels ont été sauvagement dévastés par les Allemands : une des photographies reproduites par la Société industrielle représente, au milieu du matériel brisé d'un tissage, l'équipe qui a eu l'impudeur de se faire photographier sur les débris de l'outillage qu'elle a détruit.

Matériellement, l'ouvrage, consacré par la Société industrielle à l'étude de la région qu'elle vivifie, est remarquable par sa belle exécution typographique et par la qualité des illustrations; il fait honneur à la typographie et lithographie Bachy, de Fourmies, qui l'a exécuté.

La Société industrielle de Fourmies a été déclarée d'utilité publique par décret du 2 juillet 1886, sous le nom de Société du Commerce et de l'Industrie lainière de la Région de Fourmies.

LE FUTUR DEUXIÈME CONGRÈS DU CHAUFFAGE INDUSTRIEL,

par M. CH. WALCKENAER, *membre du Conseil de la Société d'Encouragement.*

Un deuxième Congrès du Chauffage industriel est en préparation pour le mois de juin 1928. Un intervalle de cinq ans le séparera ainsi du premier, qui s'est tenu en juin 1923 au Conservatoire national des Arts et Métiers et dont, à la séance de clôture, M. Henry Le Chatelier constatait le succès en ces termes : « Dans ma carrière, j'ai fréquenté bien des réunions semblables. « Souvent, à la première séance, on vient nombreux; moins à la seconde « et plus personne à la troisième. Cela a été ici le contraire. Nous étions une « cinquantaine le jour de l'ouverture, et, quatre jours après, le jeudi, j'ai « compté plus de cent congressistes présents dans une seule des sections. »

Comme le Congrès de 1923, celui de 1928 sera placé sous la présidence d'honneur de M. Henry Le Chatelier et la présidence de M. Walckenaer. Les vice présidents seront MM. Charpy, Guillet, Sauvage, de Courville, Dumaquois, Baril, Mahler, Compère, Damour, Roszak, Audibert et Brunschwig. On voit quelle variété de compétences éminentes comprendra le Bureau. Le Congrès aura, de même que la première fois, pour secrétaire général M. Pierre Appell, et pour secrétaire chargé des publications, M. Couturaud, administrateur-délégué de *Chaleur et Industrie*.

Le numéro de juillet 1927 de *Chaleur et Industrie* a déjà publié le programme, qui est fort étendu et d'un caractère un tant soit peu différent de celui du Congrès précédent. En 1923, l'on s'était surtout attaché à faire porter les communications et les discussions sur des questions de physique expérimentale, de méthodes d'essais et de résultats d'expériences. Cette fois, le programme, sans exclure l'étude des questions de pure science liées aux problèmes industriels, porte essentiellement sur ces problèmes eux-mêmes. Il est divisé en trois parties : élaboration des combustibles; utilisation des combustibles et de la chaleur; perfectionnement des méthodes générales de chauffage industriel.

Sous le titre *Elaboration des combustibles*, on trouve des questions de haute importance et de pressante actualité, telles que le perfectionnement des méthodes de carbonisation, soit à haute, soit à basse température, avec les diverses récupérations consécutives; le traitement des goudrons et de leurs dérivés; l'extraction de l'hydrogène, à partir du gaz de fours à coke ou du gaz à l'eau; les procédés de transformation des combustibles liquides; la synthèse des carburants, soit par hydrogénation de la houille, soit par catalyse des produits de la gazéification.

Sous le titre *Utilisation des combustibles et de la chaleur*, le programme mentionne notamment la chauffe au charbon pulvérisé, le perfectionnement des grilles mécaniques et des foyers de chaudières, les gazogènes pour combustibles divers, le chauffage des fours de métallurgie, de céramique, de verrerie, les fours électriques. Vient ensuite une partie concernant les méthodes d'essais, les appareils de mesure, l'établissement des bilans thermiques, où reparaissent certaines questions scientifiques qui avaient été en première ligne à l'ordre du jour du Congrès de 1923 et qui réclament un nouvel effort. C'est le cas pour

la très importante question des chaleurs spécifiques des gaz, au sujet de laquelle le Congrès de 1923 n'avait pu prendre qu'une attitude de prudence et d'expectative, et pour la mise au point des appareils de comptage et de mesure des débits.

Enfin le chapitre intitulé *Perfectionnement des méthodes générales de chauffage industriel* porte sur de vastes questions, par exemple sur les économies de combustible que peuvent procurer les très fortes pressions et les très hautes températures vers lesquelles la hardiesse des ingénieurs oriente aujourd'hui la pratique; sur celles qu'assurent les méthodes nouvelles d'utilisation méthodique de la vapeur et de la chaleur, ainsi que l'équilibre thermique et l'interdépendance des services, soit à l'intérieur de chaque établissement industriel, soit par association entre établissements.

Afin de manifester jusqu'où pourra aller la largeur des vues qui s'échangeront dans le Congrès, le programme se termine même par quelques énoncés d'une grandiloquence qui pourrait être dangereuse, si le bureau n'était fermement résolu à maintenir le travail préparatoire et les délibérations sur le terrain exclusif de la précision scientifique : telle est, par exemple, la question de l'utilisation des sources de chaleur et de froid provenant du soleil, de la mer et du sous-sol.

Dans son ensemble, le programme qui vient d'être résumé a une amplitude telle que l'on ne saurait songer à en traiter tous les points au cours d'un congrès de durée raisonnable. Ce qui est à souhaiter, c'est que les savants et ingénieurs qui s'intéressent à l'art du feu et aux applications de l'énergie calorifique y puisent un certain nombre de sujets nettement définis, donnant lieu chacun à un exposé court et à une discussion approfondie. Ainsi le Congrès aboutira-t-il à des résultats utiles pour jalonner et hâter le progrès.

Une exposition, dont l'organisation est confiée aux soins d'un comité spécial, formé de membres du Bureau du Congrès et que préside M. Compière, servira de leçon de choses aux congressistes et au public. Cette exposition, où pourront être présentés des appareils en fonctionnement, se tiendra au Parc des Expositions de la Ville de Paris.

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale a bien voulu accorder son patronage à ce congrès. Nous l'en remercions très vivement.

LE CHAUFFAGE CENTRAL AU GAZ

par M. COLMET DAÛGE, *membre du Conseil.*

Les locataires réclament de plus en plus le confort dans leur appartement et demandent notamment que les pièces en soient régulièrement chauffées pendant toute la saison froide.

On a commencé par établir dans le sous-sol des puissants appareils, qui envoient la chaleur dans tous les étages de l'immeuble; mais, par suite de la dépense importante qui en résulte et de fréquentes difficultés entre le représentant du propriétaire et les locataires, on est arrivé à la conception du chauffage séparé par appartement, moyennant une petite chaudière fonctionnant avec de l'anthracite, actionnée par chaque locataire et envoyant de l'eau chaude dans les radiateurs des diverses pièces. On obtient ainsi, d'ailleurs, une importante économie de combustible, chacun se chauffant suivant ses besoins et réduisant la marche de l'appareil d'après les variations de la température extérieure.

On a, dès lors, pensé à remplacer ces chaudières à l'anthracite par des chaudières au gaz: et plusieurs industriels ont étudié et mis au point des appareils, qui fonctionnent depuis plusieurs années dans d'excellentes conditions; nous citerons les chaudières Auer et Phi en fonte, Cantais en tôle et Solaire en cuivre ⁽¹⁾.

Dans l'intérêt économique du pays, il y a d'ailleurs grand avantage à remplacer pour le chauffage le charbon par le gaz, afin d'utiliser tous les sous-produits, qui sont obtenus dans la distillation du charbon: benzol, goudrons, sels ammoniacaux, huiles lourdes ou de graissage, phénols, paraffines, matières colorantes, coke, etc., la plupart de ces produits devant être importés en France au grand détriment du change.

Les avantages principaux de ce chauffage au gaz sont:

l'extrême simplicité du service, l'allumage se faisant instantanément sans aucune préparation et pouvant être assuré facilement par la maîtresse de maison;

la suppression complète de toute manutention du charbon et de l'évacuation des cendres, du mâchefer;

la propreté absolue par la suppression des poussières et des fumées;

la suppression de l'emmagasiner du charbon et des bois ou allume-feux, qui est difficile dans les appartements exigus des immeubles actuellement construits; enfin, la facilité de mise en route fait que ce chauffage peut être intermittent et il en résulte une réduction considérable du nombre d'heures de marche de la chaudière.

L'installation du chauffage central au moyen d'une chaudière au gaz nécessite d'ailleurs quelques précautions spéciales.

Tout d'abord, l'évacuation des gaz de la combustion doit être assurée non pas dans une cheminée ordinaire, mais par un conduit distinct, que l'on place en général dans une courette; les produits de la combustion du gaz contiennent une assez forte proportion de vapeur d'eau; il en résulte que les matériaux poreux, employés d'une manière presque générale dans les cheminées destinées à évacuer les fumées, ne peuvent plus être utilisés lorsqu'il s'agit des produits de la combustion d'appareils à gaz; les essais, poursuivis dans les laboratoires de la Société du Gaz de Paris, ont

(1) La chaudière Auer est construite par la Société d'Incandescence par le Gaz, 19-21, rue Saint-Fargeau, Paris.

La chaudière Phi est construite par la Société française de Chaleur et Lumière, 22, rue Drouot, Paris.

La chaudière Cantais est construite par la Société de Chauffage et Récupération thermique, 10, avenue Georges-V, Paris.

La chaudière Solaire est construite par M. Mouret, 4, rue de Bigorre, Paris.

montré que de bons résultats sont obtenus en employant des tuyaux en fibro-ciment, en grès vernissé ou en aluminium.

D'autre part, pour que le chauffage intermittent donne des résultats avantageux, il importe que toute l'installation soit étudiée et exécutée en vue du meilleur rendement; il est donc très important de réduire le poids des radiateurs et le volume d'eau contenu dans la chaudière, les tuyaux et les radiateurs, de sorte que les appareils puissent être portés à la température convenable dans le moindre délai possible. On emploie même parfois des radiateurs extra-légers et à très faible volume d'eau, analogues à des radiateurs d'automobiles.

L'installation d'un chauffage central d'appartement par le gaz est un peu plus onéreuse qu'avec l'anthracite, parce que la chaudière est d'un prix plus élevé et que l'on doit établir un conduit d'évacuation spécial pour les produits de la combustion : l'augmentation de dépense peut être évaluée en général à 20 p. 100.

En ce qui concerne la dépense de fonctionnement, chaque heure de marche de la chaudière est plus onéreuse avec le gaz qu'avec l'anthracite; mais, par suite de la facilité et de la rapidité de la mise en route, le nombre d'heures de marche avec le gaz peut être réduit; en tenant compte de cette condition, M. Proudhon, ingénieur à l'Office technique du Chauffage, dans une brochure très documentée, a établi que, pour l'amortissement, le combustible et la main-d'œuvre, dans une installation comportant 7 à 8 radiateurs, la dépense de fonctionnement supplémentaire avec le gaz serait d'environ 16 fr par semaine, 172 fr avec l'anthracite et 188 fr avec le gaz, soit une dépense supplémentaire d'un peu moins de 10 p. 100; mais il est difficile de faire intervenir dans le calcul, d'une façon précise, l'avantage résultant de ce que la chaudière au gaz peut être arrêtée beaucoup plus souvent. Dans les appartements modernes avec pièces de capacité restreinte et avec suppression des emplacements permettant d'emmagasiner le charbon et les accessoires, le chauffage par le gaz est tout à fait indiqué.

Nous avons visité plusieurs installations et nous avons constaté que, dans des bureaux, où le chauffage ne fonctionne que pendant une partie de la journée, la dépense avec le gaz est inférieure à celle résultant de l'emploi de l'anthracite; nous en avons reçu le témoignage émanant d'un entrepreneur, qui a remplacé dans ses bureaux l'anthracite par le gaz depuis trois ans. Dans les appartements, la dépense est un peu plus élevée quand on laisse au domestique le soin d'assurer la marche de l'appareil, mais elle est plutôt inférieure lorsque la maîtresse de maison s'en occupe elle-même.

Toutes les personnes que nous avons consultées et qui utilisent ce mode de chauffage, nous ont déclaré qu'elles étaient absolument satisfaites de leur installation et de son fonctionnement.

Aussi ce système de chauffage central par le gaz se développe-t-il rapidement. Commencé à Paris en 1911 avec 8 appareils, le nombre de ces installations était de 70 en 1914; arrêté pendant la guerre, le mouvement a repris en 1919; le nombre des appareils installés en 1920 a été de 23, de 83 en 1923, de 147 en 1925, de 219 en 1926 et il sera de plus de 260 en 1927; le nombre des appareils installés à Paris est actuellement de 1.030. Cette progression montre bien la faveur que ce système rencontre dans le public. Et nous pensons que la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale doit appeler l'attention sur ce mode de chauffage, en raison de l'intérêt général qu'il présente par suite du remplacement de la consommation du charbon par le gaz, qui conduit, ainsi que nous l'avons indiqué plus haut, à utiliser tous les sous-produits obtenus dans la distillation du gaz.

EXPOSITION DU CENTENAIRE DU BALTIMORE AND OHIO RAILROAD EN 1927

par M. ED. SAUVAGE, *président de la Société d'Encouragement.*

Pour célébrer le centenaire de sa fondation, la compagnie du Chemin de fer de Baltimore et Ohio a fait, à Baltimore, en 1927, une grande exposition. Une particularité remarquable de cette exposition était la présentation, en marche, d'une série de locomotives depuis les plus anciennes jusqu'aux plus récentes. Ces locomotives remorquaient des voitures et wagons des diverses époques. On avait poussé le souci de l'exactitude jusqu'à garnir les voitures de voyageurs en costume correspondant à leur date.

C'est en février 1827 que se fonda la compagnie du Baltimore and Ohio Railroad, pour relier la ville de Baltimore à la rivière Ohio, qui permettait l'accès, par bateaux, du vaste bassin du Mississipi. L'entreprise n'était pas sans difficultés, puisque la distance à franchir était d'environ 300 km, et, qu'après un parcours en plaine relativement facile, la chaîne des Alleghanies présentait un obstacle sérieux surtout à cette époque. Au début, on avait envisagé la traction par chevaux, avec plans inclinés à câbles sur les rampes. Mais la traction par locomotives fut essayée à la fin de l'année 1830 et s'imposa immédiatement.

La construction de la ligne, à partir de Baltimore, fut d'ailleurs loin d'être rapide; elle se développa d'abord, avec des embranchements, dans la région voisine de l'Atlantique; ce n'est que le 1^{er} janvier 1853 que le rail atteignit le but primitif, les rives de l'Ohio.

Pendant la guerre de Sécession, les lignes du Baltimore et Ohio servirent aux opérations militaires; ses voies et ses ponts furent fréquemment détruits.

Le développement ultérieur des lignes, l'acquisition de diverses compagnies de chemins de fer, amenèrent ce réseau à Philadelphie, à Chicago, à Dayton, à Toledo, à Detroit, et le classèrent parmi les plus importants des Etats-Unis.

L'exposition fut installée sur un terrain de 400 ha voisin de la ville de Baltimore, accessible par les voies du B. et O. ⁽¹⁾, et par la route conduisant à Washington. Le bâtiment principal de l'exposition était long de 130 m, avec une largeur de 19 m; elle comprenait en outre divers bâtiments moins importants, des voies de garage non abritées, une voie en courbe fermée, longue de 1.600 m, pour la circulation des trains, et, le long de cette voie, une tribune pouvant contenir 12.000 spectateurs assis. Un emplacement était ménagé pour le garage de 2.000 automobiles. Cette exposition était librement ouverte au public, sans droit d'entrée.

Le bâtiment principal contenait une sorte de panorama, long de 75 m, représentant les points principaux du parcours de Baltimore à Chicago. Le long de ce panorama étaient placés des modèles de locomotives B. et O., depuis la plus ancienne, à l'extrémité Baltimore, jusqu'à la plus récente, à l'arrivée à Chicago, montrant ainsi l'évolution du matériel. Ces modèles étaient mis en mouvement par des moteurs électriques, dissimulés à l'intérieur des chaudières. Ils étaient tous à l'échelle du $\frac{1}{24}$. Avec ces locomotives, on voyait des modèles de voitures, et, suivant

le même système, la série des divers types de ponts. Il est à remarquer que le premier de ces ouvrages, le viaduc de Carrollton, voisin de Baltimore, construit dès le début, est encore en usage aujourd'hui: c'est une robuste construction en pierre de taille.

Pour exécuter ces modèles, le B. et O. avait installé un atelier spécial.

(1) Par ces initiales nous désignons le Baltimore and Ohio Railroad.

Parmi les autres objets exposés dans ce bâtiment principal, nous citerons :

Une collection de modèles en bois de locomotives, en vraie grandeur, établie par M. J. G. Panghorn, de Baltimore, représentant des types anciens, jusqu'en 1848, y compris le chariot de Cugnot et la locomotive de Seguin ;

Les appareils de freins continus à air comprimé à commencer par le frein direct Westinghouse de 1869 ;

Les chargeurs mécaniques pour foyers de locomotives ;

Divers appareils, tels que fanaux de locomotives, injecteurs, attelages ;

Les signaux, y compris le block automatique et les enclenchements ;

Les méthodes de contrôle de la marche des trains, notamment le système par dispatcher, qui, depuis quelques années, se répand en France ;

Les appareils pour amortir la vitesse des wagons dans les triages par gravité, appareils fort utiles pour ménager le matériel ;

Les outils pneumatiques et électriques pour la pose et l'entretien des voies, et les véhicules légers pour la circulation des agents ;

Une très riche collection de cadres représentant tout le matériel des chemins de fer depuis l'origine, en Europe comme en Amérique, locomotives, voitures, wagons, appareils divers, installations.

D'une manière générale, les objets étaient classés par ordre chronologique, pour en montrer l'évolution.

A l'extérieur des bâtiments étaient exposés les types successifs de voies.

Ont aussi figuré dans cette exposition des représentations de constructions annexes du chemin de fer telles qu'élevateur à grain pour 1.500.000 hl, dock de Curtis Bay pour l'embarquement de la houille, sur le taux de 1.500 t à l'heure.

L'évolution des appareils télégraphiques est également représentée. Figurent aussi de nombreux détails sur le matériel à voyageurs et à marchandises, sur les publications de la Compagnie, l'outillage des bureaux, les institutions en faveur du personnel.

Ainsi qu'on l'a vu plus haut, le défilé du matériel en marche donnait à cette exposition un caractère tout spécial. Ce défilé, qui avait lieu tous les jours, l'après-midi, sauf les dimanches, comprenait non seulement des locomotives du B. et O., mais aussi d'autres locomotives, américaines et même européennes ; il comprenait, en outre, les moyens de transport antérieurs aux chemins de fer et diverses scènes reproduites sur des plateformes roulantes.

En tête du défilé, une plateforme, nommée America, portait un groupe de choristes. Venaient ensuite :

Une troupe d'Indiens, avec des chevaux lourdement chargés, et d'autres chevaux tirant le « travail », formé de deux longues perches attachées à l'encolure du cheval et traînant sur le sol, sur lesquelles se chargent divers objets ;

Une plateforme avec le célèbre père Marquette, découvrant et bénissant le Mississippi. A côté de lui, des Indiens effectuent le portage d'un canot ;

Une autre plateforme sur laquelle est un vieux bateau de rivière ;

Une plateforme de 9 m avec un bateau employé sur les canaux.

Pour montrer les moyens très primitifs de transport, des nègres suivent en roulant de grands tonneaux pleins de tabac.

Le perfectionnement des véhicules est figuré par deux diligences, hautes et étroites, pour le transport des personnes, et par le chariot dit conestoga, pour les messageries accélérées, chariot avec une couverture en toile, traîné par six chevaux.

On arrive ensuite au début de l'ère des chemins de fer :

Une plateforme figure la réunion des fondateurs du B. et O., puis quatre autres plateformes reproduisent partiellement la « parade » du 4 juillet 1828, qui a parcouru les rues de Baltimore à l'occasion de la pose de la première pierre du chemin de fer.

Viennent ensuite, toujours sur une plateforme, les officiers qui ont étudié le tracé. Seule l'Académie militaire de West Point avait pu fournir des topographes pour cette étude.

Les incertitudes du début quant au mode de traction sont figurées par un véhicule commandé par des hommes sur roues à marches et par un véhicule à voile! Cette conception bizarre avait paru si intéressante au ministre de Russie à Washington qu'il envoya à Saint-Petersbourg un modèle de ce véhicule à voile. Paraît ensuite le wagon trainé par chevaux, et on arrive enfin à la locomotive à vapeur.

La première est une exacte reproduction de l'original *Tom Pouce* de 1829-1830, avec chaudière verticale et cylindres verticaux, remorquant un wagon découvert à banquettes longitudinales. La seconde est la locomotive *York*, également reproduite; cette machine avait obtenu le prix de 4.000 dollars, offert pour une locomotive pesant 3,5 t et remorquant 15 t à la vitesse de 24 km : h. La chaudière et les cylindres sont encore verticaux.

Vient ensuite l'*Atlantic*, qui conserve encore la verticalité de la chaudière et des cylindres. Ce n'est plus une reproduction, mais c'est la machine même originale, qui, après 61 années de service, a été conservée en bon état. Cette machine a des cylindres de 250 sur 300 mm; la pression de vapeur est 3,5 kg : cm²; le tirage est produit par un ventilateur actionné par la vapeur d'échappement, qui sert aussi à réchauffer l'eau d'alimentation. Le poids est de 6,5 t. La 4^e locomotive est le *Thomas Jefferson*, encore avec chaudière et cylindres verticaux, mais pesant 15,5 t. Construite en 1834, cette machine a fonctionné jusqu'en 1893, sur des voies d'atelier.

On arrive alors aux chaudières horizontales, du type normal, et aux cylindres voisins de l'horizontale, avec les locomotives *William Galloway*, de 1837, *Memnon*, à 4 essieux couplés, de 1848, *Ross Winans*, à bogie et 3 essieux couplés, de 1869, dont la cabine du mécanicien est installée au-dessus du corps cylindrique. Ces machines sont les machines originales, conservées avec soin. La dernière remorque un train de wagons couverts et de wagons à houille, à trémie, au chargement de 10 t.

La procession des locomotives est alors interrompue pour faire place à des plateformes, circulant sur la route contiguë à la voie ferrée. On représente ainsi la naissance du télégraphe, la diligence de l'Ouest des Etats-Unis, puis des scènes de la guerre de Sécession, le président Abraham Lincoln se rendant à Washington, la destruction des voies par l'armée confédérée.

La voie est de nouveau occupée par les locomotives *Mason* et *Thatcher Perkins*. La première inaugure un type longtemps employé aux Etats-Unis pour les trains de voyageurs; construite en 1836, elle a un bogie et deux essieux couplés, un corps cylindrique raccordé à la boîte à feu par une virole conique (disposition dite *wagon-top*), une grande cheminée conique pour arrêter les escarbilles; elle est décorée de brillantes peintures. C'est la première locomotive américaine avec distribution par coulisse.

La *Thatcher Perkins*, de 1863, présente des dispositions analogues, mais avec trois essieux couplés : c'est encore le prototype d'un genre de locomotives longtemps employées. Comme cette locomotive pesait 41 t, elle était trop lourde pour les voies de l'époque et elle n'a pu être mise en service que quelques années après sa construction. Cette locomotive remorquait un fourgon à bagages et deux voitures de même date qu'elle.

Vient ensuite la *J. C. Davis*, n° 600, construite pour l'exposition de Philadelphie en 1876, où elle a reçu une médaille d'or comme étant la plus lourde locomotive à voyageurs existante. Le poids est de 41 t et paraît bien faible aujourd'hui. Elle est du type Mogul (un essieu porteur à l'avant et 3 essieux couplés).

Cette machine est suivie de l'*A. J. Cromwell*, n° 545, de 1888, du type Consolidation (bissel et quatre essieux couplés), de la 1.310 de 1896, locomotive à grande vitesse avec bogie et trois essieux couplés et de la *Muhlfeld* n° 2.400 de 1904. Cette dernière est la première locomotive compound du système Mallet employée aux Etats-Unis. Elle fut suivie d'autres machines plus lourdes du même système, pour le service des rampes des Alleghanies, machines qui obligèrent à d'importantes réfections des voies et modifications de tracé.

Jusqu'à ce point, toutes les locomotives du défilé faisaient partie du matériel du B. et O. Mais les organisateurs de l'exposition ont jugé qu'ils devaient présenter également du matériel d'autres compagnies, et notamment une locomotive anglaise, reconnaissant que l'Angleterre était le berceau des chemins de fer.

C'est ainsi que défilait la plus récente machine du Great Western d'Angleterre, *King George V*, machine à bogie et 3 essieux couplés, compound à quatre cylindres, suivie de deux locomotives canadiennes à voyageurs, l'une à quatre essieux couplés encadrés entre deux bogies, l'autre du type Pacific; les chaudières de ces deux machines sont construites pour une pression de 17,5 kg : cm².

Après ces productions toutes récentes, le défilé reprend l'histoire des chemins de fer aux Etats-Unis en dehors du B. et O. C'est ainsi que paraissent la *De Witt Clinton*, de 1831, avec tender et trois voitures (machine originale), la *John Bull*, construite par Stephenson pour le chemin de fer de Camden à Amboy, en 1831, avec une voiture, la *William Crooks*, de 1861, avec un fourgon et une voiture, la *Satilla*, de 1860. Le défilé se continue par les machines les plus modernes, du New York Central, du Pennsylvania, du Delaware et Hudson, du Western Maryland, enfin par 5 locomotives du B. et O. ⁽²⁾.

Ce long défilé se termine par un train de marchandises, où figurent les divers types de wagons, train remorqué par une Mallet, et par le grand express du B. et O., le *Capitol limited*, remorqué par une Pacific ⁽³⁾, avec son matériel de luxe.

Ce spectacle de 31 locomotives se succédant, en marche, avec le matériel roulant, et de diverses reconstitutions de scènes intéressantes, devait être fort attractif. Il est digne de remarque, qu'à peu d'exceptions près, les locomotives les plus anciennes étaient les locomotives originales conservées jusqu'à ce jour et remises en état de fonctionner.

En examinant les dimensions successives des machines, on voit que jusque vers la fin du XIX^e siècle, elles sont restées comparables à celles des machines européennes. C'est dans le présent siècle qu'elles ont atteint les valeurs colossales qui les caractérisent aujourd'hui.

On voit aussi que, contrairement aux opinions courantes sur le renouvellement du matériel américain, certaines locomotives sont restées en service pendant des périodes extrêmement longues, et que la transformation d'un type ancien n'est pas sans exemple. Il est vrai que ces pratiques peuvent être exceptionnelles.

Les renseignements qui précèdent sont extraits du très intéressant catalogue de la belle Exposition du Centenaire du Baltimore and Ohio Railroad.

(2) Ces locomotives sont les suivantes :

N° 5501, de 1926. Type *Mountain*; cylindres de 760 sur 760 mm; roues motrices de 1,880 m; pression de la vapeur, 15,4 kg : cm²; effort de traction, 31.000 kg; poids adhérent, 125 t; poids total, 182 t; poids avec tender, 298 t.

N° 2024, de 1927. Machine à bogie et trois essieux couplés, transformée; cylindres de 534 sur 712 mm; roues motrices de 1,780 m; pression de la vapeur, 14 kg : cm²; effort de traction, 13.600 kg; poids 78 t.

N° 5039, de 1924. Machine à bogie, trois essieux couplés, essieu porteur (transformation d'une machine type Mikado); cylindres de 660 sur 712 mm; roues motrices de 1,880 m; pression de la vapeur, 14,5 kg : cm²; effort de traction, 20.300 kg; poids, 136 t.

N° 4400, de 1920. Type Mikado (4 essieux couplés entre 2 essieux porteurs); cylindres de 660 sur 812 mm; pression de la vapeur, 15,5 kg : cm²; effort de traction, 29.000 kg; poids, 148 t.

N° 6200, de 1926. Type Santa Fé (1 essieu porteur, 5 essieux couplés, 1 essieu porteur); cylindres de 762 sur 814 mm; roues motrices de 1,625 m; effort de traction, 38.000 kg; pression de la vapeur, 15,5 kg : cm²; poids adhérent, 157 t; poids total, 198 t; poids avec tender, 332 t.

(3) Les caractéristiques de cette locomotive sont les suivantes : cylindres de 686 sur 712 mm; roues motrices de 2,016 m; pression de la vapeur, 16 kg : cm²; effort de traction, 22.600 kg; poids, 145 t; poids avec tender, 245 t; le tender contient 41,5 m³ d'eau et 16 t de houille; il est muni d'une écope de prise d'eau en marche.

COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE DU 22 OCTOBRE 1927

Présidence de M. MANGIN, *vice-président*.

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 28 mai 1927 est adopté.

M. MANGIN, *vice-président*, présente les excuses de M. Ed. Sauvage, président, empêché d'assister à la séance.

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

- M. TOUSSAINT (René) (*, ☼), ancien élève de l'École polytechnique, directeur des Établissements Cartier-Bresson, 124, avenue Jean-Jaurès, Pantin (Seine), présenté par M. Lemaire et M. Cartier-Bresson (1928);
- M. LAURENT (Théodore) (C. *), président de la Compagnie des Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt, 12, rue de La-Rochefoucauld, Paris (9^e), présenté par M. Sauvage;
- M. Georges HARDY (*, ☼), ancien élève de l'École normale supérieure, agrégé d'histoire, docteur ès lettres, lauréat de l'Institut et de la Société d'Encouragement, ancien directeur de l'Enseignement en A. O. F. et au Maroc, directeur de l'École coloniale, 2, avenue de l'Observatoire, Paris (16^e), présenté par MM. Gruner et Lemaire.
- M. LEBARON (Eugène) (☉), industriel, directeur technique de la Société des Chromographes Lebaron frères, [8, rue Clairaut, Paris (17^e)], 23 rue Muller, Paris (19^e), présenté par M. Léon Lebaron et M. Lemaire;
- M. LABERGERIE (Jules) (☼), ancien viticulteur, 9, rue Brueys, Montpellier (Hérault), présenté par M. Viala et M. Ringelmann;
- M. POSTEL-VINAY (Marcel) (*), ingénieur, administrateur-délégué de la Société des Appareils de Levage, 2, avenue de Villars, Paris (7^e), présenté par M. Sabouret et M. Masson;
- M. ANDRÉ (Émile) (*), docteur ès sciences, pharmacien des hôpitaux de Paris, 47, boulevard de l'Hôpital, Paris (13^e), présenté par M. Viala et M. Lemaire (1928);
- M. ROUX (Eugène) (G. O. *), conseiller d'Etat, docteur ès sciences, directeur des Services scientifiques et sanitaires et de la Répression des Fraudes du Ministère de l'Agriculture, directeur de l'Institut des Recherches agronomiques, 42, rue de Bourgogne, Paris (7^e), présenté par M. Ringelmann;
- M. BECHMANN (Lucien) (*, ☼, ☉), architecte, 60, rue des Vignes, Paris (16^e), présenté par E. Colmet Daâge et Georges Risler.

M. MANGIN *vice-président*. — J'ai le très vif regret de vous annoncer la mort de deux membres de notre Conseil.

M. Émile-Henri Pluchet, régent de la Banque de France, ancien président de l'Académie d'Agriculture, président honoraire de la Société des Agriculteurs de France, membre du Conseil supérieur de l'Agriculture. M. Pluchet était membre de notre Comité d'Agriculture depuis 1915. Il était chevalier de la Légion d'honneur. Il est mort le 24 mai dernier à l'âge de 82 ans.

M. Prud'homme, ancien élève de l'École polytechnique, chevalier de la Légion d'honneur, décédé le 10 octobre, qui faisait partie depuis 1905 de notre Comité des Arts chimiques. M. Prud'homme accomplit une carrière bien remplie de chimiste, ce qui est fort rare chez les anciens élèves de l'École polytechnique. Il s'était spécialisé dans les questions de matières colorantes, de teinture et d'impression. Il joua un rôle important dans les années qui suivirent l'introduction des matières colorantes artificielles dans l'industrie. On lui doit de nombreux procédés de fabrication et d'application des matières colorantes nouvelles.

Au nom de notre Société, j'adresse mes très vives condoléances à la famille de ces regrettés-collègues.

M. MANGIN, *vice-président*. — Il m'est agréable de vous rappeler les distinctions dont quatre de nos sociétaires ou membres du Conseil ont été l'objet.

M. HENRY LE CHATELIER, ancien président de notre Société, président de notre Comité des Arts chimiques, a été promu grand officier de la Légion d'honneur.

M. René FERET, chef du Laboratoire des Ponts et chaussées, à Boulogne-sur-Mer, membre de notre Comité des Constructions et des Beaux-Arts, a été promu officier de la Légion d'honneur.

M. Paul HELBRONNER, membre à vie de notre Société, bien connu pour ses travaux de géodésie et de géophysique, a été élu membre de l'Académie des Sciences.

M. TORRES Y QUEVEDO, membre correspondant étranger de notre Conseil, au titre du Comité des Arts économiques, a été nommé membre correspondant étranger de l'Académie des Sciences, en remplacement de M. Kamerlingh Onnes, qui était aussi membre correspondant de notre Société.

Au nom de notre Société tout entière, j'adresse mes très vives félicitations à ces quatre collègues.

MM. Henri HITIER et Ch. de FRÉMINVILLE, *secrétaires généraux*, présentent quelques-uns des ouvrages entrés dans la Bibliothèque pendant les vacances.

M. HITIER présente les ouvrages suivants :

Traité de la teinture moderne, par Henri SPÉTEBROOT. 2^e édition. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte, 1927;

Le goudron et ses dérivés, par G. MALATESTA. Trad. de l'italien par J. LÉVY. 2^e éd. entièrement revue par l'auteur. Paris, Dunod, 1927;

Les colloïdes dans l'industrie. Les fibres textiles et la teinture, par Paul BARY. Paris, Dunod, 1927;

La fabrication des savons industriels. Emulsions pour l'ensimage et huiles solubles, par R. EHRSAM. 3^e édition. Paris, Dunod, 1927;

Les travaux publics de l'Indochine, par A.-A. POUYANNE. Hanoï, Imp. d'Extrême-Orient, 1926 (Don du gouvernement général de l'Indochine, Agence économique, 20, rue La-Boétie, Paris (8^e);

Association française pour l'Avancement des Sciences. Lyon, 1906-1926. Lyon, Imp. A. Rey, 4, rue Gentil, 1926 (Don de l'Association française pour l'Avancement des Sciences);

L'agriculture pratique. I : La destruction des mauvaises herbes, par E. RABATÉ. 2^e édition (Nouvelle bibliothèque du cultivateur). Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, 26, rue Jacob, 1927 (Don de l'auteur);

Le fermier électricien. Pour installer seul l'électricité chez soi, par René CHAMPLY. Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, 1927;

Premier Congrès commercial du raisin de table, tenu à Agen (ancien petit séminaire), les 24 et 25 août 1925, sous le haut patronage de M. le Ministre de l'Agriculture. Mémoires et comptes rendus publiés par MM. E. POHER et J. MAHOUX. Paris, Publications agricoles de la Compagnie d'Orléans, 1, place Valhubert, 1925;

Les services d'hygiène publique dans les colonies françaises, par le Dr S. ABBATUCCI (Société des Nations. Organisation d'hygiène). Genève, Publications de la Société des Nations, 1926;

Les ressources, l'outillage et la production de la Région du Nord. L'industrie extractive : 1^{re} Le bassin houiller; 2^o Les carrières, par M. SORRE. (1^{re} région économique. Chambres de Commerce de : Armentières, Arras, Avesnes, Béthune, Boulogne-sur-Mer, Calais, Cambrai, Douai, Dunkerque, Lille, Roubaix, Saint-Omer, Tourcoing, Valenciennes). Lille, édité par la 1^{re} région économique, Palais de la Bourse, 1927;

Manuel de tissage. III — Mise en carte. Lissage, par H. et Ch. LABRIFFE (Bibliothèque professionnelle). Paris, J.-B. Baillière et fils, 1927;

Apiculture, par R. HOMMEL. 4^e éd. rev. et corr. (Encyclopédie agricole Wery). Paris, J.-B. Baillière et fils, 1927;

Société industrielle de Fourmies. Aperçu économique sur la région de Fourmies. Géographie, géologie, industrie, agriculture, histoire et tourisme. Notes publiées par la Société industrielle de Fourmies à l'occasion de son Cinquantenaire, 1874-1924. Fourmies, 1927 (Don de la Société industrielle de Fourmies).

*
**

Don du Gouvernement général de l'Indochine, Agence économique, 20, rue La-Boétie, Paris (8^e) :

Les sols et le climat de la Cochinchine au regard de la culture de la canne à sucre, par A. GUILLAUME (Publication de l'Agence économique de l'Indochine, n^o XV). 1927.

La riziculture en Cochinchine, par M. TRAN-VAN-HUU (Publication de l'Agence économique de l'Indochine n^o XVI). 1927.

Amélioration des riz de Cochinchine, par Ed. CARLE (Publication de l'Agence économique de l'Indochine, n^o XVII). 1927.

*
**

Nouvelles méthodes d'analyse chimique organique, par H. TER MEULEN et de J. HESLINGA. Trad. du hollandais, par T. KAHAN. Paris, Dunod, 1927;

La valeur de consommation et la valeur d'avenir des bois et forêts dans l'assurance contre les risques d'incendie, par Paul RAZOUS. 8, Paris, Dulac, rue Lamartine (Don de l'auteur, membre de la Société);

L'association moléculaire considérée comme phénomène de concentration

moltaire, par G. G. LONGINESCU et Mlle Gabriela CHABORSKI (Communiqué le 7 mars 1927 à la Société roumaine de Chimie, Bucarest). Bucaresti, 1. Copu-zeanu, Str. Isvor 97, 1927 (Don des auteurs);

Sériciculture empirique et sériciculture rationnelle. Rapport présenté au Congrès européen de la Soie, Milan, 3-6 juin 1927, par Ch. SECRÉTAIN. Alès (Gard), Station séricicole.

Le mûrier, par Ch. SECRÉTAIN. Publications agricoles de la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée;

Carte du chemin de fer de Brazzaville à l'Océan, dressée par ordre de M. Antonetti, gouv. gén. de l'Afrique équatoriale française;

Où se renseigner sur nos produits coloniaux? Adresses des Agences et Offices économiques des Colonies, Protectorats et Pays sous mandat français avec l'indication des produits et marchandises exportés par chaque pays. Paris, Imp. S. E. L. A., 51, rue Saint-Georges, 1927;

Le coton dans l'Oubangui-Chari et au Tchad (Les Annales coloniales, suppl. illustré, 6 juillet 1927). Paris, 34, rue du Mont-Thabor (1^{er});

Les travaux du Congo-Océan en mars 1927 (L'Afrique équatoriale française. Supplément illustré du *Courrier colonial*, 1^{er} juillet 1927). Paris, 96, rue de Rivoli (4^e);

La lutte contre la maladie du sommeil en A. E. F. (La Presse coloniale illustrée, janvier 1927). Paris, 2, rue des Halles.

M. DE FRÉMINVILLE, présente les ouvrages suivants :

Les aimants, leur calcul et la technique de leurs applications, par R.-V. PICOU. Paris, Dunod, 1927;

La sélection psychophysiologique des travailleurs. Conducteurs de tramways et d'autobus, par J.-M. LAHY. Paris, Dunod, 1927;

Quelques aspects de l'évolution des prix au siècle dernier et en notre temps. Théories et réalités, par Maurice VIRLOGEUX. Paris, Marcel Giard, 16, rue Soufflot, 1927 (Don de l'auteur);

L'industrie de la confection en France et des objets confectionnés, par Mme RENARD-MORIZOT. Paris, A. Renard-Morizot, 35, rue Fontaine (9^e) (Don de l'auteur);

Éléments de géométrie infinitésimale, par Gaston JULIA. Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 1927;

Voitures et wagons, Matériel, freinage, éclairage, chauffage, par J. NETTER (Encyclopédie de mécanique appliquée). Paris, J.-B. Baillière et fils, 1927;

Schémas et règles pratiques de bobinage des machines électriques, par F. TORICES et Adr. CURCHOD. 3^e éd., revue et augm. Paris, Dunod, 1927;

Pour éviter l'électrocution (haute et basse tension), par Maurice ROUSSEL. Paris, Dunod, 1927;

Traitement thermique de l'acier et ses essais, par Georges FRANCHE. Paris, Desforges, Girardot et C^{ie}, 29, quai des Grands-Augustins, 1927;

Les applications nouvelles de la tôle fine. Matériel de chemins de fer, carrosserie automobile, travaux publics, constructions civiles, meubles métalliques, rayonnages métalliques, etc., par H. A. de CONTY. Paris, éditions de l'« Usine », 15, rue Bleue (9^e);

Recherches expérimentales sur la propagation du son dans un long tuyau cylindrique, par Th. VAUTIER (Extrait des Annales de Physique, 10^e série, tome VI, novembre-décembre 1926). Paris, Masson et C^{ie}, 120, boulevard Saint-Germain (6^e) (Don de l'auteur);

La France économique en 1926. Les industries électriques, par Jean-Henri ADAM (Extraits de la Revue d'Économie politique, mars-avril 1927). Paris, Société anonyme du Recueil Sirey, 22, rue Soufflot (5^e), 1927 (Don de l'auteur).

*
* *

Don de l'Office central de l'Acétylène et de la Soudure autogène, 104, boulevard de Clichy, Paris (18^e) :

Applications de la soudure autogène. Chaudières et réservoirs à pression. Règlements et règles de l'art, par Maurice LEBRUN, 1926 ;

Applications de la soudure autogène. L'aciérie, par M. LEBRUN, 1926 ;

Applications de la soudure électrique à l'arc. Les tramways, par Maurice LEBRUN, 1925 ;

La vie du soudeur américain à l'atelier et dans la société, par Jean BRILLIÉ. Conférence faite le 17 mars 1927, à l'Office central de l'acétylène et de la soudure autogène, 1927 ;

Formulaire à l'usage des techniciens et praticiens de la soudure autogène. Paris, La Soudure autogène française, 29, rue Claude-Vellefaux (10^e), 1926 ;

Guide du soudeur électrique. Notions d'électricité. 1927 ;

Chambre syndicale de l'Acétylène, de la Soudure autogène et des industries qui s'y rattachent. — Normes françaises du carbure de calcium (entrant en vigueur à dater du 1^{er} janvier 1924) suivies des Instructions de l'Office central de l'Acétylène et de la Soudure autogène pour le prélèvement d'échantillons de carbure de calcium destinés à l'analyse et pour les constatations relatives à l'état des fûts, aux poussières, corps étrangers, etc., et des Instructions pour les analyses de carbure de calcium. Paris, 104, boulevard de Clichy ;

... — *Cahier des charges relatif à l'établissement, au conditionnement et au chargement des bouteilles ou récipients destinés à contenir, emmagasiner ou transporter l'acétylène dissous*. 1925 ;

... — *Cahier des charges pour la fourniture des récipients en acier, construits par soudure autogène au chalumeau, destinés à contenir des gaz comprimés, liquéfiés ou dissous* ;

... — *Prescriptions générales relatives aux installations de soudure autogène et de découpage au chalumeau* ;

... — *Circulaire concernant la réglementation des appareils producteurs d'acétylène et les dépôts d'acétylène dissous* ;

... — *Projet de réglementation relative aux récipients métalliques destinés à l'emmagasinement et au transport des gaz comprimés, liquéfiés ou dissous* ;

... — *Prescriptions et conseils pratiques relatifs aux appareils à acétylène* ;

... — *Prescriptions et conseils pratiques relatifs aux postes de soudure oxy-acétyléniques* ;

... — *Prescriptions et conseils pratiques relatifs aux postes de découpage par l'oxygène*.

*
* *

Examen des différentes méthodes employées pour résoudre les problèmes de géométrie, par G. LAME, Paris. J. Hermann, 6, rue de la Sorbonne (5^e) ;

La géométrie de René Descartes. Nouv. éd. Paris, J. Hermann, 1927 ;

Théorie du navire, par Ch. DOYÈRE (Encyclopédie de mécanique appliquée). Paris, J.-B. Baillière et fils, 1927 ;

Essai de corrosion des fers et des aciers, par Ch. FREMONT. Etudes expérimentales de technologie industrielle. 71^e mémoire. Paris, chez l'auteur, 25, rue du Simplon (18^e), 1927 (Don de l'auteur, membre de la Société);

Les mesures de températures courantes. Etude des thermomètres, de leur utilisation rationnelle et des conditions dans lesquelles ils doivent être observés, par William DÉRIAZ. Paris, Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères (6^e), 1927;

La meilleure utilisation de l'effort humain et la fatigue industrielle, par Lucien-A. LEGROS (Extrait des Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France, septembre-octobre 1926). Paris, 19, rue Blanche (9^e), 1927 (Don de l'auteur, membre de la Société);

Technical and non-technical Management, par Lucien-A. LEGROS (Société des Ingénieurs civils de France. British Section. Nineteenth ordinary general Meeting, march 30th, 1927). London, S. W. 1., 82, Victoria street (Don de l'auteur, membre de la Société);

« *Armour Platel : Its Influence on the Metallurgy and Manufacture of Steel* », par L. BACLÉ. Traduit par L.-A. LEGROS (Société des Ingénieurs civils de France. British Section. Eighteenth ordinary general Meeting, november 24th, 1926). London, S. W. 1., 72, Victoria street (Don de M. L.-A. Legros, membre de la Société);

Catalogue of the Collections in The Science Museum, South Kensington, with descriptive and historical notes and illustrations. Mathematics. I : Calculating machines and instruments, par D. BAXANDALL. London. S. W. 7, South Kensington, 1926.

M. de Fréminville signale la 3^e édition de : *La participation aux bénéfices*, de M. Albert TROMBERT avec une préface de M. Paul DELOMBRE, qui peut servir de guide pratique de la participation aux bénéfices pour le choix d'une méthode à adopter. Cet ouvrage, autrefois classique, était devenu introuvable; la Librairie Chaix, de Paris, l'a réédité sous une forme nouvelle dans laquelle l'auteur a introduit de nombreux passages inédits. Rappelons qu'il est publié sous les auspices de la Société pour l'Etude pratique de la Participation du Personnel dans les Bénéfices, société fondée en 1878 et reconnue d'utilité publique en 1889, dont M. Trombert, l'auteur, est le secrétaire général.

M. MANGIN, *vice-président*. — M. Charles DOLLFUS devait nous faire aujourd'hui une communication sur *le Musée de l'Aéronautique*, dont il est le conservateur. Malheureusement, il est retenu auprès d'un de ses enfants gravement malade. Il nous a priés de l'excuser. Sa communication est renvoyée à une date ultérieure. Notre collègue du Conseil, M. le Colonel Paul Renard, prévenu il y a moins d'une heure, veut bien nous faire au pied-levé une communication sur la crise de l'aviation française.

Le Lieut.-Col. Paul RENARD, membre du Conseil de la Société d'Encouragement, fait une causerie sur « *la crise de l'aviation française* ».

Le conférencier dit que son exposé ne sera qu'une simple causerie; il désirerait simplement dire quelques mots et donner son avis personnel sur ce que, depuis environ trois mois, les journaux quotidiens ont appelé « la crise de l'aviation française ». A ce moment, il a semblé, en effet, que notre aviation était tombée en décadence; il y a dans cette opinion une petite part de vérité et une très grande part d'exagération.

A la fin de 1926, notre aviation était sans conteste la première du monde, car nous détenions tous les records vraiment significatifs : l'altitude, la vitesse, la durée de vol et la plus longue distance parcourue sans escale.

Au point de vue de l'agrément du voyage, le record d'altitude n'a aucune valeur pratique car, si la vue de la terre présente un intérêt de curiosité et est vraiment belle à 500 m et même encore à 1.000 m, il n'en est plus de même au delà ; en outre, à partir de 3.000 m, le mal des montagnes commence souvent à se faire sentir assez pour diminuer l'agrément du voyage.

Le record le plus intéressant au point de vue des applications pratiques, courantes, c'est celui de la plus longue distance parcourue sans escale ; il comprend d'ailleurs implicitement les deux autres car il ne peut être atteint que grâce à une bonne vitesse, à une longue durée de vol ; cette durée exige de l'appareil une grande capacité de transport puisque la consommation horaire d'essence, donc aussi sa provision, croissent comme le cube de la vitesse et la consommation kilométrique comme son carré. Or, à la fin de 1926, nous détenions ce record qui avait été battu successivement quatre fois par des Français, le dernier étant celui de 5.500 km (de Paris au golfe Persique).

Au début de 1927, les milieux aéronautiques français commencèrent à manifester une certaine émotion : l'aviation commerciale allemande semblait avoir fait des progrès considérables. Les traités de paix interdisant aux Allemands la construction de l'avion militaire, d'ailleurs impossible à définir exactement, l'Allemagne avait concentré tous ses efforts sur l'aviation civile et, grâce à des subventions de l'État, de plusieurs grandes sociétés et même de particuliers, de nombreuses lignes commerciales fonctionnaient dans le pays même, ce qui d'ailleurs, n'est pas d'un très grand intérêt pratique, tandis que d'autres, desservant les pays voisins et faisant concurrence aux nôtres, se voyaient donner la préférence, préférence due uniquement à une supériorité dans les détails d'organisation et non à une supériorité technique quelconque des appareils.

A ce moment, se produisit l'événement sensationnel de la traversée de l'Atlantique nord par Lindbergh (20-21 mai 1927). Or, sans vouloir diminuer le mérite du jeune aviateur américain, on doit reconnaître que, si c'était très grande témérité de monter un avion terrestre au-dessus de l'océan et non un hydravion, les plus grandes précautions avaient été prises sur l'appareil pour éviter la panne, c'est-à-dire la mort quasi certaine, et que la cabine était d'un très grand confort, inusité, et parfaitement justifié par la longue durée du parcours (6.500 km en trente-trois heures et demie). A part ces deux particularités, l'appareil ne présentait aucune nouveauté technique sensationnelle. Le « flying fool » était loin d'être un écervelé, et il avait pris toutes les précautions nécessaires pour réussir.

L'émotion ne fit que grandir en France quand l'Atlantique nord fut franchi de nouveau : d'abord par un biplace cette fois (Chamberlin et Lévine) les 5-6 juin, puis par le quadriplace de Byrd et ses trois compagnons, les 29 et 30 juin.

La répétition de ces performances à intervalles si rapprochés et par des avions de plus en plus spacieux semblait bien prouver que, cette fois, nous étions bel et bien battus. L'inquiétude fut grande : les journaux quotidiens clamèrent que notre aviation était décidément en décadence et qu'il nous fallait au plus tôt rendre leur visite aux Américains. D'où une série de tentatives malheureuses qui devaient échouer et qui ont échoué. Il y a à ces échecs répétés deux raisons d'ordre météorologique.

Sur l'Atlantique nord, les vents dominants sont ceux d'ouest ; leur vitesse vient s'ajouter à la vitesse de l'avion qui va d'Amérique en Europe et s'en retranche quand il se déplace en sens inverse. Cette vitesse n'est pas négligeable : son ordre de grandeur est du cinquième et même du quart de la vitesse propre de l'avion ;

Le temps se déplace aussi d'ouest à l'est et à une vitesse inférieure à celle de l'avion, de sorte que celui-ci, marchant dans le même sens, et partant le second ou le troisième jour d'une série de beaux jours, a de très grandes chances d'accomplir sa traversée par beau temps. Le cas de Byrd et de ses compagnons, surpris par un

brouillard inattendu au moment d'atterrir, prouve à quel point on peut être désespéré par un temps défavorable, même quand quatre personnes énergiques sont à bord pour se partager les tâches et se remonter réciproquement le moral. Quand on traverse l'Atlantique nord de l'est à l'ouest, on va, au contraire, vers un temps tout à fait inconnu, malgré les meilleures prévisions météorologiques.

Si donc l'Atlantique n'est pas « à sens unique », comme l'a suggéré un quotidien dans une de ses manchettes, il est tout de même infiniment plus facile, surtout avec les avions actuels, d'aller de New York à Paris que de Paris à New York. La réussite de cette dernière traversée n'est qu'une question de matériel et nous ne pouvions aboutir avec aucun de nos appareils actuels; les Américains ne l'auraient pas pu davantage; l'échec de Lévine pour accomplir le retour dans les mêmes conditions que l'aller est un argument en faveur de cette affirmation.

De toute façon, c'est grande imprudence que d'essayer la traversée de l'Atlantique avec un avion terrestre, dans n'importe quel sens, car la panne se traduit par la mort à peu près certaine, l'avion coulant à pic. Il faut donc recourir à un hydravion, et solide, c'est-à-dire très lourd car il doit pouvoir tenir la mer pendant plusieurs heures, même par très gros temps, pour permettre aux navires qui naviguent dans le voisinage, prévenus par T. S. F., de porter secours aux victimes de la panne. Et cependant, l'avion doit être capable de flotter, même si la panne survient aussitôt après le départ, alors que l'avion a son poids maximum, sa provision d'essence étant quasi complète. C'est très probablement une panne survenue dans ces conditions qui a provoqué la perte de Nungesser et de Coli. On peut être certain que si nous n'avons pas réussi dans cette performance — ni plus ni moins d'ailleurs que nos voisins — c'est faute d'un matériel approprié et non faute d'hommes, car nos pilotes et nos constructeurs ne le cèdent en rien à ceux des États-Unis.

Le succès récent de Coste et de Le Brix, dans leur traversée de l'Atlantique équatoriale, d'est en ouest, le prouve bien. Entre Dakar (Afrique) et Pernambouc (Amérique) la distance, sans doute, n'est que d'environ 3.500 km mais n'en est pas moins difficile à franchir; et si nos compatriotes ont réussi, c'est beaucoup à cause d'une longue préparation dont la réussite était l'aboutissement logique et presque fatal.

La Compagnie Latécoère, à qui revient en grande partie ce succès, est en effet la plus prospère de nos compagnies de navigation aérienne, et cela parce qu'elle fonctionne sur un parcours, de Toulouse à Casablanca, où les autres moyens de transport ne peuvent pas lui faire une concurrence sérieuse: c'est ainsi que le nombre des lettres transportées annuellement est passé de quelques milliers, au début, à plusieurs millions actuellement. La Compagnie Latécoère a voulu simplement prolonger sa ligne jusqu'à Buenos Aires, par Dakar, Pernambouc et Rio de Janeiro. La voie aérienne, c'est-à-dire des aéroports, avait été préparée à cet effet sur les parties côtières du nouveau trajet, mais on se proposait tout d'abord de traverser l'Atlantique en bateau. C'est la bonne tenue des appareils qui a permis de franchir cette étape; et comme cela s'est toujours observé jusqu'à présent en aviation, ce fait, exceptionnel aujourd'hui, ne manquera pas de devenir courant et banal dans quelques années, peut-être dans quelques mois, comme l'est devenue la traversée du Pas-de-Calais.

La genèse de cette performance montre bien que l'avenir est surtout à l'aviation coloniale, civile, bien entendu — il n'a pas été question d'autre chose dans tout ce qui précède — car, pour qu'une ligne aérienne couvre à peu près ses frais actuellement, il faut qu'elle ne double aucun moyen de transport très perfectionné et fonctionne sur des distances très grandes, de manière à réduire le temps perdu à l'arrivée et au départ des très grandes villes à une valeur négligeable devant la durée du parcours total. C'est en perfectionnant les lignes aériennes commerciales qu'on parviendra à franchir sans escale des distances de plus en plus longues. Il suffira d'un peu plus de coordination dans nos efforts pour que la performance désirée et attendue s'accomplisse.

C'est surtout cette coordination qui nous manque. Il ne faudrait pas croire cependant que, pour l'obtenir, il suffise de créer un ministère unique, groupant les différentes aviations : civile, terrestre et maritime : elles ont des besoins différents. Dans les pays où l'unification semble avoir été réalisée par la création d'un ministère de l'Air, et dans ceux où, comme au Japon, elle existe de fait (aviation uniquement maritime), la coordination des efforts est loin d'avoir été obtenue, et on rencontre les mêmes difficultés que nous.

E. L.

M. GARNIER, *membre du Conseil*. — N'a-t-il pas été question récemment de la création d'un ministère de la Défense nationale englobant la Guerre, la Marine, l'Aéronautique, celle-ci comprennent les aviations militaire, maritime et civile ?

M. P. RENARD. — Les journaux en ont parlé, mais il ne semble pas que cette fusion, si désirable, soit en voie de réalisation. Elle rencontre des résistances de tous côtés.

M. GARNIER. — Les mêmes résistances, sans doute, qui ont empêché, par exemple, jusqu'ici, la fusion de l'artillerie de terre et de l'artillerie de marine.

M. FIEUX, *membre du Conseil*. — Vous avez dit, mon Colonel, qu'il n'y a pas d'intérêt pratique à voler très haut; cependant la puissance motrice se compose du travail utile de propulsion et du travail de résistance au frottement, qui, tous deux, diminuent avec la densité de l'air, donc quand l'altitude croît.

M. P. RENARD. — Cela est vrai, mais le moteur fonctionne de moins en moins bien à mesure qu'on s'élève, par suite de la raréfaction de l'air. Il y a donc une altitude qui correspond aux conditions les plus avantageuses. C'est cette altitude que notre collègue, M. Auguste Rateau, s'efforce de dépasser pour trouver des conditions plus avantageuses encore, en comprimant l'air qui alimente le moteur; mais la solution pratique du problème est loin d'être simple.

M. MANGIN, *vice-président*. — Au nom de notre Société, je remercie très chaleureusement notre collègue, le Colonel Renard, qui, n'ayant eu que quelques minutes pour préparer cette causerie, nous a tenus cependant sous le charme de sa parole et de l'intérêt des nombreuses questions qu'il a traitées.

La séance est levée à 18 h. 30 m.

BIBLIOGRAPHIE

L'industrie de la confection en France et des objets confectionnés, par Mme RENARD-MORIZOT, femme de lettres. Un vol. (23 × 16 cm) de 566 p. avec 168 fig. Paris, 1927. A. Renard-Morizot, édit.

Mme Renard-Morizot, femme de lettres très connue et très appréciée dans les milieux textiles de France et de l'étranger par l'importante revue *L'industrie textile* qu'elle dirige avec une grande autorité, vient de publier un ouvrage des plus intéressants, soigneusement édité en un fort volume de 23 × 16 cm comportant 566 pages de texte et illustré de 168 dessins. Il a pour titre : « L'industrie de la confection en France et des objets confectionnés. »

Bien que, contrairement à l'usage et probablement par simple modestie, cet ouvrage soit dépourvu de préface, on se rend compte immédiatement, à première lecture, que l'auteur a voulu faire un travail utile aux maisons de confection, de lingerie et de couture qui, depuis de longues années, réclamaient un tel travail pour leur servir de guide relativement à la conduite de leur industrie, c'est-à-dire : choix du matériel, conduite des machines et soins à leur donner, direction du personnel et organisation des maisons suivant leur spécialisation.

Jusqu'à ce jour, à notre connaissance, rien de similaire n'a été publié et il semble bien que l'ouvrage de Mme Renard-Morizot vient justement à son heure pour combler cette lacune.

Toutes les questions susceptibles d'intéresser aussi bien les industriels que les confectionneurs ont été envisagées : certaines avec une abondance de documentation quelquefois superflue ; d'autres, souvent plus délicates, mais en tout cas moins directement utilisables, n'ont été qu'effleurées. Le tout forme cependant un ensemble complet et qui se tient bien, un véritable foyer de documentation ; mais il est à prévoir que, lors d'une seconde édition qui ne saurait tarder, des remaniements soiemment effectués en feront un travail parfait, digne de la technique française et de l'auteur.

L'ouvrage, facile à lire et d'une bonne tenue au point de vue littéraire, se divise en 22 chapitres qu'il paraît superflu de présenter dans le détail, attendu qu'une analyse sommaire nous paraît suffisante pour en faire apprécier la consistance et donner en même temps une idée nette et précise de sa valeur technique.

Dans les premiers chapitres, Mme Renard-Morizot commence par donner des indications sur les matières premières utilisées dans les maisons de confection, de couture et de vente ; tous les genres d'étoffes tissées ou tricotées sont ainsi examinés successivement avec force détails pratiques relativement à leur contexture, leur traitement, leur application et même leur fabrication, de façon à renseigner le mieux possible ceux qui sont appelés à acheter et à transformer les produits du tissage ou de la bonneterie.

L'outillage très varié, très délicat et fort complexe, utilisé dans les industries envisageant la fabrication des étoffes diverses, de même que celui employé par les confectionneurs et la couture, est traité d'une façon très copieuse, très méthodique, très facilement compréhensible, et forme l'objet de plusieurs chapitres intéressants où l'on trouve, en même temps que de nombreux conseils, de nombreuses remarques sur la manœuvre et sur le fonctionnement des machines les plus essentielles.

Jusqu'à ce jour, nulle publication n'a donné une monographie aussi complète et aussi bien ordonnée sur ce sujet très ardu, qui constitue une des parties les plus attrayantes de l'ouvrage.

Le personnel spécial à la confection, fabrication et vente, est l'un de ceux sur le recrutement duquel on ne saurait être renseigné trop sérieusement; aussi des études très approfondies sont exposées dans quelques chapitres faisant suite à ceux de l'outillage où l'on examine notamment le mode de travail de chacun et son mode d'appropriation.

L'auteur n'a pas entendu borner là son travail; elle a voulu en faire un tout complet, une véritable encyclopédie pratique et elle a alors envisagé tous les objets autres que les étoffes qui concourent à compléter ou à orner le costume; elle a été ainsi amenée à entretenir les lecteurs notamment de : tulles, dentelles, broderies, bonneterie, rubans, passementeries, fourrures, gants, cravates, bretelles, chaussures, chapellerie, etc...

L'organisation générale du travail n'a pas non plus été perdue de vue et a fait l'objet d'un examen attentif pour chaque branche des industries de la confection et de la couture.

Enfin, pour terminer son ouvrage, Mme Renard-Morizot, après avoir donné quelques chiffres relatifs aux transactions commerciales auxquelles donnent lieu la confection et les articles confectionnés, a cru bon de broser un tableau de la confection à travers les âges qui paraît compléter le tout d'une façon très heureuse.

Ainsi conçu, ce livre, d'un caractère descriptif, donne bien de l'état actuel de la technique de la confection un résumé clair, simple et marqué au coin de la prudence de jugement qui caractérise et honore l'auteur.

J. DANTZER.

Les perturbations orageuses du champ électrique et leur propagation à grande distance. Une application de l'électromètre amplificateur, par PIERRE LEJAY. Un vol. (25 × 16 cm) de 67 p. avec 33 fig. Paris, 1926. E. Chiron, éd. Prix 9 fr.

M. Lejay a cherché à déterminer les variations instantanées que les décharges orageuses peuvent provoquer dans la valeur du champ électrique de l'atmosphère et les relations qui peuvent exister entre ces variations et les parasites qui viennent troubler les réceptions radiotélégraphiques.

L'auteur commence tout d'abord, par des considérations purement théoriques, par déterminer quelle doit être à grande distance de l'orage l'allure de la perturbation produite par une décharge entre un nuage et le sol, ou entre deux nuages, et quelle peut être l'influence de cette décharge sur un collecteur d'onde. Il arrive à cette conclusion que l'effet produit doit affecter une forme oscillatoire, même si la décharge est apériodique et que la radiogoniométrie des parasites, s'ils sont dus eux décharges orageuses, doit être particulièrement difficile.

Pour vérifier expérimentalement ses conceptions théoriques et étudier en un point les variations du gradient de potentiel atmosphérique, l'auteur a eu l'idée d'utiliser comme électromètre les lampes à émission thermionique dont l'usage est aujourd'hui si répandu en radiotélégraphie.

Retrouvant les résultats déjà obtenus par quelques autres expérimentateurs, M. Lejay a été amené à utiliser les lampes à deux grilles et, en les combinant à un amplificateur à courant continu, il a réalisé un électromètre à enregistreur présentant sur les appareils employés dans le même but (électromètre de Benndorf) l'avantage de substituer l'enregistrement sur papier enfumé à l'enregistrement photographique, dispendieux et délicat.

Des comparaisons préliminaires exécutées au Val Joyeux ont montré les avantages que présentait le nouvel appareil par rapport à l'électromètre de Benndorf.

C'est à l'Observatoire du Pic du Midi que M. Lejay a mis en œuvre l'électromètre qu'il avait réalisé pour étudier l'influence des décharges orageuses sur les récepteurs utilisés en radiotélégraphie. Il a pu ainsi constater que ceux-ci étaient sensibles même à des orages très éloignés.

D'autre part, la sensibilité de son dispositif récepteur lui a permis d'apporter au procédé employé par Watson Watt pour l'étude des atmosphériques, des modifications mettant ce procédé à l'abri de certaines critiques.

Il a pu ainsi constater que la durée de ces perturbations était de l'ordre du $\frac{1}{40\,000}$ seconde alors que Watson Watt leur attribuait des durées bien supérieures, incompatibles avec le trouble apporté par les atmosphériques aux réceptions radiotélégraphiques.

Comme conclusion, M. Lejay pense que tous les parasites trouvent leur cause dans les orages plus ou moins éloignés. Cette conclusion n'est pas acceptée par tous les spécialistes qui se sont occupés de la question et dont quelques-uns n'attribuent à la plupart des parasites qu'une faible portée, de l'ordre d'une centaine de kilomètres.

Le travail de M. Lejay apporte une très importante contribution à l'étude des atmosphériques si gênants pour les communications radiotélégraphiques et on ne peut que se féliciter en constatant que c'est grâce à une subvention de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale qu'il a pu poursuivre cette intéressante recherche.

G. A. FERRIÉ.

Transformateurs de puissance. — Calculs, constructions, applications industrielles. Bobines d'inductance, par M. MATHIEU, ingénieur (A. et M., E. S. E.). Un vol. (12 × 19 cm) de 305 p. avec 84 fig. Paris, 1927. Librairie scientifique Albert Blanchard, édit.

L'ouvrage de M. Mathieu contient un grand nombre de données pratiques où se révèle le souci de ne pas laisser le lecteur sans renseignement sur un point quelconque des appareils qu'il passe en revue.

La première partie traite non seulement des transformateurs mais aussi de leur fonctionnement, de leurs montages ou de leur installation.

A une époque où les transformateurs sont d'un usage de plus en plus courant, le constructeur non spécialisé et l'ingénieur désireux de faire un projet ou une installation peuvent y trouver un véritable guide.

Des figures représentent un grand nombre de types de transformateurs avec l'indication de leurs caractéristiques et précisent l'aspect et la disposition de chacun d'eux.

La seconde partie du volume traite du calcul de la self-inductance et de l'inductance mutuelle, par l'emploi de formules dues à d'illustres savants; de ce fait le livre de M. Mathieu trouvera sa place toute marquée dans bien des laboratoires scientifiques ou industriels.

J. C.

Contribution à l'étude du graissage. Onctuosité. Influences moléculaires, par M. PAUL WOOG, ancien préparateur du cours de chimie organique à la Faculté de Pharmacie de Paris, docteur de l'Université de Paris. Un vol. (25 × 16 cm), de 277 p., avec 23 fig. Paris, Librairie Delagrave, 15, rue Soufflot (5°), 1926.

On sait que lorsque le glissement de deux surfaces se produit sur une lame fluide continue, une couche graissante suffisamment épaisse sépare complètement les surfaces solides et celles-ci n'interviennent pas dans la friction. Le seul facteur qui intervient alors est la viscosité du lubrifiant.

Il n'en est pas de même dans le cas de la friction imparfaite. Un ensemble de phénomènes influencés par les surfaces solides stabilisent la couche lubrifiante et permettent un meilleur glissement sur cette lame mince. La viscosité, ainsi que le montre M. Woog, joue un rôle presque nul; c'est alors qu'intervient le facteur d'onctuosité.

L'onctuosité, d'ailleurs, n'est pas une propriété correspondant à un caractère unique : plus exactement, c'est la résultante d'effets physiques et chimiques qui agissent simultanément. Son siège exclusif est situé dans la couche des molécules lubrifiantes en contact immédiat avec les surfaces solides. Les assises moléculaires les plus voisines de cette couche extrême ou épilamen peuvent aussi intervenir mais à un titre secondaire.

Le problème étant ainsi posé, M. Woog s'est proposé d'étudier deux actions différentes :

- 1° d'une part les actions dues aux lubrifiants eux-mêmes quelles que soient les surfaces solides en présence;
- 2° d'autre part les actions attribuables aux surfaces solides suivant leurs structures particulières.

Influence de la tension superficielle lubrifiant-air. — Jusqu'ici on a attribué à la tension superficielle une influence dans le graissage. M. Woog a donc examiné les tensions superficielles de différents lubrifiants animaux, végétaux et minéraux à diverses températures, par la méthode de l'ascension en tubes capillaires.

Il n'a obtenu, entre les nombres trouvés que de faibles différences. Il ne semble donc pas que l'on puisse expliquer par là l'onctuosité. Néanmoins M. Woog croit que la similitude des tensions réside dans l'orientation semblable des molécules superficielles des corps étudiés.

Coincement des molécules. — Il jouerait, d'après M. Woog un rôle fondamental dans la résistance de la couche lubrifiante superficielle aux déformations méca-

niques. Il en est de même de la régularité du réseau moléculaire formant cette couche superficielle.

Par une méthode fort ingénieuse, M. Woog a pu mettre en évidence la valeur de son hypothèse. Une série de mesures lui a donné, pour un certain nombre de lubrifiants, la densité, le coefficient de dilatation et le poids moléculaire (par cryométrie). Par le calcul il a déterminé les volumes moléculaires de ces différents lubrifiants.

Les volumes moléculaires des huiles animales et végétales sont des plus élevés, et bien nettement supérieurs à ceux des lubrifiants minéraux de même viscosité. D'autre part, il y a un rapport assez étroit entre le classement des huiles minérales par volume moléculaire, et le classement de ces huiles par leur onctuosité reconnue dans la pratique.

Il convient de signaler que les colloïdes peuvent avoir une grande influence dans les phénomènes de coïncement, étant donné le grand volume des molécules.

Dimensions des molécules. — Dans ce domaine, M. Woog a été conduit à admettre des molécules allongées. Cette partie de son travail est tout à fait remarquable. Sa méthode, extrêmement sensible, basée sur les travaux de Deveaux et de Langrenier, donne des résultats constants. Pour les huiles grasses, les nombres obtenus ne semblent pas montrer qu'une faible anisotropie de forme des molécules, mais, en interprétant les résultats, l'auteur conclut au contraire à une anisotropie marquée.

M. Woog établit une différence essentielle entre les molécules des solides et les molécules des liquides. Il émet cette hypothèse, qu'il confirma par l'expérience, que les premières doivent leurs propriétés à leur rigidité, et les secondes à leur non-rigidité.

Adhérence des molécules lubrifiantes aux surfaces. Affinité. — Un point particulièrement intéressant était d'étudier s'il y avait un rapport entre l'activité moléculaire des lubrifiants et leur adhérence aux surfaces. L'auteur conclut au parallélisme de ces deux actions. Par une série d'expériences, il étudia les phénomènes d'extension des lubrifiants sur les surfaces liquides et sur les surfaces solides. Signalons que ces dernières expériences trouvent une application immédiate dans le graissage des mouvements d'horlogerie, qu'il devient possible de les effectuer avec des huiles minérales stables.

Rigidité élastique des molécules. Saturation. — Nous avons vu que M. Woog attache une grande importance à la rigidité des molécules qui confère aux épilamens une résistance élevée. Les liaisons multiples constituant dans la molécule des causes de faiblesse et de déséquilibre, il semble qu'une molécule saturée aurait une rigidité plus proche de celle des molécules solides qu'une molécule non saturée.

A l'appui de son hypothèse, M. Woog apporte les deux confirmations expérimentales suivantes :

1° l'examen des mousses formées par l'agitation de certains liquides en présence d'air montre que la stabilité des cellules spumeuses est bien fonction de la rigidité ou de la saturation des molécules recouvrant les lames minces ;

2° de même, l'étude de la résistance à la rupture, à la compression latérale et à l'équilibre des couches monomoléculaires de divers corps étendus sur l'eau, montre l'influence favorable du volume moléculaire sur le commencement et les différences

de résistance des épilamens liquides et solides, ceux-ci étant beaucoup plus résistants que ceux-là.

Ceci fait, il s'agissait de calculer la proportion des liaisons multiples par molécule moyenne des diverses huiles grasses (indice d'iode ramené au poids moléculaire).

L'action défavorable des corps non saturés sur la résistance des épilamens a été évaluée en divisant pour chaque corps le volume moléculaire par le nombre de liaisons multiples correspondantes.

En disposant les divers produits étudiés dans l'ordre croissant des quotients obtenus, on groupe d'une part les produits végétaux, d'autre part les produits animaux, dans une progression correspondant bien à celle des onctuosités reconnues par la pratique.

Ces considérations ne sont pas valables pour les huiles minérales et la non-saturation fait intervenir d'autres facteurs, notamment l'altérabilité par la chaleur.

M. Woog a voulu voir si l'ascension par capillarité des hydrocarbures dans les mèches était influencée par le degré de saturation des molécules. Il ne semble pas qu'il y ait là une intervention des liaisons incomplètes. La viscosité seule intervient, mais il faut encore indirectement faire intervenir la non-saturation qui joue un rôle nocif, bien plus que la présence de composés asphaltiques, dans l'altération de l'huile à la chaleur de l'air.

Viscosité. — Y a-t-il un rapport entre la viscosité et l'onctuosité? M. Woog conclut plutôt à un parallélisme car le volume de la molécule, en général, croît avec l'élévation de viscosité, et cette augmentation de volume favorise d'autre part le coincement des molécules des épilamens, d'où action favorable sur l'onctuosité. Ce parallélisme explique d'ailleurs la confusion si fréquente entre ces deux facteurs.

Mesures du frottement. — M. Woog s'est attaché à confirmer par des essais de frottement les diverses hypothèses émises au cours de ses recherches. Les frictions usuels présentent d'ailleurs de multiples inconvénients auxquels M. Woog s'est efforcé de remédier. Les appareils qu'il a construits évitent un certain nombre de causes d'erreur.

Avec les huiles minérales, pour des molécules peu volumineuses, la friction s'élève à environ 80°. Les huiles grasses et les huiles minérales, additionnées de molécules actives, ne manifestent pas ce phénomène, mais accusent, au contraire, une diminution de frottement due à la réduction de la couche de molécules extrêmes de l'épilamen, tout d'abord stratifié.

Tels sont, brièvement résumés, les résultats des recherches de M. Woog. Tout d'abord, il convient de rendre hommage à l'extrême ingéniosité qui caractérise ses recherches expérimentales et la conception d'appareils qui, à l'usage, ont révélé leur précision, malgré les grandes difficultés que M. Woog a pu rencontrer dans leur réalisation.

Le phénomène d'onctuosité, sur lequel on était assez mal renseigné, est maintenant, grâce à cette remarquable étude, éclairé d'un jour nouveau et pourra, à l'avenir, constituer un critérium sûr pour la détermination de la valeur d'un lubrifiant. Ce point est particulièrement important, car il donne la certitude de pouvoir sortir de l'empirisme assez aveugle qui régnait dans les questions de graissage.

On peut donc espérer voir bientôt se combler le fossé qui séparait les essais

pratiqués et l'analyse chimique des lubrifiants, et qui rendait toute prévision sur leur emploi impossible ou tout au moins aléatoire.

M. Woog par les nouvelles données qu'il fournit à la science du graissage nous donne la certitude que le champ de celle-ci s'étendra de plus en plus.

Une bibliographie très complète, et vérifiée, accompagne l'ouvrage.

PAUL DUMANOIS.

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE EN OCTOBRE 1927.

TROMBERT (ALBERT). — **La participation aux bénéfices.** Exposé des différentes méthodes adoptées pouvant servir de guide pratique pour l'application du régime. 3^e éd. In-8 (25 × 16) de xv + 442 p. Paris, Librairie Chaix, 20, rue Bergère, 1924. (*Don de l'auteur*). 17338

GATTEFOSSÉ (R.-M.). — **Nouveaux parfums synthétiques.** 2^e éd. revue et aug. In-8 (23 × 14) de 243 p. Paris, Desforges, Girardot et C^{ie}, 1927. 17339

BARDIN (R.). — **Traité pratique sur la construction du moteur à explosions.** 2^e éd. revue et aug. In-8 (25 × 16) de 155 p., 65 fig. Paris, Desforges, Girardot et C^{ie}, 1927. 17340

GROUSSET (A.). — **Les moteurs d'embarcations.** Guide pratique des réparations de moteurs à explosion, raisonnées sur une théorie approchée de ces moteurs. In-8 (25 × 16) VIII + 288 p., 149 fig. Paris, Desforges, Girardot et C^{ie}, 1927. 17341

LABALETTE (L.). — **La perspective rapide dans le dessin industriel.** Perspective cavalière axométrique et isométrique. In-4 (27 × 22) de 102 p., 73 fig. Paris, Desforges, Girardot et C^{ie}, 1927. 17342

JEANCARD (PAUL). — **Les parfums.** Chimie et industrie. (*Encyclopédie de chimie industrielle*). In-8 (23 × 15) de 387 p., 39 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1927. 17343

GASNIER (M.). — **Dépôts métalliques directs et indirects.** (*Encyclopédie minière et métallurgique*). In-8 (23 × 15) de 460 p., 121 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1927. 17344

L'industrie sucrière de France. Compte rendu de la Section industrielle du GROUPEMENT POUR LE COMMERCE ET L'INDUSTRIE. In-8 (26 × 19) de 172 p., fig. Paris, Édition de l'Action industrielle et commerciale, 5, rue des Italiens, 1927. 17345

MATHIEU (MARCEL). — **Transformateurs de puissance.** Calculs constructions, applications industrielles. Bobines d'inductance. (*Nouvelle encyclopédie électro-mécanique*, n° 1). In-12 (18 × 12) de 305 p., 84 fig. Paris, Albert Blanchard, 1927. 17346

KLUYTMANS (M. Ch.). — **La galvanisation à chaud.** (*Bibliothèque de l'Usine*). In-8 (23 × 15) de 87 p., 22 fig. Paris, Éditions de « L'Usine », 15, rue Bleue (9^e), 1927. 17347

DE LATTRE (M. G.). — **Protection des métaux contre la corrosion.** (*Bibliothèque de l'Usine*). In-8 (23 × 15) de 204 p., 41 fig. Paris, Éditions de « L'Usine », 1927. 17348

CASTEN (A.). — **Accumulateurs électriques.** (*Bibliothèque de l'Ingénieur électricien-mécanicien*). In-8 (25 × 16) de 296 p., 222 fig. Paris, Albin Michel. 17349

BARBILLION (L.). — **Modes spéciaux de traction électrique à courant continu.** (*Bibliothèque de l'Ingénieur électricien-mécanicien*). In-8 (25 × 16) de 127 p., 63 fig. Paris, Albin Michel. 17350

PAGNON (PIERRE) et BARBILLION (L.). — **Interrupteurs et disjoncteurs dans l'huile.** (*Bibliothèque de l'Ingénieur électricien-mécanicien*). In-8 (25 × 16) de 304 p., 220 fig. Bibliographie, p. 299-304. Paris, Albin Michel. 17351

MONTAGNÉ (E.) et BARBILLION (L.). — **La mesure des débits et l'aménagement des usines hydrauliques.** (*Bibliothèque de l'Ingénieur électricien-mécanicien*). In-8 (25 × 16) de 201 p., 118 fig. Paris, Albin Michel. 17352

HOMBERG (OCTAVE). — **La France des cinq parties du monde.** In-12 (19 × 12) de 349 p., 1 carte. Paris, Librairie Plon, 1927. 17353

CORDIER (Colonel F.). — **Chaudières et condenseurs.** 2^e éd. corr. et aug. In-8 (24 × 16) de VIII + 659 p., 321 fig. Bibliographie, p. 623-627. Paris, Gaston Doin et C^{ie}, 1927. (*Don de l'auteur*). 17354

COURCEAU (R.) et BESSON (HENRI). — Utilisation rationnelle des combustibles. **Distillation des combustibles à basse température.** In-8 (24 × 16) de xv + 336 p., 75 fig. Paris, Gaston Doin et C^{ie}, 1928. **Pièce 17355**

..

GRUPE DES INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES, MÉCANIQUES ET CONNEXES DE LA RÉGION PARISIENNE. — **Enquête sur les taux horaires des salaires.** Travaux payés à l'heure. Travaux payés aux pièces. Janvier-février 1927. 7^e éd. In-4 (31 × 24) de 108 p., Paris, 106, rue Lauriston (16^e), 1927. **Pièce 13257**

GRUPE DES INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES, MÉCANIQUES ET CONNEXES DE LA RÉGION PARISIENNE. — **Variations comparées des salaires et du coût de la vie. Industries du métal. Région parisienne, 1920-1927.** In-4 (28 × 24) de 2 p., 1 tableau. Paris, 106, rue Lauriston (16^e), 1927. **Pièce 13258**

NOACHOVITCH (GEORGES). — L'utilisation des palmiers d'Indochine dans le commerce et l'industrie des cannes et des parapluies. (Ex. *Revue de botanique appliquée et d'agric. coloniale*, Vol. IV, n^o 38, 31 octobre 1924). In-8 (24 × 16) de 10 p., Paris, Laboratoire d'agronomie coloniale (au Muséum), 57, rue Cuvier. (Don de l'auteur). **Pièce 13259**

Cela vaut-il la peine de s'occuper de la méthode Taylor? In-8 (24 × 16) de 15 p., Clermont-Ferrand, Michelin et C^{ie}, 1927. **Pièce 13260**

Prosperité ou Sam et François. In-8 (24 × 16) de 16 p., Clermont-Ferrand, Michelin et C^{ie}, 1927. **Pièce 13261**

Œuvres sociales de Michelin et C^{ie}. In-8 (24 × 16) de 16 p., Clermont-Ferrand, Michelin et C^{ie}, 1927. **Pièce 13262**

MICHOtte (FÉLICIEN). — Traité scientifique et industriel des plantes textiles. **Les kapottiers et succédanés.** Culture et exploitation. In-8 (24 × 16) de 83 p., 19 fig. Paris, Société de propagande coloniale, 45, av. Trudaine, 1927. **Pièce 13263**

BOULANGER (HENRI). — Où en est la question des cuirs coloniaux. Notes sur Madagascar et les peaux de ses bovidés. (Le cuir, n^{os} 233 à 239, 9-17 octobre 1927). Paris, 34, r. de Bondy (10^e). **Pièce 13264**

MARBEAU (ÉDOUARD). — Étude sur les origines du nickel en France à l'occasion de la « Semaine de Nickel ». Paris, 16-27 octobre 1927. Historique de l'introduction de l'industrie du nickel en France (16 octobre 1876). In-4 (27 × 24) de 12 p. Paris, Le Ferro-Nickel, 29 bis, r. des Francs-Bourgeois (4^e). (Don de l'auteur, membre de la Société). **Pièce 13265**

LABORATOIRE FÉDÉRAL D'ESSAI DES MATÉRIAUX ANNEXÉ A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE ZÜRICH. — Diskussionsbericht n^o 8 : Die Druckelastizität des Mörtels und des Betons. — Das elastische Verhalten von ausgeführten Beton- und Eisenbeton-Bauwerken. In-4 (32 × 23) de 40 p., 9 + 43 fig. Zürich, 1925. **Pièce 13266**

... — Diskussionsbericht n^o 11 : Theorie und Praxis der autogen Schweissung. In-4 (32 × 23) de 52 p., 94 fig. Zürich, 1926. **Pièce 13267**

... — Diskussionsbericht n^o 12 : Ueber elektrisch und autogen geschweisste Konstruktionen. In-4 (32 × 23) de 46 p., 110 fig. Zürich, 1926. **Pièce 13268**

..

SERVICE TECHNIQUE ET INDUSTRIEL DE L'AÉRONAUTIQUE. — **Bulletin technique n^o 42** (juin 1927) : Examen d'ensemble des principaux problèmes concernant la sécurité de la navigation aérienne, par J. SABATIER, 32 p. **Bibliographie**, p. 31. Paris, 2, rue de la Porte-d'Issy (15^e). **Pér. 117**

COMITÉ DES TRAVAUX HISTORIQUES ET SCIENTIFIQUES. (Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts). — **Bulletin philologique et historique** (jusqu'à 1713). Année 1925. Paris, Imp. nationale; Ernest Leroux, 28, rue Bonaparte (6^e), 1927. **Pér. 26**

MINISTÈRE DU TRAVAIL, DE L'HYGIÈNE, DE L'ASSISTANCE ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALES. — DIRECTION DU TRAVAIL. — **Statistique des grèves survenues pendant l'année 1923. — pendant l'année 1924.** Paris, Imp. nationale, 1925, 1926. **Pér. 205**

MINISTÈRE DU TRAVAIL, DE L'HYGIÈNE, DE L'ASSISTANCE ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALES. — CONSEIL SUPÉRIEUR DU TRAVAIL. — 29^e session, novembre 1925 : *La législation du travail*

à domicile. *Le contrat individuel de travail*. — 30^e session, novembre 1926 : *Le contrat individuel de travail*, etc. Paris, Imp. nationale, 1926, 1927. Pér. 295

GRUPE DES INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES, MÉCANIQUES ET CONNEXES DE LA RÉGION PARISIENNE. Année 1926. Paris, 106, r. Lauriston (16^e). Pér. 91

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — *Circulars*, nos 319 : *Alphabetical index and numerical list of United States Government master specifications promulgated by the Federal Specifications Board*, 17 p. — 320 : *Puncture-sealing compounds for pneumatic tires*, 5 p. — 325 : *Ceramic properties of some white-burning clays of the Eastern United States*, 54 p. — 327 : *Selection and care of garden hose*, 12 p., 8 fig. — 328 : *Testing of measuring tapes at the Bureau of Standards*, 16 p., 15 fig. — 329 : *Calibration of a divided scale*, 15 p., 3 fig. — 332 : *Testing of line standards of length*, 22 p., 2 fig. — 33 (4th ed.) : *United States Government master specification for cement, portland*, 18 p., 7 fig. — 82 (3d ed.) : ... for oil, linseed, raw, 8 p. — 89 (3d ed.) : ... for paint, white, and tinted paints made on a white base, semipaste and ready mixed, 11 p. — 93 (3d ed.) : ... for paints, iron oxide and iron hydroxide, 10 p. — 94 (3d ed.) : ... for paint, black, semipaste and ready mixed, 9 p. — 115 (3d ed.) : ... for tires, pneumatic and solid rubber, and inner tubes, 13 p. — 165 (2d ed.) : ... for paint, olive drab (semipaste and ready-mixed), 12 p. — 239 (2d ed.) : ... for packing, flax, 4 p. — 241 (2d ed.) : ... for packing, asbestos sheet, compressed, 4 p. — 242 (2d ed.) : ... for gaskets, asbestos metallic cloth, 4 p. — 243 (2d ed.) : ... for packing, asbestos metallic cloth sheet, 4 p. — 256 (2d ed.) : ... for denim, brown (shrunk), 4 p. — 318 : ... for matches, safety (full size, in boxes), 4 p. — 321 : ... for cement masonry, 9 p. — 322 : ... for integral waterproofing material, water-repellent type (for use with portland mortar or concrete), 4 p. — 323 : ... for cement, plastic magnesia (magnesia-oxychloride) used as flooring, bases wainscots, etc., 16 p., 6 fig. — 324 : ... for rope, manila, 7 p. — 325 : ... for rope, cotton, 2 p. — 330 : ... for oil, linseed, boiled, 8 p. — 331 : ... for chrome yellow (lemon, medium, and orange; dry, paste in oil, and paste in Japan), 11 p. — 334 : ... for packings, asbestos wick and rope, 3 p. — 335 : ... for packing, hard fiber sheet, 2 p. — 336 : ... for gaskets, metallic-encased, 3 p. Pér. 61

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — *Miscellaneous Publications*, nos 90 : *Directory of commercial testing and college research laboratories*, 39 p. (1927). — 96 : *Organizations cooperating with the National Bureau of Standards*, 11 p. (1927). Pér. 61

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — *Handbook*, n° 10 : *Safety rules for the installation and maintenance of electrical supply and communication lines*, 322 p., 16 fig. 1927. Pér. 61

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE. — BUREAU OF STANDARDS. — *Simplified practice recommendation*, nos 18 (first revision) : *Builders' hardware*, 72 p. — 31 (2d revision) : *Loaded paper shot shells*, 12 p. — 52 : *Staple vitreous china plumbing fixtures*, 26 p., 9 fig. — 56 : *Carbon brushes and brush shunts*, 12 p. — 59 : *Rotary-cut lumber stock for wire-bound boxes*, 10 p. — 62 : *Metallic cartridges*, 10 p. Washington, 1927. Pér. 61

WESTERN AUSTRALIA GEOLOGICAL SURVEY. — *Bulletins* nos 84 : *The field geology and broader mining features of the Leonora-Duketon district*, 66 p., 5 fig., IV pl. (1925). — 85 : *A geological reconnaissance of part of the Ashburton drainage basin*, 116 p., 16 fig., IV pl. (1926). 86 : *The mining centres of Rothesay and Goodingnow (Payne's find)*, 41 p., 8 fig., 3 pl. (1925). 87 : *A geological reconnaissance in the Central and Eastern Divisions*, 30 p., 3 fig., 5 pl. (1926). 90 : *The geology of a portion of East Coolgardie and North-East Coolgardie goldfields*, 41 p., VI pl. (1925). — 93 : *The geology of portions of the Kimberley Division, with special reference to the Fitzroy Basin and the possibilities of the occurrence of mineral oil*, 56 p., 49 fig., VIII pl. (1927). Perth. Pér. 184

L'agent général, gérant.

E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

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

CENTENAIRE DE MARCELIN BERTHELOT

(Paris, 23-26 octobre 1927).

ADRESSE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

présentée par M. HENRY GALL, *membre du Conseil.*

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, la plus ancienne société technique de France, dont l'histoire est intimement liée à celle des sciences chimiques, a marqué dès son origine la grande place qu'elle leur assignait.

De 1801 à 1884, les trois présidents qui ont veillé sur ses destinées, Chaptal, Thénard, J.-B. Dumas, ont représenté auprès d'elle l'importance de la chimie aux progrès de laquelle ils ont contribué avec tant de distinction. Dès 1892, elle a eu la satisfaction de décerner à Marcelin Berthelot le prix d'Argenteuil. Elle tient donc à ne pas rester étrangère aux témoignages d'admiration donnés par toutes les nations au grand savant dont les travaux ont enrichi le patrimoine national, comme l'humanité tout entière.

Leur répercussion sur l'industrie a été profonde. Les cérémonies auxquelles vient participer la Société d'Encouragement mettent en lumière les résultats d'un labeur ininterrompu, d'une ténacité et d'une énergie inlassables, appuyés sur une culture générale qu'on a rencontrée rarement à un aussi haut degré.

Les recherches poursuivies dans les conditions les plus modestes ont exercé une influence profonde sur la science chimique.

Les importantes applications de synthèse organique qui sont réalisées de toutes parts ont presque toutes leur point de départ dans les travaux de Berthelot. C'est donc avec un sentiment de fierté pour notre pays que la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale vient s'associer à l'hommage qui est rendu au savant dont la vie de travail reste un exemple pour les jeunes générations.

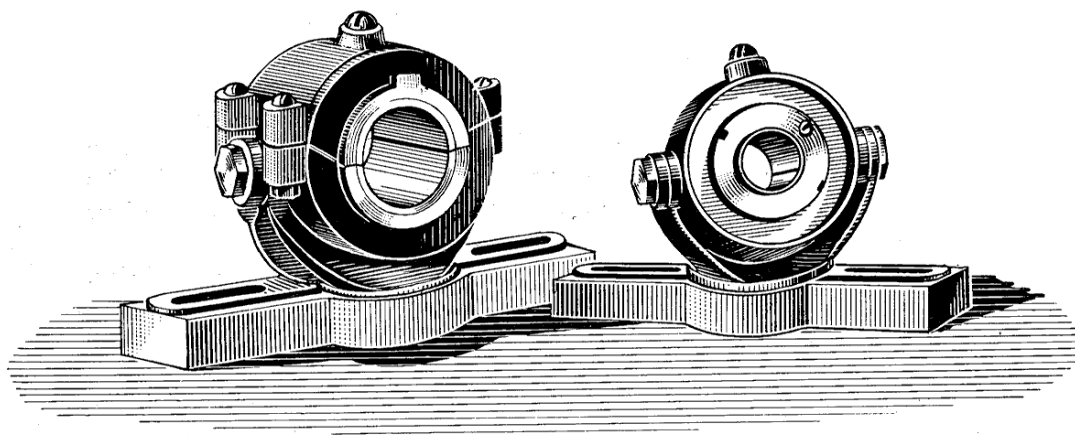
COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES

Rapport présenté, au nom du Comité des Arts mécaniques, par M. M.-J. ANDROUIN sur le *palier à double articulation*, imaginé et construit par MM. DEGUEURCE et VADON.

L'articulation d'un palier peut avoir pour but, l'arbre étant supposé rectiligne, de compenser les erreurs angulaires possibles des supports.

Elle peut avoir aussi pour but de compenser la non rectitude de l'arbre.

Dans la première hypothèse, on peut généralement s'accommoder du système à rotule bloquée, à moins qu'il n'y ait lieu d'escompter des déformations possibles des supports, cas dans lequel l'articulation doit être libre.



Paliers à double articulation de MM. Degueurce et Vadon.

Dans la seconde hypothèse, il faut nécessairement recourir à une articulation libre, puisque l'axe du coussinet doit suivre le mouvement de l'axe de la portée d'arbre.

Les paliers articulés sont construits soit avec rotule dans l'intérieur du corps de palier, le coussinet seul étant mobile, soit avec rotule ou articulation à l'extérieur du corps de palier, le coussinet étant fixé à celui-ci.

Ce dernier arrangement présente entre autres avantages celui de permettre l'emploi de rondelles de feutre ou autres dispositifs propres à empêcher l'entrée des poussières ou la sortie de l'huile.

MM. Degueurce et Vadon, constructeurs-mécaniciens, 6, boulevard Edgar-Quinet, à Roanne (Loire), ont présenté à la Société d'Encouragement un palier ainsi construit; le corps de ce palier, portant un coussinet ordinaire ou un roulement à billes, est articulé dans une chape, celle-ci étant elle-même montée sur une base par rapport à laquelle elle peut pivoter.

L'articulation du coussinet dans la chape et le pivotement de celle-ci sur la base permettent au palier de s'incliner et de s'orienter d'une quantité largement suffisante pour satisfaire à toutes les exigences. Par suite de la disposition de la chape sur la base, le système convient surtout au cas où la charge appliquée à l'arbre est à peu près perpendiculaire à la surface de la base.

Le Comité des Arts mécaniques propose de remercier MM. Degueurce et Vadon de leur intéressante communication et d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin*.

Le Rapporteur,

M.-J. ANDROUIN.

Lu et approuvé en séance publique du Conseil le 26 novembre 1927.

Rapport présenté par M. LÉON MASSON, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur les *travaux de M. LUCIEN BORDENAVE en vue de la prévention des explosions de poussières dans les usines.*

Par l'organe de son directeur M. Julien Caen, l'Association des Industriels de France contre les Accidents du Travail a signalé de façon toute particulière à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale les travaux qu'a réalisés sur la prévention des accidents de poussières l'un des lauréats *ex-æquo* de 1927 du prix de la fondation Périssé de ladite association, M. l'Ingénieur des Arts et Manufactures Lucien Bordenave, à qui sont confiées les fonctions de directeur des usines Menier, à Noisiel (Seine-et-Marne).

Les explosions dues aux poussières, expose à ce sujet M. Caen, — de qui le vif espoir, exprimé au nom de la Société qu'il dirige, est qu'il nous plaise de récompenser à notre tour les efforts de M. Bordenave, — les explosions de poussières industrielles, nous est-il exposé, disons-nous, constituent, dans le domaine des accidents du travail, un des chapitres les plus émouvants car elles se présentent la plupart du temps avec des effets destructifs des plus impressionnants : ce sont, en général, des catastrophes qui, au point de vue du personnel, causent des morts et des blessures en nombre toujours trop considérable, et qui, sous le rapport matériel, ajoutent aux dégâts de l'explosion des pertes plus importantes encore par les incendies que déterminent en général les « Coups de poussières ».

M. Bordenave est d'ailleurs l'un de ceux qui ont le plus ardemment poursuivi dans cet ordre d'idées leurs études, et on lui doit, à ce même égard, l'une des conférences prononcées au plus récent congrès bisannuel, — tenu au mois de mai dernier, — de l'association à la tête de laquelle est placé M. Julien Caen, et dont le conseil de direction compte de longue date au nombre de ses membres notre très respecté président M. Édouard Sauvage.

Dans ce travail, fort applaudi, après avoir traité les questions de granulométrie, de broyage et de séparation des poussières, l'auteur passe en revue les travaux qui ont été faits tant en France qu'à l'étranger sur la technique des explosions de mélanges détonants d'air et de poussières, — à laquelle s'attache pour lui, du reste, un intérêt personnel de haute importance en ce

qui concerne les poussières de sucre, — puis, en prenant comme exemple l'industrie chocolatière, il donne les diverses règles à suivre selon lui pour éviter et limiter les accidents causés par les explosions de matières pulvérulentes.

Toutes choses dont il s'acquitte avec beaucoup de compétence en spécialiste consommé qui depuis dix-sept ans déjà, et avant même que fussent édictées les prescriptions administratives actuellement en vigueur, a su créer nombre de dispositifs de prévention aujourd'hui très généralement appliqués.

C'est ainsi, notamment, que sous le rapport constructif des parties fixes des bâtiments, doivent être employés des matériaux incombustibles, — tels le béton armé et les carrelages céramiques, — et qu'il convient que les fenêtres, de larges dimensions et garnies de « vitrex », puissent former clapets battants de sécurité du dedans au dehors.

C'est ainsi, en outre, qu'au point de vue mécanique, et pour empêcher le mélange air-poussière d'atteindre le degré explosif de concentration, M. Bordenave fait intervenir un ventilateur très puissant à réglage de dépression donnant une aspiration à grand débit sans vitesse d'air excessive, par des conduits métalliques sans zone de dépôt et commodément visitables;

Que, de plus, il préconise les élévateurs entièrement métalliques et absolument étanches, et que, pour éviter toute propagation explosive, il considère comme s'imposant de manière générale le principe de n'avoir dans les ateliers aucune poussière stagnante;

Que, d'autre part, il adopte pour les broyeurs le mode de commande directe, ou tout au moins une commande aussi simple que possible afin de réduire à l'extrême minimum le développement des transmissions, d'ailleurs montées de préférence sur paliers à rouleaux ou à billes, et préférablement aussi pourvues d'un poste central de graissage avec vérification des débits partiels du lubrifiant;

Qu'il applique, enfin, à ces mêmes appareils de broyage, eux aussi tout métalliques, une ventilation parfaite, voire surabondante, car c'est en eux que pourrait se rencontrer le plus souvent un siège initial d'explosion.

Toutes ces dispositions sont d'ailleurs complétées par des précautions prises sous le rapport électrique, tant à l'égard de l'appareillage des circuits de force motrice, d'éclairage ou d'électro-magnétisme qu'à celui des phénomènes électrostatiques qui se produisent dans le fonctionnement des broyeurs.

Il convient encore d'ajouter, relativement à ces dernières machines, que, dans un but de localisation des explosions éventuelles, chacune d'elles a un cycle cellulaire nettement séparé de ceux des broyeurs voisins, chaque cycle comportant du reste, sous forme de vis soit distributrices soit élévatrices, à trop-plein les unes comme les autres, un grand nombre de coupures de l'onde explosive entre le broyeur et la bluterie.

Ainsi qu'on peut le voir, les études et les réalisations dont nous venons de donner le résumé présentent un intérêt considérable et largement consacré par l'expérience, — en sorte que votre Comité des Arts mécaniques n'hésite pas à vous proposer de remercier l'Association des Industriels de France de la communication dont nous lui sommes redevables à ce sujet, et de voter l'insertion au *Bulletin* du présent rapport, avec félicitations à l'adresse du très distingué collaborateur de M. le sénateur Gaston Menier, M. l'ingénieur-directeur Lucien Bordenave.

Le Rapporteur,

LÉON MASSON.

Lu et approuvé en séance publique du Conseil le 26 novembre 1927.

COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES

Rapport présenté par M. M.-J. ANDROUIN, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur les *dispositifs de sécurité pour presses mécaniques alimentées à la main*, imaginés et construits par M. OCTAVE LEROY.

Invitée à signaler à la Société d'Encouragement les dispositifs de sécurité récents appelés à rendre le plus de services dans la protection des ouvriers contre les organes des machines en marche, l'Association des Industriels de France contre les Accidents de Travail lui a fait connaître les importants travaux de M. O. Leroy sur les dispositifs de sécurité pour presses mécaniques alimentées à la main.

M. Octave Leroy, chargé de la direction d'un important atelier de découpage, emboutissage et estampage à la presse mécanique, s'est en effet livré à une étude minutieuse du problème de la sécurité des opérateurs.

Les presses dont il s'agit sont en général des machines à bielle et manivelle munies d'un mécanisme d'embrayage qui, au repos, est maintenu débrayé au moyen d'un système de verrou, les outils étant alors en position de pleine ouverture. Un appareil de manœuvre, à pédale ou à une ou deux manettes, permet de déclencher le verrou et d'embrayer la presse, soit pour la marche intermittente, l'arbre-manivelle s'arrêtant après avoir fait un tour, soit pour la marche continue.

L'alimentation, c'est-à-dire la mise en position du produit par rapport à l'outil qui doit le presser, est faite soit au moyen de dispositifs plus ou moins automatiques, soit à la main indirectement c'est-à-dire en dehors de la région où agissent les outils, soit à la main directement. Cette dernière manière d'alimenter doit être évitée autant que possible, mais il existe beaucoup de fabrications où elle est la seule que l'on puisse pratiquer.

Parmi les machines-outils à travailler les métaux, les presses mécaniques alimentées directement à la main sont considérées comme les plus dangereuses; les accidents qu'elles occasionnent aux mains des opérateurs sont chaque année très nombreux dans tous les pays.

Ces accidents atteignent surtout les opérateurs bien entraînés; ceux-ci, en effet, se fiant à leur dextérité, négligent certaines précautions, ou manipulent en regardant autre chose que leurs outillages, ou tentent de remettre en position un produit mal placé, etc., et se font écraser les doigts.

La recherche des conditions de sécurité est apparemment simple; ne suffit-il pas de faire en sorte que l'opérateur ne puisse pas avoir les mains dans la région dangereuse lorsque le poinçon ou l'outil quel qu'il soit se meut pour accomplir son travail?

En pratique toutefois, la question est complexe. En raison de la diversité des travaux et des modes d'alimentation, l'ingénieur, soucieux de la sécurité du personnel, doit faire face à des problèmes nombreux et très variés.

Ces problèmes se compliquent du fait qu'il faut faire accepter du personnel les dispositions adoptées; or, dans le monde des conducteurs de presses, il existe une prévention contre les appareils de sécurité, car on craint que l'emploi de ces appareils ralentisse la production. En fait, un appareil de sécurité n'est employé sûrement que s'il ne réduit pas la productivité de

la presse; encore faut-il que l'ingénieur responsable tienne fermement à ce que personne ne modifie les installations qu'il a lui-même acceptées comme bonnes. M. Leroy, sans s'attarder à la recherche stérile d'une solution générale applicable à tout, a étudié un à un les cas qui se sont présentés dans les

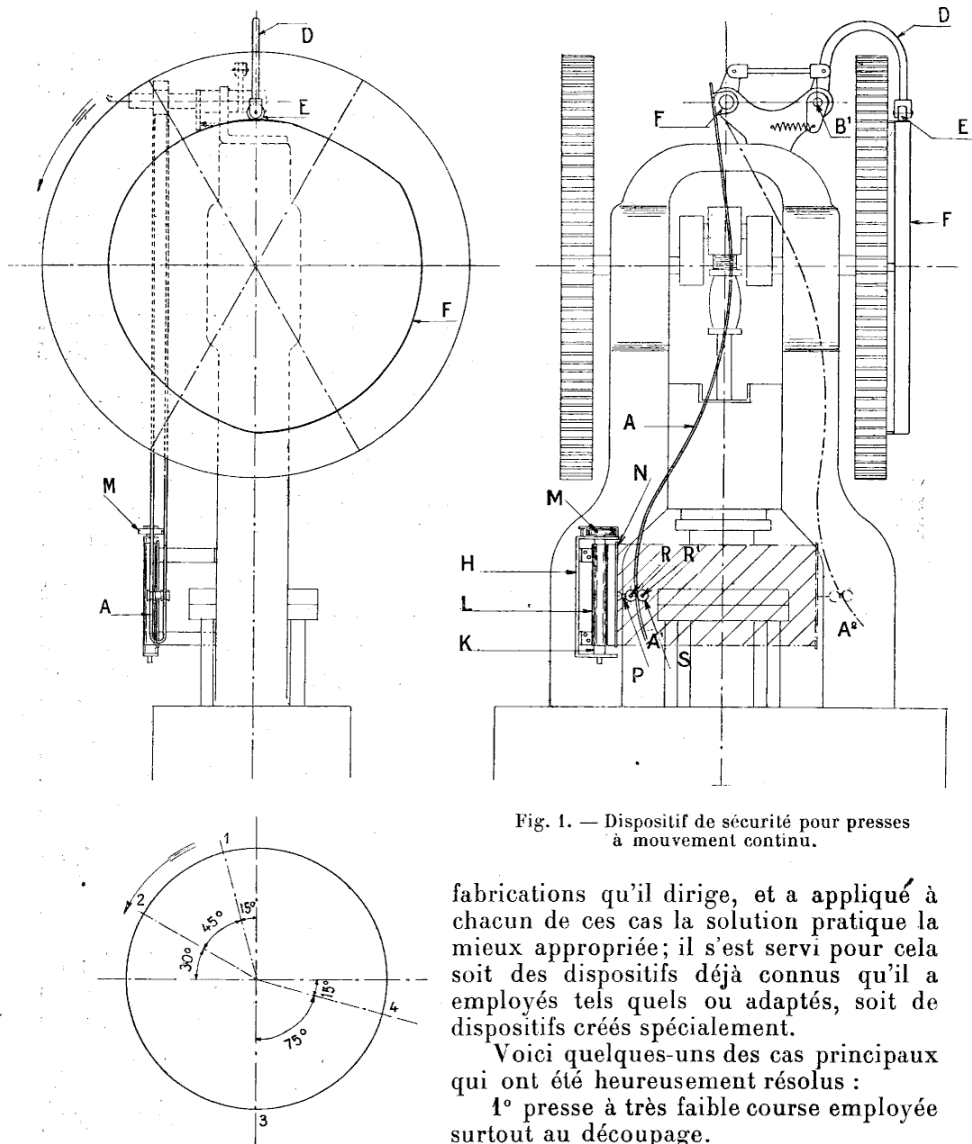


Fig. 1. — Dispositif de sécurité pour presses à mouvement continu.

fabrications qu'il dirige, et a appliqué à chacun de ces cas la solution pratique la mieux appropriée; il s'est servi pour cela soit des dispositifs déjà connus qu'il a employés tels quels ou adaptés, soit de dispositifs créés spécialement.

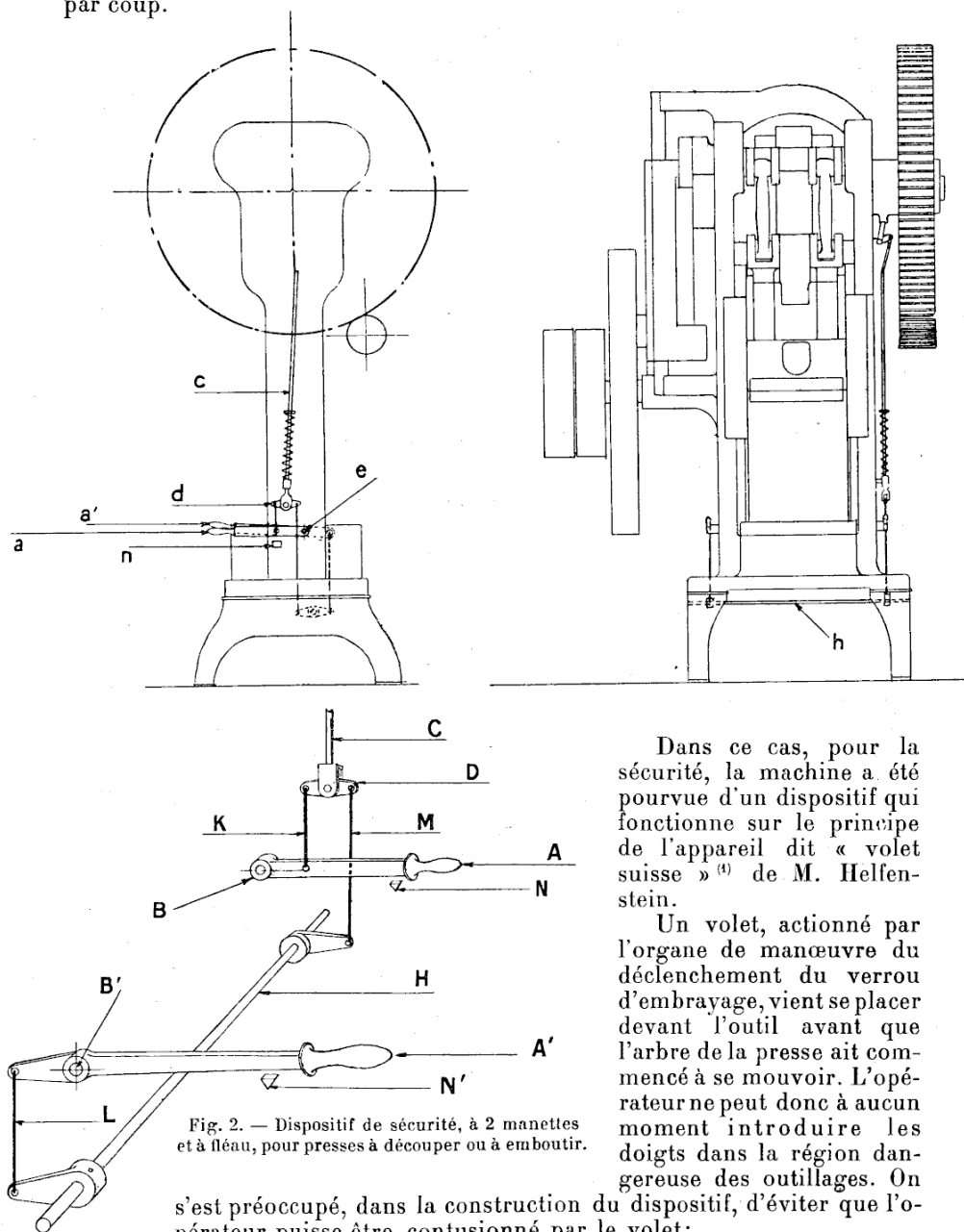
Voici quelques-uns des cas principaux qui ont été heureusement résolus :

1° presse à très faible course employée surtout au découpage.

Dans ce cas, l'outil a été construit de telle manière qu'il soit impossible à l'opérateur d'y introduire les doigts. Aucun appareil spécial n'a donc été nécessaire;

2° presse rapide employée à des travaux où il faut pouvoir placer ou

retirer le produit directement à la main, en faisant fonctionner la presse coup par coup.



Dans ce cas, pour la sécurité, la machine a été pourvue d'un dispositif qui fonctionne sur le principe de l'appareil dit « volet suisse »⁽¹⁾ de M. Helfenstein.

Un volet, actionné par l'organe de manœuvre du déclenchement du verrou d'embrayage, vient se placer devant l'outil avant que l'arbre de la presse ait commencé à se mouvoir. L'opérateur ne peut donc à aucun moment introduire les doigts dans la région dangereuse des outillages. On

(1) Cet appareil a été décrit dans le *Bulletin* de janvier 1926, p. 21.

3° presse à longue course à mouvement continu et alimentation directe à la main.

Dans ce cas, un écran à claire-voie dit chasse-main (fig. 1) se meut alternativement devant les outillages, d'un mouvement rythmé par l'arbre-manivelle au moyen de la came F et des organes A, C, D, E; et cela de telle manière que l'opérateur puisse alimenter commodément mais ne puisse pas introduire ou maintenir les mains entre les outils dans la période où ce serait dangereux. Comme dans le cas précédent, toutes précautions ont été prises pour que le chasse-main ne soit pas lui-même une cause possible d'accident;

4° presse à longue course travaillant coup par coup, avec alimentation directe à la main. Ce cas, qui est celui de nombreuses presses à emboutir, est parmi les plus complexes :

Depuis longtemps, on l'avait partiellement résolu en substituant au déclenchement par pédale le déclenchement au moyen de deux manettes; on admettait que l'opérateur, puisqu'il avait les deux mains occupées à déclencher l'embrayage, ne pourrait pas introduire ses doigts dans la région dangereuse.

Dans les premiers appareils réalisés, l'une des manettes qui déclenchait l'embrayage, ne pouvait être actionnée sans qu'on l'eût d'abord libérée au moyen de l'autre qui agissait sur un verrou. Si soignés que fussent ces appareils, il advint néanmoins que des opérateurs se blessèrent à la main actionnant le verrou, parce que cette main, libre plus tôt que l'autre, pouvait encore dans certains cas être introduite dans la région dangereuse.

Un grand progrès fut accompli par l'emploi du système à deux manettes et à fléau (fig. 2). Le principe de ce système est que le déclenchement de l'embrayage soit actionné par le milieu d'un fléau D dont les extrémités sont actionnées respectivement par les deux manettes A et A'.

La course nécessaire du milieu du fléau, et la course possible de chacune des manettes, sont telles que le déclenchement de l'embrayage ne puisse se produire que si les deux manettes sont manœuvrées simultanément et à fond.

Dans les machines à mouvement lent, cela n'a pas encore suffi, car il restait possible, sitôt le dispositif d'embrayage déclenché et l'arbre de la presse en mouvement, d'introduire les mains dans la zone dangereuse avant la fermeture des outils.

Le dispositif a donc été complété par un volet qui s'abaisse devant les outils avant que les mains de l'opérateur aient pu abandonner les manettes.

Pour obtenir la sécurité pratiquement complète sans réduire la productivité de la presse, il a fallu faire en sorte que celle-ci ne puisse donner qu'un seul coup pour chaque manœuvre des manettes.

Il a donc été nécessaire de créer, pour toutes les sortes de presses, des dispositifs propres à empêcher sûrement la répétition du coup, même si l'opérateur n'a pas lâché les manettes assez tôt.

De tels dispositifs devraient évidemment être partie intégrante de toutes les presses pouvant fonctionner en travail intermittent; or, la plupart des constructeurs en sont encore à considérer l'appareil à *coup unique* comme un accessoire que l'on ne fournit qu'exceptionnellement, sur demande expresse de l'acheteur.

Au cours de la visite des Ateliers de la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usine à Gaz, où fonctionnent les appareils de

M. Leroy, nous avons pu constater que ces appareils atteignent leur but; grâce au soin avec lequel ils ont été étudiés, et grâce aussi à la fermeté avec laquelle l'emploi en est imposé, les accidents aux opérateurs sont devenus extrêmement rares.

D'ailleurs les dispositifs employés sont l'objet de perfectionnements incessants, et aucune presse nouvelle n'est mise en service sans avoir été pourvue des dispositifs de sécurité appropriés à la machine et à ses conditions d'emploi.

Votre Comité des Arts mécaniques vous propose de remercier l'Association des Industriels de France contre les Accidents du Travail de son intéressante commination et de féliciter M. Octave Leroy des heureux dispositifs de sécurité qu'il a imaginés.

Le Rapporteur,

M.-J. ANDROUIN.

Lu et approuvé en séance publique du Conseil le 26 novembre 1927.

Rapport présenté par M. PAUL DUMANOIS, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur le *dynamomètre enregistreur* imaginé par M. GEORGES BONNET pour la mesure de la tension des commandes d'avions pendant le vol.

La détermination des efforts qui s'exercent sur les câbles de commande des gouvernes d'un avion, présente un intérêt considérable. En effet, de la valeur de cet effort dépend la fatigue du pilote, et l'on conçoit que si cet effort est exagéré, il peut en résulter au point de vue de la sécurité du pilotage, une fatigue anormale.

De plus, l'étude de la variation des efforts sur une gouverne, sans manœuvre de celle-ci, du fait de la réaction produite soit par les remous, soit par la manœuvre d'autres gouvernes, présente au point de vue analytique, des phénomènes aérodynamiques d'un intérêt considérable.

L'appareil enregistreur construit par la société Impar, conformément aux indications de M. l'Ingénieur de 1^{re} classe de l'Aéronautique Georges Bonnet, permet précisément d'enregistrer cet effort de tension. Il a l'avantage d'être d'un poids très léger, d'un montage facile sur les gouvernes et d'une précision suffisante.

Il permet d'enregistrer les efforts de tension qui s'exercent sur un câble souple mobile, suivant son propre parcours, aux points où ce câble subit des changements d'orientation sur des poulies de renvoi, l'appareil enregistreur restant fixe malgré les mouvements du câble et la longueur du trajet parcouru par celui-ci restant sensiblement invariable.

Le principe de l'appareil consiste (fig. 1) dans la mesure de la tension T du câble au moyen de l'effort F qu'il exerce sur la poulie de renvoi qui le guide lors d'un changement de direction. Cet effort est, en effet, proportionnel à la tension cherchée et il suffit que l'appareil ait été étalonné pour que la connaissance de cet effort donne immédiatement la grandeur de la tension à mesurer. (On néglige, bien entendu, les variations de tension subies par le câble de part et d'autre de la poulie de renvoi, du fait des frottements et de la raideur.)

Pratiquement, la poulie de renvoi à axe fixe située au point où l'on veut mesurer la tension du câble est remplacée par une poulie de renvoi identique mais dont l'axe O est supporté aux extrémités de deux petits leviers tournant à leur autre extrémité autour d'un axe fixe Ω par l'intermédiaire de deux petits roulements à billes (fig. 2).

L'effort que le câble tendu exerce sur la poulie et par son intermédiaire

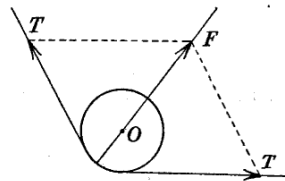


Fig. 1. — Principe de la mesure.

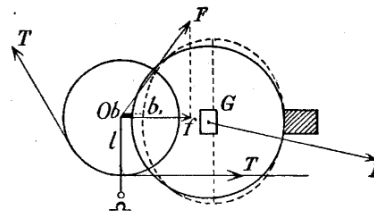


Fig. 2. — Schéma de l'appareil.

sur son axe mobile a tendance à faire pivoter cet axe mobile autour de l'axe fixe; la composante tangentielle f de l'effort ainsi exercé sur l'axe mobile O de la poulie, proportionnelle à la grandeur de la tension du câble à mesurer, est équilibrée par la réaction d'anneaux dynamométriques contre lesquels cet axe mobile est appuyé par l'intermédiaire de deux petites butées b fixées à ses extrémités, les parties diamétralement opposées aux points de contact

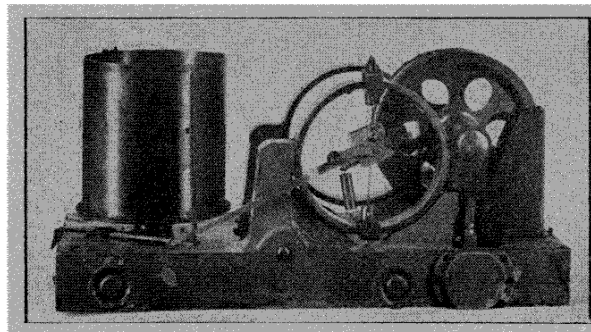


Fig. 3. — Vue d'ensemble du dynamomètre enregistreur Bonnet.

de ces butées sur les anneaux dynamométriques étant elles-mêmes fixées rigidement sur des supports fixes B placés sur le socle de l'appareil.

L'effort f exercé par l'axe mobile de la poulie de renvoi sur les anneaux dynamométriques se traduit par leur déformation élastique avec augmentation de leurs diamètres perpendiculaires à la ligne d'action de l'effort exercé; cette augmentation de diamètre

mesure la grandeur de cet effort et, par suite, la grandeur de la tension du câble.

Le dispositif d'enregistrement utilisé est constitué par un équipage mobile G , identique à celui qu'a imaginé M. Gourdou pour ses barographes.

Il y a lieu de remarquer que la déformation élastique subie par les anneaux dynamométriques sous l'effort auquel ils sont soumis se traduit par une diminution du diamètre de ces anneaux suivant la ligne d'action de cet effort extrêmement faible (de l'ordre du millimètre pour des efforts atteignant 100 kg sur l'appareil actuellement construit); cette déformation peut être considérée comme négligeable dès que la longueur du câble dont on mesure la tension dépasse la limite à partir de laquelle son allongement élastique

sous la tension à laquelle il est soumis est supérieur à la réduction du

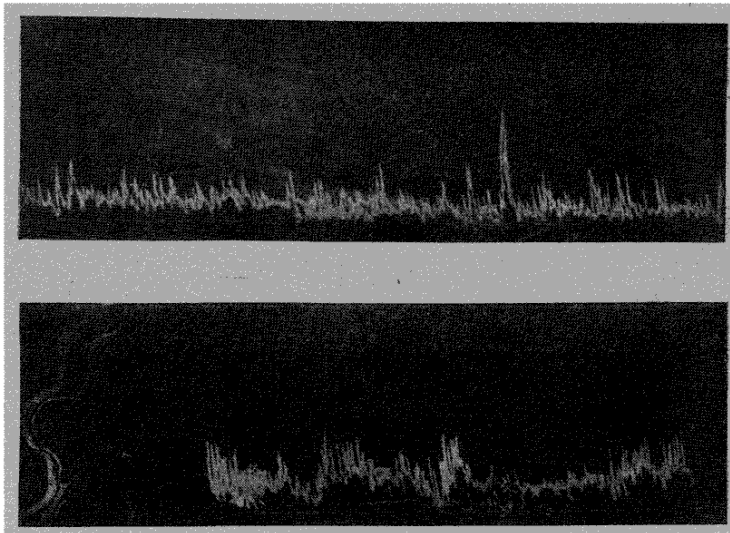


Fig. 4. — Diagrammes d'enregistrement obtenus au moyen du dynamomètre Bonnet monté sur un avion Farman.

diamètre des anneaux dynamométriques sous l'effort que cette tension leur fait subir. La figure 3 représente une vue d'ensemble de l'appareil.

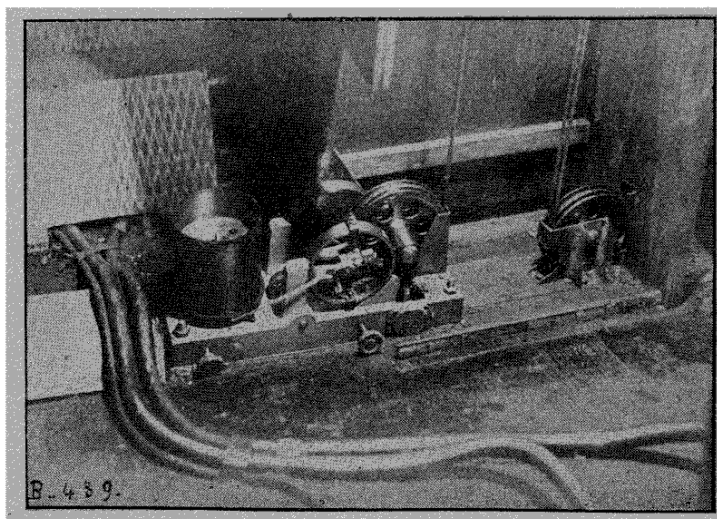


Fig. 3. — Vue d'ensemble du montage du dynamomètre Bonnet sur l'avion.

Le dynamomètre enregistreur actuellement construit a été conçu pour mesurer des tensions de câble atteignant 100 kg; il a été soumis au labora-

toire à des essais au cours desquels on a appliqué des tensions successivement croissantes puis décroissantes; les valeurs des indications enregistrées dans ces conditions ne diffèrent pas entre elles de plus de 3 kg pour des tensions appliquées égales; cet écart est d'ailleurs sensiblement indépendant de la valeur des tensions appliquées; il en résulte que la précision de l'appareil augmente avec l'importance de la tension mesurée et atteint environ 1,5 p. 100 pour la tension maxima de 100 kg.

L'appareil a été expérimenté sur un avion Farman F. 63 au cours de plusieurs vols pendant lesquels son fonctionnement a été satisfaisant; on a ainsi recueilli plusieurs diagrammes représentant (fig. 4) les tensions subies par les câbles de commande de gauchissement. La figure 5 donne une vue d'ensemble du montage de l'appareil sur l'avion.

Le Rapporteur,

PAUL DUMANOIS.

Lu et approuvé en séance publique du Conseil le 26 novembre 1927.

L'ASSOCIATION DES INDUSTRIELS DE FRANCE CONTRE LES ACCIDENTS DU TRAVAIL, SON BUT, SON ORGANISATION, SON FONCTIONNEMENT, SON HISTOIRE.

Les accidents du travail ont progressé d'une façon tellement inquiétante dans ces dernières années que l'attention de nos législateurs a été attirée sur ce point. Dans le débat parlementaire institué à l'occasion de la discussion du projet Gros sur la refonte de la loi du 9 avril 1898, il a été déclaré à la tribune de la Chambre des Députés qu'en 1925, le total des accidents du travail s'établissait à environ 2 millions de victimes soit, 7.000 accidents par jour dont 200 graves.

Cette question est donc une de celles qui doivent préoccuper le plus le monde industriel, et on ne sait vraiment pas de quoi il faut s'étonner le plus, de l'importance considérable de ce véritable fléau ou du peu d'émotion que manifestent à son sujet les intéressés, industriels employeurs, ouvriers, et l'opinion publique en général.

La prévention des accidents a cependant donné des résultats considérables lorsqu'elle a été appliquée avec soin et, dans certaines usines, on a pu constater une réduction du nombre des accidents dans la proportion de 7 à 1. Des associations ont été créées dans la plupart des pays industriels qui ont entrepris la lutte contre l'accident, et notamment en France.

Nature et but de l'Association des Industriels de France contre les Accidents du Travail. — Cette association a été fondée en 1883, par Émile Muller, sous l'inspiration d'un sentiment de haute philanthropie, en vue d'assurer aussi complètement que possible la sécurité du travail et la salubrité de l'atelier, elle sert donc l'intérêt commun des patrons et des ouvriers.

La législation française prescrit aux industriels de tenir leurs établissements dans le meilleur état possible au point de vue de la sécurité et de l'hygiène (Code du Travail). Elle fait peser sur eux la responsabilité pécuniaire de tout accident du travail (Loi du 9 avril 1898), et d'un certain nombre de maladies professionnelles (Loi du 25 octobre 1919). Elle les frappe d'une pénalité s'ils n'ont pas pris les mesures protectrices qui auraient pu éviter ces accidents.

Le chef d'industrie a donc tout intérêt à diminuer sa responsabilité pénale et pécuniaire. *Il est plus utile et moins coûteux d'éviter un accident que de le réparer.*

L'Association, ayant un but humanitaire, ne cherche pas à réaliser des bénéfices : toutes ses ressources sont employées à accroître ses moyens d'action. Les fonctions remplies par les membres du Comité exécutif et du Conseil de Direction sont entièrement gratuites.

Mode d'action. — L'action de l'Association s'exerce :

1° par les *visites de ses ingénieurs-inspecteurs* dans les usines et ateliers des adhérents, visites dans lesquelles ces techniciens donnent aux industriels tous les avis, conseils, renseignements qui sont de nature à augmenter la sécurité du travail (protection des organes dangereux des machines, des transmissions, moteurs, monte-charge, défense contre les risques d'incendie, d'éclatement de meules, volants, etc.) et à améliorer la salubrité de l'industrie (protection contre les poussières, gaz et vapeurs, suppression des fumées, des mauvaises odeurs, etc.). Ces visites sont suivies d'un rapport écrit. Les mesures conseillées à l'industriel revêtent, d'ailleurs, un caractère essentiellement pratique, c'est-à-dire que l'inspection s'applique à ne pas gêner le travail et à étudier des mesures efficaces et aussi peu onéreuses que possible;

2° par des publications diverses, bulletins périodiques, brochures, circulaires, qu'elle envoie à ses adhérents et qui leur donnent les renseignements techniques, administratifs, législatifs, judiciaires et statistiques les plus utiles;

3° par des affiches d'atelier destinées à être placardées dans les salles de travail afin de mettre constamment sous les yeux des contremaîtres et des ouvriers ce qu'il leur est recommandé et ce qui leur est défendu;

4° par des concours publics internationaux, avec prix pour la création ou l'amélioration de dispositifs de sécurité ou d'hygiène;

5° par la distribution annuelle de récompenses, sous formes de médailles et de diplômes, aux ouvriers, contremaîtres, ingénieurs ou directeurs d'usines qui se font remarquer par leur bonne volonté et leur initiative dans l'observation, l'application et la recherche des mesures protectrices;

6° l'Association recueille, enfin, et centralise les renseignements, les observations, les vœux de ses adhérents et se fait, au mieux de leurs droits et de leurs intérêts, leur interprète auprès des Pouvoirs publics dans les questions relatives à la législation et la réglementation du travail.

L'action de l'Association ne s'exerce ni sur les chaudières à vapeur, ni dans les mines et carrières, cas pour lesquels il existe une législation et des dispositions spéciales.

Services annexes. — L'Association a créé pour ceux de ses membres qui désirent en bénéficier :

1° un service de contrôle de chaînes et câbles exercé par des spécialistes éprouvés qui visitent périodiquement les appareils de levages tels que grues, ponts roulants, palans, monte-charge, ascenseurs, câbles tracteurs et porteurs;

2° un service de contrôle et vérification des installations électriques (projets d'installations, vérification d'isolement et contrôle de marche);

3° un service d'incendie assuré par un ex-capitaine-ingénieur des sapeurs-pompiers de Paris, pour l'étude des installations et le contrôle périodique de marche des appareils destinés à combattre l'incendie;

4° un service de conseil judiciaire confié à d'éminents spécialistes en vue de permettre à ses membres d'obtenir, à des conditions toutes spéciales, des consultations juridiques.

Avantages procurés. — On peut signaler, parmi les avantages que procure aux industriels leur adhésion à l'Association :

1° la diminution importante du nombre des accidents qui peuvent se produire;

2° la suppression, pour le chef de maison, de toute préoccupation, par suite de l'application des mesures préconisées en vue de la sécurité du personnel et de la salubrité de l'usine;

3° la création, en sa faveur, d'une présomption de prudence et de prévoyance, dont la justice lui tiendrait compte s'il survenait chez lui un accident;

4° la possibilité d'obtenir un taux plus réduit des primes d'assurance, par suite de la diminution des risques d'accident et de l'amélioration des conditions d'exploitation;

5° la facilité, pour l'industriel, de consulter, à tout instant et sans frais supplémentaires, l'Association sur toutes les questions qui sont de son ressort.

Importance de l'Association. — L'Association des Industriels de France contre les Accidents du Travail, reconnue d'utilité publique, compte aujourd'hui plus de 3.500 membres. Son action s'exerce dans toute la France, sauf en Normandie, où il existe une association semblable mais créée avant elle. Son développement progressif et continu est la meilleure preuve des services sans cesse croissants que l'Association rend à l'industrie.

Recrutement. — L'Association recrute ses membres principalement parmi les industriels. Les sociétaires adhérents paient une cotisation annuelle dont l'importance varie, avec le nombre moyen d'ouvriers occupés.

L'Association des Industriels de France a vu ses efforts sanctionnés par des résultats efficaces; elle voit augmenter tous les jours le nombre de ses adhérents. Les industriels qui y sont affiliés reçoivent régulièrement, grâce à la visite d'inspec-

tion des ingénieurs, visite suivie d'un rapport technique, grâce au bulletin périodique, aux affiches, aux notices et autres publications de l'Association, tous les conseils et renseignements utiles pour faire dans leurs ateliers la meilleure application des principes de la prévention des accidents qui est devenue une science qui progresse tous les jours en France et à l'étranger.

ANNEXES

TARIF DES COTISATIONS ANNUELLES DES INDUSTRIELS ADHÉRENTS.

NOMBRE D'OUVRIERS	COTISATION	NOMBRE D'OUVRIERS	COTISATION	NOMBRE D'OUVRIERS	COTISATION
1 à 20	50 fr	201 à 250	300 fr	701 à 800	700 fr
21 à 40	80 —	251 à 300	350 —	801 à 900	750 —
41 à 55	100 —	301 à 350	400 —	901 à 1.000	800 —
56 à 70	125 —	351 à 400	450 —	1.001 à 2.000	900 —
71 à 100	150 —	401 à 450	500 —	2.001 à 4.000	1.000 —
101 à 125	175 —	451 à 500	550 —	4.001 et au-dessus.	1.200 —
126 à 150	200 —	501 à 550	600 —		
151 à 200	250 —	551 à 700	650 —		

AFFICHES D'ATELIER PUBLIÉES PAR L'ASSOCIATION.

1. Instructions concernant les transmissions.
2. Instructions concernant la mise en marche et l'arrêt du moteur.
3. Instructions concernant les imprimeries.
4. Instructions concernant les batteurs.
5. Instructions concernant les meules en composition et les meules en grès.
6. Instructions concernant les monte-charges.
7. Instructions concernant les ateliers de constructions mécaniques.
8. Instructions concernant les cardes à coton.
9. Instructions concernant les cardes à laine.
10. Instructions concernant les métiers à tisser mécaniques.
11. Instructions concernant les scies circulaires.
12. Instructions concernant les métiers à filer automatiques.
13. Instructions concernant les sucreries.
14. Instructions concernant les bancs à broches.
15. Instructions concernant les installations électriques.
16. Instructions concernant les fabriques de papier.
17. Instructions concernant les secours à porter aux personnes foudroyées par suite d'un contact accidentel avec les conducteurs d'électricité.
18. Instructions pour les ouvriers occupés à la fabrication ou à la réparation des accumulateurs électriques.
19. Conseils pour éviter la tuberculose.
20. Conseils aux ouvriers au sujet de la maladie dite « charbon ».
21. Conseils aux ouvriers des industries qui emploient le mercure ou ses composés.
22. Premiers soins à donner, avant l'arrivée du médecin, en cas d'intoxication par l'oxyde de carbone.
23. Conseils aux ouvriers des industries qui emploient le plomb ou ses composés.
24. Premiers soins à donner en cas d'accident, avant l'arrivée du médecin.

AFFICHES ILLUSTRÉES EN COULEURS.

Danger de nettoyer les machines en mouvement.
Ne remontez pas à la main les courroies en marche.

NOTICES.

- | | |
|---|--|
| 1. Montage des courroies au moyen de la perche à crochet. | 6. Protection des yeux. |
| 2. Échelles pour accéder aux transmissions. | 7. Eau de boisson dans les ateliers. |
| 3. Meules artificielles. | 8. Conseils aux contremaîtres. |
| 4. Crochets porte-courroies. | 9. Prescriptions générales pour les installations de soudure autogène. |
| 5. Usage du couteau diviseur dans les scies circulaires. | 10. Précautions contre les dangers des courants électriques. |

DÉFENSES.

Défense d'entrer.	Défense de remonter à la main les courroies pendant la marche.
Défense de fumer.	Attention au monte-charge.
Défense de meuler sans lunettes.	
Défense de nettoyer en marche.	

LE BÉTON CELLULAIRE

par M. COLMET DAËGE, *membre du Conseil.*

Un ingénieur danois, M. Erik Christiani Bayer, a eu l'idée d'incorporer dans du mortier de ciment une certaine quantité d'air sous forme de bulles; on obtient ainsi un béton qu'on désigne sous le nom de béton cellulaire.

On commence par préparer le mortier dans une bétonnière ordinaire et on projette dans ce mortier une quantité convenable de mousse appropriée, pendant que la bétonnière continue à tourner; on coule ce mortier dans des moules en bois rectangulaires et on découpe les massifs ainsi obtenus avec une scie mécanique suivant que l'on désire des moellons, briques, dalles, etc.; on peut également couler ce mortier sur place dans des coffrages de toutes formes et de toutes dimensions.

La densité du béton cellulaire varie, suivant la quantité de mousse incorporée, entre 100 kg et 2.200 kg le mètre cube, poids du béton ordinaire.

Par suite de sa constitution même, le béton cellulaire a des propriétés tout à fait remarquables d'isolant contre la température et le bruit.

En diminuant la densité de ce produit, on augmente son pouvoir isolant, mais par contre on réduit sa résistance mécanique. On ne fabrique pratiquement que du béton cellulaire pesant de 200 kg à 1.200 kg le mètre cube suivant l'usage qui doit en être fait; au-dessous de 200 kg, la résistance mécanique est trop faible pour permettre des usages industriels; au-dessus de 1.200 kg, il ne présente plus un pouvoir isolant intéressant dans la pratique.

Le béton cellulaire est un isolant léger, incombustible, imputrescible; il est inaltérable et inattaquable par l'eau, l'humidité ou la vapeur; il n'est pas gélif; soumis à des températures élevées jusqu'à 1.000°, il reste inaltérable et garde ses qualités d'isolant.

Applications. — On voit dès lors les applications très intéressantes qui peuvent être faites de ce produit.

Pour isoler les chaudières ou les tuyaux de vapeur, le liège, le carbonate de magnésie, la kieselguhr, certains agglomérés, tout en étant des calorifuges de grande valeur, ont l'inconvénient soit d'être exposés à la putréfaction ou à la combustion, soit d'être détériorés sous l'influence de l'eau ou de l'humidité. Le béton cellulaire a donné pour cet usage d'excellents résultats dans plusieurs installations en Norvège et au Danemark; nous citerons notamment les chaudières des raffineries d'huile Valloe (Norvège) où, alors que la température des chaudières était de 150°, la température du béton cellulaire qui les recouvrait n'était que de 27°.

On a également utilisé ce béton dans de nombreuses installations de frigorifiques ou de chambres froides, notamment pour les brasseries. Comme isolant contre le bruit, plusieurs planchers ont été établis dans des hôpitaux, écoles et hôtels.

Dans les immeubles, son emploi est indiqué dans les pièces sous toiture pour éviter la chaleur ou dans les pièces que l'on veut isoler du bruit des pièces voisines.

Sur ce dernier point, nous indiquerons que l'on fabrique également du plâtre cellulaire dans les mêmes conditions que le béton et qui présente les mêmes propriétés isolantes; on l'emploie pour la confection de cloisons de séparation dans les immeubles ou bureaux, en installant des cloisons remarquablement insonores, quoique pouvant être d'une épaisseur moindre qu'avec le plâtre ordinaire.

Armé comme le béton, on peut fabriquer avec le béton cellulaire des dalles, qui, plus légères et plus isolantes, peuvent être employées dans les toitures; on les a utilisées pour des hangars d'aviation et pour une toiture de cinéma.

Pour les chaudières ou tuyaux de vapeur, le béton cellulaire est plus économique que les autres produits habituellement employés; au contraire, les moellons, briques, dalles en béton cellulaire sont plus onéreuses. Une étude doit donc être faite dans chaque cas suivant le but que l'on vise et les conditions dans lesquelles on se trouve. Pour cette étude, on peut s'adresser aux Établissements Christiani et Nielsen, 184, boulevard Saint-Germain à Paris, concessionnaires de ce procédé pour la France et ses colonies, et qui possèdent une usine de fabrication à Auber-villiers (Seine).

LE PREMIER CONGRÈS COMMERCIAL DE LA PRUNE
ET DU PRUNEAU
(Agen, 29-30 août 1927)

par M. GUY DE MONTARD, Ingénieur des Arts et Manufactures,
secrétaire général du Syndicat régional des Producteurs de la Prune d'Agen.

La culture du prunier d'Agen subit, depuis une trentaine d'années, une crise dont on peut estimer l'importance en comparant les productions de deux fortes années : 1900 et 1923; la récolte évaluée à 800.000 qu en 1900, n'était plus que de 225.000 qu en 1923. Les causes de cette décadence sont multiples. Le prunier est un arbre dont la production se fait attendre (de 16 à 25 ans suivant les terrains et l'exposition) et qui demande des soins annuels (taille soignée et au moins un sulfatage); la préparation de son fruit demande un outillage coûteux (fours ou étuves, claies) et un travail délicat (séchage, triage). Par suite du manque de main-d'œuvre et de conditions atmosphériques défavorables, le prunier a été très éprouvé par les maladies cryptogamiques : le pourridié des racines, le polypore, la rouille des feuilles, la tavelure des fruits, le rot (*Monilia cinerea*), l'*Exoascus pruni* (vulgairement pochettes ou cornichon de la prune). Les insectes ne l'ont pas davantage épargné : les invasions de fileuses (*hyponomeute* du prunier) et de chenilles vertes (*cheimatobies*) ont été les plus terribles; mais le ver cordonnier (larve de l'*hoplocampe* ou *mouche tenthrede*) et le ver du fruit (larve de *carpocapsa funebrana*) causent aussi de grandes pertes. Il a fallu faire de nouvelles dépenses et allonger la liste des travaux qu'il faut, en pays de polyculture, faire dans un temps très court avec un personnel trop restreint. Rendement lent, culture onéreuse, difficulté de protéger la récolte, tout cela décourageait les vieux cultivateurs du pays. Quant aux nouveaux venus, citadins enrichis ne connaissant rien à la culture, étrangers au pays, venant d'Italie, de Suisse ou de Pologne, comme propriétaires, métayers ou fermiers, ils étaient tous ennemis des pruniers, arbres aux récoltes irrégulières, dont la présence dans les champs et les vignes était un obstacle à la marche et à l'utilisation des machines. Beaucoup d'arbres ont été arrachés depuis 1919.

La prune est, pourtant, dans une importante partie du Sud-Ouest, plus qu'une richesse agricole : elle fait vivre un commerce et des industries. Comme en l'an IX, époque où Cl. Lamouroux dressait la statistique industrielle du Lot-et-Garonne, aujourd'hui encore, sans le travail des pruneaux, notre industrie locale serait bien pauvre. Sans citer beaucoup d'exemples, bornons-nous à constater que, depuis la décadence de notre culture, de nombreux ateliers de fabrications d'étuves se sont fermés.

Cependant, on n'a pas attaché à cette *crise du prunier* l'importance qu'elle méritait. C'est en 1926 seulement que s'est fondé un Syndicat régional des Producteurs de la Prune d'Agen dans le but de défendre la prune contre la concurrence de la prune étrangère et de stimuler à nouveau la culture.

Le 1^{er} Congrès commercial de la Prune et du Pruneau que les services commerciaux de la Compagnie des Chemins de fer de Paris à Orléans, sous l'active impulsion de M. Poher, viennent d'organiser à Agen, a permis de mettre au point certaines questions dont la solution est fort importante pour ce réveil de notre culture et de notre industrie régionales. Nous allons donner un bref aperçu de ses travaux, en insistant surtout sur ceux qui intéressent la prune à sécher et le pruneau.

Production de la prune. — C'est un exposé de M. POHER sur la *production mondiale* qui a ouvert la série des rapports. Dès la lecture de ce travail, notre faiblesse vis-à-vis de la Californie et de la Yougo-Slavie apparaît. Il faut aussi redouter la

concurrence prochaine de l'Australie, de l'Afrique du Sud et de la Nouvelle-Zélande. Ce rapport nous montre aussi les oscillations de notre production.

De toutes les prunes, c'est la prune d'Agen qui est la plus menacée. M. Campan voudrait qu'on remît en honneur deux variétés aujourd'hui abandonnées et qu'on retrouve, paraît-il en Californie, la *Double Robe* et l'*Impériale Épineuse*. Dans la discussion, nous apprenons que, si ces prunes sont délaissées chez nous, c'est qu'elles y ont donné bien des déboires (rendements trop irréguliers ou trop forts déchets à la cuisson).

Sur tous les centres de production de la prune, des rapports sont présentés. Partout, même abondante documentation, même souci de suggestions utiles. Ici, on nous conseille d'essayer la variété *Cœur de Bœuf* ou *Goliath*; là on nous cite l'exemple si suggestif de ce Syndicat de Producteurs de Prunes de Carcassonne dont les 43 membres ont su, en 1926, expédier avec succès 85.800 t de fruits verts.

La production de la prune en Californie a fait l'objet d'un rapport très documenté de M. NAISSANT. La Californie possède 80.000 ha plantés en pruniers; les états voisins d'Oregon et Washington 23.000. On prévoit une augmentation de ces plantations. La récolte est évaluée pour 1927 à 195.000 t. On compte que, d'ici 5 ans, la production se sera accrue de 25 p. 100. Ce rapport fournit les renseignements les plus précieux tant sur la culture des arbres que sur la préparation des fruits.

C'est M. BORDENEUVE qui a étudié de façon fort intéressante la production de la *Yougo-Slavie*. C'est un producteur puissant; mais, heureusement pour le cultivateur français, les 2/3 de la production sont employés sur place pour la confection d'une espèce d'eau-de-vie, et 1/3 est encore transformé en marmelade. Peu de frais y sont faits pour la culture qui connaît peu d'ennemis et jouit de tous les encouragements du gouvernement. L'organisation des marchés est à retenir par les garanties que l'acheteur a de trouver une qualité « loyale et marchande ».

Culture. — Remarquables rapports de M. LIÈVRE sur la production des plants, le greffage, les résultats du surgreffage; de M. MAHOUX sur la taille; de M. GODILLAC sur la fumure; de M. GUITTONNEAU sur la nouvelle étude biologique des sols.

Le Dr. FEYTAUD rappelle les procédés de lutte contre les insectes du prunier et insiste sur la difficulté de combattre le *ver cordonnier*. Un assistant, M. FOURNIER déclare que les dégâts de cette larve sont presque nuls dans son verger depuis qu'il y a installé des ruches. Le rôle des abeilles dans la fécondation des fleurs a été, d'autre part, reconnu très favorable en Californie.

Le savant professeur M. DUCOMET a fait une très claire conférence sur les maladies du prunier. Certaines (*pourridié*, *polypore*) sont incurables mais on peut prolonger la vie de l'arbre qui en est atteint. Le *monilia*, la *tavelure*, la *rouille* peuvent être combattus par les traitements cupriques dont les dates d'application, le mode opératoire, les proportions sont détaillés. Mlle GODINEAU indique ensuite les résultats des traitements expérimentés contre l'*exoascus pruni*.

MM. WILLAUME et TROUVELOT ont parlé longuement des bouillies anticryptogamiques et insecticides et du choix des appareils.

Préparation. — Pour la prune verte, M. POHER et un délégué des mandataires aux Halles ont insisté sur l'importance de la présentation et le rôle des emballages. M. SIGMANN a parlé de l'utilisation du froid.

Prunes sèches. — M. GRUELLES a montré combien était délicate, minutieuse même, la préparation du pruneau au four et à l'étuve. J'ai étudié le fonctionnement de l'étuve : on lui a reproché autrefois de « cuire » la prune. En réalité, il faut reconnaître que cette cuisson « à l'étouffée », ne peut pas être condamnée *a priori* et, très probablement l'arôme et la couleur du pruneau d'Agen sont dus en partie à cette préparation en milieu humide. Mais ce n'est pas une raison pour ne pas essayer l'évaporateur américain ou une adaptation française de cet évaporateur. En tout cas, il ne faut pas oublier que les Américains font précéder le passage des fruits

à l'évaporateur d'un traitement chimique totalement inconnu en France et qui paraît fort délicat à mettre au point.

Manipulations chez les commerçants. — Les questions de triage, emballage, vente, conservation ont été traitées assez brièvement par des négociants.

Spécialités. — M. BRÉHIER a parlé du rôle de la *pulperie* qui, à notre avis, pourrait rendre beaucoup de services. M. FLOUCH a, très sommairement, traité la question des *pruneaux fourrés*.

Vœux. — Des vœux ont été formulés : élévation des droits de douane, intensification des écoles de taille, propagande pour la plantation en vergers, mesures contre la fraude des insecticides et anticryptogamiques, envoi d'une commission d'étude en Californie, etc.

Conclusions. — Selon nous, le Congrès laisse l'impression que, si la prune verte a devant elle des débouchés assez sûrs et des perspectives encourageantes, la prune sèche, le pruneau, a un avenir beaucoup plus sombre : la concurrence de pays neufs, bien organisés, où les cultivateurs sont soutenus par leurs gouvernements, est bien redoutable pour nos pruniculteurs.

Il semble cependant que nous ne devons pas laisser disparaître une source de richesse comme la prune d'Agen. Impuissants à « faire la quantité » il faut conserver à notre prune une réputation de « produit de qualité » de choix, de « crû ».

C'est je crois, la tâche du Syndicat régional des Producteurs de la Prune d'Agen de tirer les conclusions pratiques de ce congrès. Il faut :

1° continuer la lutte contre la fraude (mélange des prunes d'Agen et des prunes étrangères) en demandant l'application de la loi du 11 juillet 1906;

2° persister dans les démarches auprès des Pouvoirs publics pour obtenir l'élévation des droits de douane;

3° donner les directives suivantes :

a) plantations nouvelles : adopter résolument la disposition en vergers, faire du surgreffage, multiplier les traitements;

b) plantations anciennes en plein champ ou dans les vignes : faire les labours des arbres tous les ans, surveiller la taille, faire tous les traitements que permet la nature des cultures faites entre les pruniers;

4° d'accord avec l'Office agricole ou les offices agricoles des départements intéressés et les syndicats de négociants, essayer de tirer parti des suggestions ou des études du Congrès sur les trois points suivants :

a) possibilité d'adopter des variétés nouvelles;

b) propagande (tracts, subventions, primes, etc.) pour les traitements;

c) essais d'évaporateurs avec ou sans traitement préalable aux lessives alcalines.

C'est assurément un programme assez délicat, d'application difficile dans un pays où l'individualisme est tenace. C'est pourtant à un effort discipliné, à des directives générales et non à des efforts dispersés, à des impulsions désordonnées qu'on peut demander le relèvement d'une culture qui fut une source de richesse et doit rester un élément important de prospérité dans notre Sud-Ouest.

IX^e CONGRÈS NATIONAL DE LA NATALITÉ ET DES FAMILLES NOMBREUSES

(Toulouse, 29 septembre-1^{er} octobre 1927)

par M. GEORGES RISLER, *membre du Conseil de la Société d'Encouragement,*
président du Musée social.

Le 9^e Congrès national de la Natalité a tenu ses assises à Toulouse du 29 septembre au 1^{er} octobre au cœur même d'une des régions particulièrement en proie au fléau de la dénatalité.

La dépopulation qui sévit depuis longtemps déjà dans tout le bassin de la Garonne et notamment dans les départements du Gers, de la Haute-Garonne, et du Lot-et-Garonne, a fortement influé sur le choix qu'ont fait de la grande capitale du Sud-Ouest ceux qui se sont donné pour tâche de semer la bonne parole. Nulle part il n'était plus utile de multiplier les efforts pour faire comprendre l'importance qui s'attache à l'accroissement du nombre des naissances dans un pays comme le nôtre, saigné à blanc par la plus épouvantable des guerres, et qui, pour se relever, a, par-dessus tout, besoin des forces jeunes qui lui font défaut.

L'immigration massive d'éléments italiens et espagnols, en différents points du territoire où la culture du sol a été complètement abandonnée, a pris, depuis quelque temps, une importance toute particulière dans le Sud-Ouest et elle n'est pas sans danger. Un effort énergique s'imposait pour montrer aux aimables et heureuses populations de cette province, dotée par la Providence de ses dons les plus précieux vers quel abîme elles entraînent notre patrie par le culte de l'enfant unique.

Les congressistes ont reçu un accueil en tous points charmant; les réceptions ont été chaleureuses et somptueuses et le Congrès a obtenu un très grand succès.

La Municipalité a tenu à marquer, dès le premier jour, l'intérêt qu'elle portait à une telle manifestation en faisant aux congressistes les honneurs d'une réception très cordiale dans la salle des Illustres du Capitole.

Le Congrès a été organisé par M. Vieuille et par la Chambre de Commerce de Toulouse qui avait mis à sa disposition les plus beaux locaux de son superbe immeuble.

En l'absence de M. Auguste Isaac, cruellement frappé par la mort d'un de ses fils, le signataire de ces lignes a été appelé à présider le Congrès.

Les séances furent suivies par un nombreux public comprenant quelques parlementaires, le président M. Kempf et quelques-uns de ses collègues de la Chambre de Commerce de Paris, et des présidents et membres des chambres de commerce de la région.

Au cours de la première assemblée plénière, M. Vieuille, secrétaire général, a donné lecture d'une importante communication de M. A. ISAAC, dénonçant la vigoureuse *offensive malthusienne* qui s'était produite, un mois auparavant, à un Congrès dit « de la population mondiale » convoqué à Genève par des médecins américains, anglais et allemands.

Heureusement, quelques-uns de nos amis, prévenus à temps, s'étaient joints à M. Isaac et à nous et l'opposition des délégués français, belges, suisses, etc., aux doctrines de mort qu'avaient l'intention de préconiser officiellement les dirigeants de cette manifestation, a fait reculer les docteurs étrangers.

La conspiration néo-malthusienne a pu ainsi non seulement être victorieusement enrayée, mais, pour prévenir le retour de semblables attaques, un organisme international a été créé afin de s'opposer désormais aux campagnes de cette nature. Telle est la tâche dorénavant confiée au comité international « Pour la Vie et la Famille »

dans lequel les États-Unis, l'Angleterre, la Belgique, la Suisse, l'Allemagne, l'Espagne et l'Italie sont représentés, et qui vient d'inaugurer ses travaux.

M. Isaac s'élevait en outre contre la littérature pornographique qui encourage le néo-malthusianisme et contre l'inertie des pouvoirs publics qui ne répriment pas ces véritables attentats contre les honnêtes gens et contre leurs enfants.

Fort heureusement, avons-nous constaté à notre tour dans notre discours d'ouverture, l'état d'esprit de l'opinion publique à l'égard des familles nombreuses se modifie de jour en jour de la façon la plus favorable. C'est là, à n'en pas douter, le résultat des efforts poursuivis tant par le Conseil supérieur de la Natalité qu'au sein de groupements tels que l'Alliance nationale pour l'Accroissement de la Population, la Ligue pour la Vie, et les nombreuses associations de familles nombreuses. Les réformes déjà réalisées doivent être poursuivies. Il est particulièrement nécessaire de s'attacher au développement des naturalisations d'éléments désirables parmi les trois millions d'étrangers installés en France, d'avoir enfin une politique du logement à l'intention des familles nombreuses, de conjurer le péril de la tuberculose, conséquence du taudis, et de protéger l'enfance aussi bien au point de vue moral que physique.

Tel fut, de la manière la plus succincte, le thème du discours d'ouverture du Congrès qu'il serait trop long de détailler ici.

Les travaux des sections commencèrent immédiatement et donnèrent lieu à la présentation de rapports importants de la part de personnalités particulièrement averties des problèmes qu'elles avaient à traiter.

La Section de Législation, que présidait le président du Congrès, entendit une communication du plus haut intérêt de M. F. BOVERAT, sur le *régime fiscal des naturalisations* et un autre sur les *primes à la natalité*; de M. LAMBERT, député du Rhône, sur la *naturalisation des étrangers*, sujet qu'il avait traité au Parlement, et de M. LEFAS, député et secrétaire général du Conseil supérieur de la Natalité, sur *l'aide à la famille par les départements et les communes*.

Il était naturel que la région choisie par les organisateurs du Congrès pour la tenue de leurs assises fit l'objet d'une étude toute spéciale et complète au point de vue de la natalité. Ce fut l'objet d'une des plus importantes séances de la Section d'Hygiène et de l'Habitation.

Une communication d'un très vif intérêt fut présentée à ce sujet par M. HUBERT LAGARDELLE, secrétaire général de l'Assemblée régionale professionnelle, sur le *dépeuplement de la région toulousaine*, ses causes morales et sociales.

M. BONVOISIN, directeur du Comité central des Allocations familiales, exposa d'une manière fort intéressante le *fonctionnement des caisses de compensation* et de leurs œuvres annexes, de plus en plus importantes dans la région du Sud-Ouest.

Les principes de la *propagande nataliste* ont été exposés de la manière la plus remarquable par M. P. HAURY, membre du Conseil d'Administration de l'Alliance nationale pour l'Accroissement de la Population française, qui a parlé de l'organisation de l'enseignement démographique, et par M. VIEUILLE, secrétaire général du Congrès, qui a présenté un rapport très documenté sur *la méthode et les moyens de propagande contre le malthusianisme* dans les milieux populaires.

La Section d'Hygiène et de l'Habitation, que nous avons l'honneur de présider comme d'ordinaire, a entendu une communication particulièrement frappante de M. le Dr COUGOLE, Inspecteur départemental de l'Assistance publique, sur *les causes de l'insuffisance de la natalité et de l'excès de la mortalité en France* et en particulier dans la région du Sud-Ouest, ainsi qu'un rapport absolument magistral de M. le Dr AUDEBERT sur *l'avortement et ses conséquences physiques et morales*.

M. VIEUILLE a exposé la question du *logement rural* dans ses rapports avec la désertion des campagnes, et nous avons présenté, de notre côté, comme on veut bien nous le demander chaque année, un rapport sur le *fonctionnement des sociétés d'habitations à bon marché*, les offices publics et la politique gouvernementale en matière d'habitation. Malheureusement, les renseignements que nous avons eu à fournir ne sont pas tels que nous les aurions désirés. La politique du logement, qui

a une importance capitale au regard du problème de la natalité, n'a reçu au cours de l'année 1926 aucune des solutions susceptibles d'apporter une amélioration profonde à l'état de choses actuel, qui demeure déplorable. Il y a encore trop de taudis, trop de familles condamnées à vivre en garnis dans la promiscuité la plus déplorable. Or, de telles conditions d'habitat s'opposent au premier chef au développement de la natalité.

Pour y pallier, seuls les offices publics d'habitations à bon marché, en tant qu'organismes publics, peuvent, tant bien que mal en se débattant au milieu des formalités administratives, arriver à construire. Mais l'effort de la plupart des sociétés d'habitations à bon marché est complètement arrêté par le coût élevé de la construction et les charges qui pèsent sur elles. Ce n'est pas le côté le moins angoissant du problème de la natalité.

La dernière séance du Congrès fut, à notre demande, présidée par M. FRANÇOIS-MARSAL, sénateur, qui présenta, avec son beau talent habituel, des considérations intéressantes sur *la natalité et les pouvoirs publics*, insistant sur la part considérable qui revient à l'initiative privée dans les améliorations apportées au sort de la famille nombreuse.

Le Ministre, retenu, s'était fait représenter à la séance de clôture par son très distingué chef de cabinet, M. Douarche, si compétent dans toutes les questions sociales et si soucieux de leur développement. D'importants discours furent prononcés à cette occasion par M. COUROULEAU, président de la Chambre de Commerce de la Haute-Garonne, par M. DOUARCHE et M. FRANÇOIS-MARSAL, qui, tous deux, furent particulièrement éloquents.

Entre temps, et à l'occasion du Congrès, deux conférences publiques avaient été données, l'une par MGR CHAPTAL, sur *l'état moral et matériel des étrangers en France*, l'autre par nous-même, sur *le suffrage familial et le suffrage féminin* qui ne peuvent être séparés. L'une et l'autre avaient réuni un nombreux auditoire.

En même temps que le Congrès lui-même, avaient lieu la Conférence des Associations de Familles nombreuses et celle des Commissions départementales de la Natalité. Fait très rare : les résolutions adoptées par ces conférences, délibérant séparément en dehors du Congrès et en même temps que ses Sections, se sont trouvées identiques. L'unanimité est donc réalisée parmi ceux qui veulent remplir le devoir patriotique le plus impérieux de l'heure présente, qui est de donner des enfants à la France. C'est là un symptôme exceptionnellement favorable en faveur des résultats à attendre de semblables manifestations.

Le Sud-Ouest malthusien a été alerté. Puisse-t-il désormais donner moins d'importance à ce qu'on appelle la politique, mais mettre en bon rang dans ses préoccupations les importants problèmes moraux et matériels dont la solution importe pour arrêter la dépopulation qui le mine. Le salut de la patrie l'exige.

COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE DU 5 NOVEMBRE 1927

Présidence de M. SAUVAGE, *président*.

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 22 octobre 1927 est adopté.

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

M. PLANÈS (Eugène) (*), directeur de la Manufacture nationale des Gobelins, 42, avenue des Gobelins, Paris (13^e) présenté par M. M. Magne et M. Ferrand.

M. SAUPIQUE (Georges) (*), sculpteur, membre du Jury à l'Exposition des Arts décoratifs de Paris de 1925, 105, rue Notre-Dame-des-Champs, Paris (6^e), présenté par M. M. Magne et M. E. Lemaire.

M. ARBEL (Lucien) (*), Ingénieur des Arts et Manufactures, maître de forges, président de la Société des Fours à Coke de Douai et de la Société de Location de Vagons de grande Capacité, 4, avenue d'Eylau, Paris (16^e), présenté par MM. Sauvage et de Fréminville.

M. SAUVAGE, *président*. — J'ai le très vif regret de vous annoncer la mort subite d'un de nos collègues du Conseil, M. FERDINAND ROY, qui était des nôtres depuis 1913 au titre du Comité de Commerce, et qui avait été appelé à la vice-présidence au commencement de cette année.

M. Ferdinand Roy, qui appartenait à l'industrie cotonnière par ses origines, avait su y prendre une place considérable. Il était estimé et aimé dans les milieux industriels. Il était vice-président du Comité consultatif des Arts et Manufactures, membre de la Commission supérieure du Travail et du Conseil supérieur de la Main-d'Œuvre, président de l'Union des Syndicats patronaux des Industries textiles de France, dont il fut un des fondateurs en 1901 et où il avait succédé en 1925 à M. Carmichaël qui fut, lui aussi, membre de notre Conseil. Il avait été président de l'Association cotonnière coloniale, dont son père avait été un des fondateurs. Il était officier de la Légion d'honneur. Aussi dévoué à sa corporation qu'aux œuvres d'intérêt général, il laisse le souvenir d'un homme de devoir, universellement regretté de tous ceux qui l'ont connu.

Nous adressons notre sympathie émue à la famille de notre très regretté collègue.

M. SAUVAGE, *président*. — M. CONSTANTINESCU, qui a été récemment nommé membre à vie de notre Société, nous a envoyé 100 fr pour notre Bulletin en même temps que sa cotisation. Nous l'en remercions très vivement.

J'ai eu le plaisir de représenter la Société d'Encouragement au Cinquantenaire de la fondation de la Société industrielle de Fourmies et de sa Région,

qui a été célébré le 10 septembre 1927. On trouvera dans un prochain numéro de notre Bulletin le compte rendu détaillé de cette manifestation qui a remporté un très grand succès ⁽¹⁾.

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

M. HITIER présente les ouvrages suivants :

Nouveaux parfums synthétiques, par R.-M. GATTEFOSSÉ. 2^e éd. rev. et aug. Paris, Desforges, Girardot et C^{ie}, 29, quai des Grands-Augustins (6^e), 1927;

Les parfums. Chimie et industrie, par Paul JEANCARD. (Encyc. de chimie ind.). Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, r. Hautefeuille (6^e), 1927;

Dépôts métalliques directs et indirects, par M. GASNIER. (Encyc. minière et métall.). Paris, J.-B. Baillière et fils, 1927;

L'industrie sucrière de France. C. R. de la Section indust. du Groupement pour le Commerce et l'Industrie. Paris, Éd. de l'Action ind. et comm., 5, r. des Italiens (9^e), 1927;

La galvanisation à chaud, par Ch. KLUYTMANS. (Bibl. de l'Usine). Paris, Éd. de « L'Usine », 15, r. Bleue, 1927;

Protection des métaux contre la corrosion, par M. G. DE LATTRE. (Bibl. de l'Usine). Paris, Éd. de « L'Usine », 1927;

La France des cinq parties du monde, par Octave HOMBERG. Paris. Libr. Plon, 8, r. Garancière (6^e), 1927;

Utilisation rationnelle des combustibles. Distillation des combustibles à basse température, par R. COUREAU et Henri BESSON. Paris, G. Doin et C^{ie}, 8, pl. de l'Odéon (6^e), 1928;

L'utilisation des palmiers d'Indochine dans le commerce et l'industrie des cannes et des parapluies, par Georges NOACHOVITCH. (Ex. Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale, vol. IV, n^o 38, 31 oct. 1924). Paris, Labor. d'Agronomie coloniale (au Muséum), 57, r. Cuvier (Don de l'auteur);

Traité scientifique et industriel des plantes textiles. Les kapotiers et succédanés. Culture et exploitation, par Félicien MICHOTTE. Paris, Soc. de propagande coloniale, 45, av. Trudaine, 1927;

Où en est la question des cuirs coloniaux. Notes sur Madagascar et les peaux de ses bovidés, par Henri BOULANGER. (Le Cuir, n^o 233 à 239 (9-17 oct. 1927). Paris, 54, r. de Bondy (10^e).

M. DE FRÉMINVILLE, présente les ouvrages suivants :

La participation aux bénéfices. Exposé des différentes méthodes adoptées pouvant servir de guide pratique pour l'application du régime, par Albert TROMBERT. 3^e éd. Paris, Lib. Chaix, 20, r. Bergère, 1924 (Don de l'auteur);

Traité pratique sur la construction du moteur à explosions, par R. BARDIN. 2^e éd. revue et aug. Paris, Desforges, Girardot et C^{ie}, 1927;

Les moteurs d'embarcations. Guide pratique des réparations de moteurs à explosion, raisonnées sur une théorie approchée de ces moteurs, par A. GROUSSET. Paris, Desforges, Girardot et C^{ie}, 1927;

La perspective rapide dans le dessin industriel. Perspective cavalière axométrique et isométrique, par L. LABALETTE. Paris, Desforges, Girardot et C^{ie}, 1927;

Transformateurs de puissance. Calculs, constructions, applications industrielles. Bobines d'inductance, par Marcel MATHIEU. (Nouv. encyc. électromécanique, n^o 1). Paris, Albert Blanchard, 3 bis, pl. de la Sorbonne (5^e), 1927;

(1) Voir le Bulletin de novembre 1927, p. 743 et 744. Voir aussi le présent Bulletin, p. 810.

Accumulateurs électriques, par A. CASTEX. (Bibl. de l'Ing. élec.-mécanicien). Paris, Albin Michel, 22, r. Huygens (14°);

Modes spéciaux de traction électrique à courant continu, par L. BARBILLION (Bibl. de l'Ing. élec.-mécanicien). Paris, A. Michel;

Interrupteurs et disjoncteurs dans l'huile, par Pierre PAGNON et L. BARBILLION. (Bibl. de l'Ing. élec.-mécanicien). Paris, A. Michel;

La mesure des débits et l'aménagement des usines hydrauliques, par E. MONTAGNÉ et L. BARBILLION. (Bib. de l'Ing. élec.-mécanicien). Paris, A. Michel;

Chaudières et condenseurs, par le Colonel F. CORDIER. 2° éd., corr. et aug. Paris, G. Doin et C^{ie}, 1927 (Don de l'auteur);

Groupe des Industries métallurgiques, mécaniques et connexes de la Région parisienne. — Enquête sur les taux horaires des salaires. Travaux payés à l'heure. Travaux payés aux pièces. Janvier-février 1927. 7° éd. Paris, 106, r. Lauriston (16°), 1927;

Groupe des Industries métallurgiques, mécaniques et connexes de la Région parisienne. — Variations comparées des salaires et du coût de la vie. Industries du métal. Région parisienne, 1920-1927. Paris, 1927;

Cela vaut-il la peine de s'occuper de la méthode Taylor? Clermont-Ferrand, Michelin et C^{ie}, 1927;

Prosperité, ou Sam et François. Clermont-Ferrand, Michelin et C^{ie}, 1927.

Œuvres sociales de Michelin et C^{ie}. Clermont-Ferrand, Michelin et C^{ie}, 1927;

Étude sur les origines du nickel en France à l'occasion de la « Semaine du Nickel », Paris, 16-27 octobre 1927. Historique de l'introduction de l'industrie du nickel en France (16 oct. 1876), par Édouard MARBEAU. Paris, le Ferro-Nickel, 29 bis, r. des Francs-Bourgeois (4°) (Don de l'auteur, m. de la Soc.);

Laboratoire fédéral d'Essai des Matériaux annexé à l'École polytechnique fédérale de Zurich. — Diskussionsbericht n° 8 : Die Druckelastizität des Mörtels und des Betons. — Das elastische Verhalten von ausgeführten Beton- und Eisenbeton Bauwerken. Zurich, 1925;

Diskussionsbericht n° 11 : Theorie und Praxis der autogen Schweissung. Zurich, 1926;

Diskussionsbericht n° 12 : Ueber elektrisch und autogen geschweisste Konstruktionen Zurich, 1926;

M. Georges NOACHOVITCH, Ingénieur agronome, chargé de la direction des Travaux pratiques sur les Matières premières à l'Institut national d'Agronomie coloniale, fait une communication sur *la normalisation des matières premières coloniales, ses rapports avec la mise en valeur de nos colonies et avec la défense nationale*, et présente de nombreux échantillons de matières premières originaires de nos colonies ou de colonies étrangères.

La mise en valeur de nos colonies est fonction de nombreux facteurs, dont certains n'ont pas encore été l'objet d'une attention suffisante.

Alors même que la conduite des cultures a atteint un degré suffisant de perfection, que, par le développement des cultures vivrières et des mesures d'hygiène on s'est assuré une main-d'œuvre dont on peut exiger un rendement normal, que les moyens de transport nécessaires ont été créés, il manque encore trop souvent à nos matières premières coloniales une qualité primordiale : être strictement appropriées aux besoins des industries consommatrices.

Or, ce que celles-ci demandent avant tout, ce sont des matières premières homo-

gènes, appartenant à une catégorie nettement déterminée; non seulement propres, mais parfaitement exemptes de tout mélange. En outre, beaucoup de produits ressortissant à un groupe donné — c'est le cas, notamment, des rotins, des gommés, des résines, etc. — sont utilisés pour toute une série d'industries dont les besoins sont très différents de l'une à l'autre, mais varient, pour chacune d'elles, entre des limites très rapprochées, ce qui rend indispensable, à partir du produit tout-venant, un classement extrêmement rigoureux des sortes et qualités, préalablement à leur présentation aux industriels.

Toute infraction à cette normalisation entraîne une dépréciation considérable des produits, leur enlève même souvent toute valeur marchande. Mieux vaut exporter un produit de qualité moyenne, voire médiocre, mais bien définie, que de tolérer des mélanges de types, même supérieurs. Les inconvénients de telles infractions sont déjà très vifs pour les produits de culture; pour les produits de cueillette, le nettoyage et le triage deviennent de véritables industries dont dépend étroitement la possibilité d'exportation de ces produits; la vente de ces matières premières se ralentit, parfois jusqu'à l'extinction (sans parler du discrédit qui rejaillit sur tous les produits de la même origine), faute d'une normalisation strictement conduite, alors que la concurrence étrangère y veille généralement avec le soin le plus rigoureux.

Souvent, le tri ⁽¹⁾ des productions de nos colonies est entièrement effectué dans des pays voisins, auxquels nous les rachetons ensuite, en devises et sous des dénominations étrangères.

C'est ainsi qu'en Indochine croissent de nombreuses espèces de **rotins** (*Calamus*), mais ceux-ci ne sont guère utilisés que par des industries locales; les « **joncs-malaccas** » (*Calamus Scipionum* Loureiro) ainsi que les « **luis** » ou « **faux-lauriers** » (*Rhapis cochinchinensis* Martius), dont on fait des cannes de promenade appréciées ⁽²⁾, et la presque totalité des autres lianes exportées de nos possessions asiatiques sont dirigées sur Hong-Kong, Singapour, etc. De là, après avoir fait l'objet de traitements appropriés et surtout de classements très précis, effectués par des Chinois, ils sont importés sur les marchés européens sous des noms de fantaisie qui les confondent avec les productions des États malais ou des Indes néerlandaises. — L'Indochine produit aussi de nombreuses et splendides espèces de **bambous** qui alimentent d'intéressantes industries locales. L'auteur montre, en s'aidant d'une série de photographies prises à Formose, l'organisation admirablement disciplinée qui permet aux Japonais d'exporter dans le monde entier des cannes à pêche en bambou dont les moindres défauts ont été sévèrement corrigés ou éliminés. — Les **nattes dites de Chine** sont, pour une large part, fabriquées au Tonkin avec des joncs récoltés sur place, mais l'estampille « **made in China** » est imprimée dans le tissu à l'atelier même.

Parmi les nombreux emplois des produits que nous venons de citer, il convient de remarquer que plusieurs intéressent directement la défense nationale et qu'il s'en est fait une utilisation considérable pendant la Guerre. Avec les rotins de

(1) Parfois la récolte elle-même est monopolisée par des ressortissants étrangers (Malais, etc.).

(2) Voir : *L'utilisation des Palmiers d'Indochine dans le commerce et l'industrie des cannes et des parapluies* (1^{re} partie), par G. NOACHOVITCH, dans la *Revue de Botanique appliquée et d'Agriculture coloniale*, du 31 oct. 1924 (Vol. IV, p. 664-672).

vannerie, par exemple, on fait des paniers à obus très légers et extrêmement résistants, et aussi des « panneaux » d'artillerie qui permettent l'utilisation des pièces lourdes en terrain meuble ou marécageux. La ténacité exceptionnelle, jointe à la souplesse et à la légèreté, des tiges de « malacca », est de nature à rendre les plus signalés services en aéronautique. — Les perches de bambous sont des plus précieuses pour la télégraphie et la téléphonie militaires. Malheureusement, toutes ces matières premières ont été jusqu'à présent importées, pour la presque totalité, des colonies anglaises ou néerlandaises. M. G. Capus, ancien directeur général de l'Agriculture en Indochine, qui est admirablement informé de ce déplorable état de choses, a depuis longtemps tenté d'y porter remède⁽³⁾; mais, avant comme pendant la Guerre, il s'est heurté à une routine et à une absence d'organisation contre lesquelles le vif intérêt qui est enfin porté, depuis quelque temps, aux questions coloniales, devrait bien faire réagir tous ceux qui ont à cœur la prospérité et la sécurité de la France « aux cent millions d'âmes ».

A propos de défense nationale, rappelons les grands services rendus pendant la guerre par le **raphia** de Madagascar : prenant admirablement la teinture, il a été utilisé sur une vaste échelle pour le camouflage. C'est depuis lors que le raphia et les « rabanes » (tissus de raphia exécutés par les Malgaches) ont pris une si grande place dans la décoration intérieure. Il y a là un débouché de premier ordre pour la « Grande Ile », qui détient le quasi-monopole de cette production, si, toutefois, on veut bien, là aussi, s'attacher à bien connaître les besoins des différentes catégories de consommateurs, des divers pays importateurs, et organiser ensuite, sans défaillance, l'adaptation étroite des sortes et qualités (des « grades » comme disent les Anglo-Saxons) à ces desiderata.

Comme autre textile, signalons que le « **paka** » (*Urena lobata*) que la même colonie produit en abondance, a tous les caractères du jute de l'Inde, mais lui est supérieur pour la confection des sacs à denrées délicates dont il n'altère jamais l'arome.

Si nous passons à l'alimentation, est-il besoin de rappeler que nous importons de divers pays des quantités considérables de légumes secs? Or, Madagascar, notamment, pourrait nous approvisionner régulièrement en **pois du Cap** (*Phaseolus lunatus*) parfaitement normalisés et dépourvus de toxicité, haricots que les Anglais consomment d'ailleurs couramment.

La moyenne de nos importations en graines de lin est de 150 000 t par an, représentant une valeur de 300 millions de francs, sans compter l'importation d'huile dont la valeur dépasse 50 millions. Or, l'Indochine produit une excellente huile siccative : celle d'**abrasin** (*Aleurites montana* Wilson); mais, en dehors de son utilisation locale, elle est, une fois dirigée sur Hong-Kong, plus ou moins confondue avec celle qui est extraite des graines d'*Aleurites Fordii* Hemsley ou **toung**, qui est surtout produite en Chine. Ce dernier pays a le quasi-monopole du commerce du mélange (en proportions variables) d'huile d'abrasin et d'huile de toung, lequel, sous la dénomination très impropre d'« huile de bois de Chine », fait l'objet d'exportations énormes, notamment aux États-Unis et en Angleterre.

(3) On peut en trouver des témoignages intéressants au Musée de l'Agence générale de Colonies (Palais-Royal, à Paris) que dirige actuellement M. Capus.

Si la culture, très aisée, de l'abrasin ou du toung était encouragée et normalement poursuivie dans nos colonies, comme les Américains ont si bien su le faire pour le toung en Floride, la France pourrait ne plus être tributaire de l'étranger pour les huiles siccatives dont elle a besoin ⁽⁴⁾.

L'Indochine pourrait encore nous approvisionner en camphre ⁽⁵⁾, en résines tendres et en nombre d'autres matières premières de grande consommation, qu'elle n'exporte pas encore régulièrement.

Les thés d'Indochine ne sont pas tous de première qualité. Mais il est légitime de penser que si leur préparation, au lieu de rester des plus primitives, s'inspirait des méthodes employées à Java, par exemple, où des triages minutieux élaborent de nombreuses sortes commerciales adaptées aux différents marchés européens, nos colonies asiatiques pourraient au moins suffire à leur propre consommation, laquelle est, actuellement, surtout alimentée par des importations provenant de Hong-Kong ⁽⁶⁾.

Madagascar, et plusieurs de nos possessions africaines, produisent d'excellents copals; mais ceux du Congo belge, grâce à un nettoyage et à un classement rigoureusement conduits, se placent en tête du commerce mondial et l'exportation en prend un essor prodigieux. « Le principal inconvénient des résines naturelles est de n'être que rarement identiques à elles-mêmes », dit le professeur Louis Meunier, de Lyon, dans la *Science moderne*, d'avril 1926, en parlant des raisons pour lesquelles on tend à leur substituer les résines artificielles dites synthétiques, du genre bakélite par exemple.

La qualité des gommés du Sénégal vaut celle des gommés du Soudan anglo-égyptien, et l'excellence du triage qui s'en fait à Bordeaux est de réputation mondiale. Malheureusement, dans ces dernières années, la propreté et la présentation des gommés « en sorte » importées du Sénégal ont subi un fléchissement qui leur permet d'affronter moins aisément la concurrence des gommés de Kordofan, dont l'administration anglaise maintient et même améliore constamment la valeur, au moyen d'un contrôle extrêmement rigoureux exercé sur les traitants, et par des enquêtes méthodiquement poursuivies chez les importateurs de tous les pays.

Les cacaos de la Gold Coast, dont le commerce a pris un développement formidable (32 p. 100 de la production mondiale), bien que de qualité plutôt moyenne, sont cependant prisés en raison de ce que les lots en sont habituellement homogènes, très peu différents les uns des autres, et d'un type (Accra) à peu près uniforme pour l'ensemble de la colonie. Il n'en est malheureusement pas toujours ainsi pour les cacaos de nos possessions, dont beaucoup sont cependant excellents.

On pourrait multiplier de tels exemples.

Il y a urgence extrême à organiser d'une manière rationnelle et persévérante la coordination de tous les efforts poursuivis pour remédier à des errements si fâcheux.

(4) A ce sujet, on pourra se reporter à la très intéressante publication consacrée par le professeur E. PERROT et M^e Yv. KHOUVINE aux *Aleurites* (Travaux de l'Association « Colonies-Sciences », 1926).

(5) Dont la production est monopolisée par les Japonais.

(6) On consultera avec intérêt *La technologie du thé*, par H. NEUVILLE (Soc. d'Éd. géog. mar. et col. 1926); cf. p. 186 à 206, et notamment aux pages 191 et 206 : encore et toujours, la connaissance approfondie des demandes des acheteurs et une normalisation appropriée des produits offerts sont indiquées comme étant les conditions nécessaires d'une exportation prospère.

Il importe d'établir une liaison systématique entre les producteurs, les « distributeurs » et les industriels consommateurs, avec le concours éclairé de l'Administration et des techniciens; et, avant tout, de créer un état d'esprit favorable à la normalisation dont le commerçant français aux colonies ne comprend pas toujours suffisamment l'impérieuse nécessité. Sinon, l'immense labeur colonial risque de rester improductif, en même temps que nombre de nos industries se trouveront entièrement tributaires des importations étrangères. Il est superflu d'insister sur la gravité d'une telle situation en cas de guerre.

Ce qui a déjà été efficacement réalisé, ou minutieusement étudié, pour le riz, les pois du Cap, le graphite, à Madagascar; pour l'arachide au Sénégal; pour le riz et le caoutchouc⁽⁷⁾ en Indochine; pour les bois de nos diverses colonies doit être entrepris ou poursuivi avec la même rigueur pour toutes nos richesses extractives, agricoles ou forestières.

La normalisation des productions de nos colonies est une condition *sine qua non* de toute politique de mise en valeur de notre empire colonial et un facteur important de la défense nationale.

M. DE FRÉMINVILLE, *secrétaire général*, demande si notre infériorité est due à des causes techniques inhérentes à nos colonies et si la normalisation préconisée est une question de main-d'œuvre.

M. NOACHOVITCH estime que la normalisation est, avant tout, une question d'organisation des cadres, qu'elle sera surtout réalisable après enquête approfondie auprès des industriels consommateurs afin de connaître leurs besoins, et par la spécialisation des tâches. Au surplus, la main-d'œuvre ne semble pas faire défaut en Indochine; convenablement dirigée, elle serait susceptible d'un excellent rendement.

M. ETESSE, *Inspecteur général de l'Agriculture coloniale*, cite les efforts, déjà couronnés de succès, qui ont été réalisés à Madagascar, en A. O. F., etc. pour la normalisation de nombreux produits : c'est ainsi que les riz de Madagascar égalent aujourd'hui les meilleurs riz américains, qu'ils arrivent à concurrencer sur les marchés européens; que les cacaos de la Côte d'Ivoire valent très souvent les bons « Accras » de la Gold Coast britannique; qu'après divers tâtonnements, les arachides du Sénégal sont l'objet d'une normalisation attentive à laquelle, comme pour le cacao, l'administration de l'Agriculture veille soigneusement. L'alarme a été donnée en ce qui concerne les gommés. M. Etèsse pense, lui aussi, que la solution du problème dépend d'une rigoureuse organisation et d'une éducation appropriée des commerçants des colonies qui, trop souvent, achètent tout ce qui leur est offert quelle que soit la présentation.

M. SAUVAGE, *président*, demande si des règles précises de normalisation ont déjà été codifiées pour les divers produits coloniaux, et, dans l'affirmative, où l'on peut les trouver. Il pense que, pour les produits qui n'ont pas encore été l'objet de pareilles mesures, la publication de données semblables,

(7) Le conférencier signale les remarquables résultats obtenus dans les plantations d'Hevea entreprises récemment par la Société des Caoutchoucs de l'Equateur (présidée par M. Léonce Vieljeux) à Dizangué (Cameroun), caoutchouc dont il présente un très bel échantillon de feuille fumée, gaufrée.

même projetées et provisoires, entrerait dans les attributions de la Société d'Encouragement, et pourrait rendre service à de nombreux intéressés. Il s'agit là d'ailleurs d'une œuvre d'intérêt général dont le pays tout entier est appelé à bénéficier. En agissant ainsi la Société d'Encouragement resterait fidèle à ses traditions, puisque c'est elle qui a réalisé en France la première normalisation industrielle avec l'unification des filetages.

M. NOACHOVITCH dit qu'il donnera, dans le texte *in extenso* de sa communication, les références exactes des travaux déjà effectués dans ce sens, et, pour un certain nombre de matières premières, il précisera les méthodes qui doivent présider à leur normalisation.

M. ÉTESSE dit que, pour certaines des règles déjà établies ou acceptées, on pourrait s'adresser utilement aux courtiers, qui ont une connaissance approfondie des sortes commerciales, et aux chambres de commerce des villes par lesquelles les produits coloniaux entrent en France.

M. SAUVAGE dit que la Société d'Encouragement recherchera les moyens de faire cette enquête et d'en publier les résultats. Il remercie le conférencier de son intéressante communication.

La séance est levée à 18 h. 45 m.

SÉANCE PUBLIQUE DU 26 NOVEMBRE 1927

Présidence de M. SAUVAGE, *président*.

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 5 novembre 1927 est adopté.

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

La CHAMBRE SYNDICALE DES FABRICANTS D'ACCESSOIRES ET PIÈCES DÉTACHÉES D'AUTOMOBILES 18, rue de Tilsitt, Paris (17^e), présenté par M. Sauvage et M. Lemaire;

M. PRÉVOST (Émile), secrétaire administratifs des Établissements Daydé, 5, rue Pigalle, Paris (9^e), présenté par M. de Fréminville et M. Satet (1928).

Il est donné lecture des quatre rapports suivants :

Rapport présenté par M. ANDROUIN, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur le *palier à double articulation*, imaginé et construit par MM. DEGUEURCE et VADON.

Rapport présenté par M. MASSON, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur les travaux de M. L. BORDENAVE, en vue de la *prévention des explosions de poussières dans les ateliers*.

Rapport présenté par M. ANDROUIN, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur les *dispositifs de sécurité pour presses mécaniques alimentées à la main*, imaginés et construits par M. Octave LEROY.

Rapport présenté par M. P. DUMANOIS, au nom du Comité des Arts

mécaniques, sur le *dynamomètre enregistreur*, imaginé par M. Georges BONNET pour la mesure de la tension des commandes d'avions pendant le vol.

Ces quatre rapports sont approuvés ⁽¹⁾.

M. SAUVAGE, *président*, dit que, dans la séance qu'il vient de tenir en comité secret, le Conseil d'Administration de la Société d'Encouragement vient de nommer membres de ce Conseil :

Sur la proposition du *Comité des Arts mécaniques*, M. Marcel POSTEL-VINAY;

Sur la proposition du *Comité des Arts chimiques*, M. FLEURENT;

Sur la proposition du *Comité des Arts économiques*, M. Louis PINEAU;

Sur la proposition du *Comité des Constructions et des Beaux-Arts*, M. Georges SAUPIQUE, M. Lucien BECHMANN et M. Eugène PLANÈS;

Sur la proposition du *Comité de Commerce*, M. Georges HARDY.

Conformément aux statuts, ces nominations seront soumises à la ratification par la prochaine assemblée générale des membres qui se tiendra le 17 décembre.

M. BARBET, membre du Conseil au titre du Comité des Arts mécaniques depuis 1897, empêché d'assister aux réunions, a donné sa démission et a été nommé membre honoraire du Conseil.

Notre Conseil vient aussi de désigner ceux de ses membres présentés pour faire partie du Bureau l'année prochaine. Il a désigné les membres de l'ancien Bureau avec cette seule différence que M. Roy, décédé, a été remplacé par M. ROUME, sur la désignation du Comité de Commerce.

M. Henri HITIER et Ch. DE FRÉMINVILLE, *secrétaires généraux*, présentent et analysent des ouvrages entrés récemment dans la Bibliothèque de la Société.

M. HITIER présente les ouvrages suivants :

Don de M. Ch. de Fréminville, secrétaire général de la Société :

The American Society of Mechanical Engineers. — Transactions. Vol. 41, 1919 à Vol. 46, 1924. New York, 29 West 39th Street.

Guide pratique de la prospection des mines et de leur mise en valeur, par M. LECOMTE-DENIS. 4^e éd. rev., compl. et aug. d'après les notes de l'auteur. Paris, Dunod, 92, r. Bonaparte, 1927;

Premier congrès national de la châtaigne, 8-9 nov. 1924, Brive. — Mém. et c. rendus publiés par MM. E. Poher et J.-B. Fleckinger. Paris, Publ. agr. de la Comp. d'Orléans, 1, pl. Valhubert (13^e), 1926;

Ministère de l'Agriculture. — *Direction générale des Eaux et Forêts* (2^e partie : Eaux et Génie rural). — *Serv. des grandes forces hydr. Études glaciologiques*. Tome VI : Observations glaciol. faites en Dauphiné jusqu'en 1924, Paris, Imp. nat., 1927;

Le lavage du charbon par flottage. Com. au 6^e Cong. de Chimie ind., 26 sept.-2 oct. 1926, par Ch. BERTHELOT. Paris, Chimie et Industrie, 49, r. des Mathurins (Don de l'auteur, membre de la Société);

(1) En voir le texte *in extenso*, dans le présent numéro du *Bulletin*, aux pages 772, 773, 775 et 779.

Le cracking des pétroles. Com. au 6^e Cong. de Chimie ind., par Ch. BERTHELOT (Don de l'auteur);

Les récents progrès de la technique du lavage du charbon, par Ch. BERTHELOT. (Ex. Revue de l'Ind. minérale, 1^{er} août 1927). Paris, 35, r. St-Dominique (7^e) (Don de l'auteur);

Sur le contrôle chimique du mode d'alimentation de la vigne par les engrais, par H. LAGATU et L. MAUME. Com. de M. Lagatu au Congr. des Engrais azotés de synthèse à Montpellier, 1^{er} juin 1927. (Ex. Progrès agricole et viticole, 1927, 2^e sem.). Montpellier, Roumégous et Déhan, 5, r. Vieille-Intendance, 1927 (Don des auteurs);

Des explosions de poussières et de leur prévention, par L. BORDENAVE. (Ass. des Ind. de France contre les accidents du travail). Paris, 25, r. Albouy (10^e);

L'industrie du verre de silice en France, par Henri GEORGE. (Ex. Revue gén. de l'Élect., 23 et 30 juill. 1927). Paris, 12, pl. de Laborde (8^e) (Don de l'auteur).

M. DE FRÉMINVILLE, présente les ouvrages suivants :

Don de M. G. Leinekugel Le Cocq, membre de la Société :

Étude sur un nouveau système de pont suspendu rigide à arcs doubles, par G. LEINEKUGEL LE COCQ. (Ex. Génie Civil, 6, 13 et 20 jan. 1917). — *Étude sur l'emploi des câbles aux armées.* (Ex. Génie Civil, 14 et 21 juin 1919). Paris, le Génie Civil, 6, r. de la Ch.-d'Antin, 1919; — *Deux applications du ciment armé aux usages de guerre.* (Ex. Proc.-verb. de la séance du 26 mars 1920 de la Soc. des Ing. civ. de France). Paris, 19, r. Blanche (9^e);

L'application des câbles à la construction d'ateliers et de hangars pour avions ou dirigeables, à toiture suspendue. (Ex. Génie Civil, 5 mars 1921). Paris, le Génie Civil;

Sur les progrès techniques et d'exécution réalisés dans la reconstruction des ouvrages d'art du Nord et de l'Est par les ingénieurs civils français. (Ex. Mémoires de la Soc. des Ing. civils. Bul. d'oct.-déc. 1921); — *Sur l'évolution apportée par la guerre dans la construction des ponts suspendus modernes.* (Ex. Mém. de la Soc. des Ing. civils de France, Bul. de jan.-mars 1923); — *Pont cantilever suspendu rigide sur le Trieux à Lézardrieux (Côtes-du-Nord).* (Ex. Génie civil, 4 juil. 1925); — *Le développement des ponts suspendus rigides et des grands ponts suspendus en Amérique.* (Ex. Génie Civil, 6 août 1927).

Manuel du tapissier décorateur, par L. COUSSIRAT. (Bibl. prof.). Paris, Baillière et fils, 19, r. Hautefeuille, 1927;

L'organisation scientifique aux Imprimeries Delmas (du groupe des Impr. Delmas, Chapon, Gounouilhou). Monographie établie à la suite de l'étude faite aux imprimeries les 3 et 4 nov. 1925, par M. R. SATET. (Union des Ind. métal. et min., de la Const. méc., élect. et métal. et des Ind. qui s'y rattachent, 7, r. de Madrid, Paris (8^e) (Don de l'aut., m. de la Soc.);

Le charbon dans les chemins de fer en France, par R. GODFERNAUX (Ex. Rev. gén. des Chem. de fer, nov. 1927). Lille, Imp. Danel, 1927;

La France et l'organisation internationale du travail. Rap. présenté au Congr. dép. de Brignoles, le 3 juill. 1927, par A. CRAISSAC (Ligue des droits de l'homme et du citoyen. Féd. départ. du Var). Toulon, Impr. du Midi, 11, r. Charles-Poncy, 1927;

Le Cinquantenaire de la Société industrielle de la région de Fourmies. (Le Journal de Fourmies et des arrondissements d'Avesnes et de Vervins, 17 sept. 1927);

Machinisme et automatisme, par P. MAURER. Paris, Gauthier-Villars, 55, q. des Grands-Augustins, 1927;

Origines et débuts de la draperie sedanaise, 1575-1594. Lettres à M. le Président de l'Union de l'Industrie textile sedanaise, par A. PHILIPPOTEAUX. Sedan, Imp. Suzaine, 1924 (Don de l'auteur);

Origines et débuts de l'industrie sedanaise, 1277-1667. Nouvelles lettres à M. le Président de l'Union de l'Industrie textile sedanaise, par A. PHILIPPOTEAUX. Sedan, Imp. Suzaine, 1927 (Don de l'auteur).

M. A. MAÎTRE, professeur à l'École normale d'Instituteurs de la Seine assisté de Mme Nadine CLADO, au pianor, fait une communication sur le « pianor », dispositif inventé par MM. Maître et Martin et construit par M. Scribe, s'adaptant aux pianos ordinaires et leur conférant les sons de l'orgue.

Les inventeurs ont appliqué le procédé dans lequel chaque corde contrôle son propre mouvement vibratoire par un lien matériel direct avec la corde, l'expérience leur ayant fait reconnaître que, pour qu'une corde vibre en donnant sa note dans toute sa plénitude et sa beauté, il faut procéder à des interruptions ou des reprises successives de courant en nombre identique à celui de la vibration de la corde elle-même. Il faut en outre que l'organe d'interruption soit en phase avec la vibration et que le contact s'établisse au moment où la corde passe par sa position d'équilibre et cesse au moment où elle y revient. Toute avance ou tout retard sensible provoque des troubles désagréables dans la sonorité.

Les inventeurs ont eu recours au principe de la sonnerie électrique; la faible amplitude des vibrations au voisinage des contacts oblige à employer des pièces délicates. Mais alors les étincelles électriques et les déformations mécaniques provoquent un perpétuel dérèglement que les inventeurs ont évité en rendant mobile la pièce de contact non reliée à la corde; elle est montée sur pivot et ramenée contre la seconde pièce du contact par un contrepoids.

Pour ébranler la corde sans l'intervention du marteau et assurer un démarrage correct des vibrations, une série de ruptures du courant sont d'abord produites par la pièce mobile de contact. A cet effet, le bras mobile qui la porte est soumis à l'action attractive d'un électro-aimant auxiliaire intercalé dans le circuit à la suite de l'électro-aimant principal. Les étincelles sont supprimées par un shunt convenable.

Le pianor s'accorde comme un piano ordinaire. Le courant employé est continu, à 16 V. L'addition du dispositif sur toutes les cordes d'un piano à queue revient à 8.500 fr. Sur le piano présenté, les notes basses n'ont pas reçu le dispositif.

E. L.

M. ANDROUIN demande pourquoi les notes basses n'ont pas reçu le dispositif; c'est surtout pour elles que son application serait intéressante.

M. MAÎTRE. — Je suis d'accord avec vous, mais il ne s'agit que d'une installation provisoire et nous avons dû nous limiter. Le dispositif « octave » la note fondamentale de chaque corde; « l'habillage » de ses harmoniques disparaît.

M. RICARD. — Comment peut-on obtenir les purs effets d'orgue?

M. MAÎTRE. — Par la délicatesse du toucher : il suffit d'attaquer la note doucement et d'éviter les « piqués ».

M. RICARD. — Il résulte de cette façon de faire, comme nous venons de le constater, qu'on n'obtient ainsi un *forte* qu'en faisant agir la pédale forte?

M. MAÎTRE. — C'est exact. L'adaptation du pianor a simplement pour objet de fournir à l'exécutant le moyen d'obtenir les effets qui lui sont dictés par son inspiration et son tempérament personnel; par la manœuvre facile et très rapide d'un commutateur placé sur une des extrémités du clavier, l'instrumentiste se sert ou non du pianor à volonté.

M. SAUVAGE remercie M. Maître et Mme Clado de leur intéressante présentation.

La séance est levée à 18 h. 45 m.

BIBLIOGRAPHIE

Voitures et wagons. Matériel, freinage, éclairage, chauffage. par J. NETTER, sous-directeur au Ministère des Travaux publics (Encyclopédie de mécanique appliquée publiée sous la direction de M. L. Lecornu, membre de l'Institut). Un vol. (23 × 15 cm) de 602 p. avec 484 fig. Paris, 1927, J.-B. Baillière et fils, édit.

L'œuvre très complète de M. Netter arrive à son heure. Les vingt dernières années, surtout celles qui ont suivi la guerre, ont apporté une véritable rénovation dans les méthodes de construction du matériel roulant des chemins de fer. En France particulièrement, la réforme à peu près complète des vieux véhicules et une tendance nouvelle vers l'unification des types ont provoqué les plus sérieuses améliorations.

Ces changements incessants ne sont décrits que par fragments dans des publications spéciales, où apparaissent mal les lois générales présidant à cette grande transformation. De là, l'utilité d'un livre, bien composé et bien écrit comme l'est celui de M. Netter, qui groupât les éléments de cette vaste étude, sans négliger cependant l'examen détaillé des principales nouveautés.

C'est ce qu'a bien compris M. Netter, qui avait été préparé à l'œuvre entreprise par ses fonctions de secrétaire du Comité de l'Exploitation technique des Chemins de fer, au Ministère des Travaux publics, fonctions qu'il a remplies pendant toute cette période d'évolution.

Sagement, il évite de s'étendre sur le matériel périmé, pour nous renseigner avec abondance et précision sur les caractéristiques du matériel nouveau et sur les grandes questions traitées au cours des dernières années, telles que : le renforcement et l'automatisme de l'attelage, l'élimination progressive du bois, la généralisation des voitures à bogies dans les express, le chauffage à la vapeur et l'éclairage électrique des voitures, le freinage continu des trains rapides et des trains de marchandises, la répétition des signaux sur la machine.

Comme beaucoup de ces innovations nous viennent des États-Unis, M. Netter s'attache à décrire les particularités du matériel américain, tout en signalant celles qui ne sont pas transportables au matériel européen.

Il néglige, non sans raison, le matériel anglais, qui nous sert de modèle, au début, mais s'est attardé dans ses types anciens.

Enfin, il renseigne avec détail sur les conditions que nous imposent les accords internationaux, dont l'intervention domine toutes les transformations d'attelage, de freinage, etc.

V. SABOURET.

La sélection psychophysiologique des travailleurs. Conducteurs de tramways et d'autobus, par J.-M. LAHY, directeur au Laboratoire de Psychologie expérimentale à l'École pratique des Hautes Études et à l'Institut de Psychologie de l'Université de Paris. Un vol. (23 × 16 cm) de xiv + 240 p. avec 82 fig. Paris, 1927, Dunod, édit.

L'auteur de cet ouvrage, bien connu des membres de la Société d'Encouragement, considérant que les avantages théoriques de la psychotechnique et les services qu'elle peut rendre à l'organisation du travail, ont été suffisamment signalés, entre immédiatement dans l'exposé des applications qui en ont été faites au laboratoire créé par lui à la Société des Transports en Commun de la Région parisienne.

« Cette puissante société, qui emploie 30.000 agents de tous services, parmi lesquels 4.000 machinistes de tramways et 3.000 machinistes d'autobus, qui utilise 4.564 véhicules électriques répartis sur 193 lignes formant un réseau de 1.398 km

de voies ferrées et dont les automobiles circulent sur 476 km de voies publiques, dans une des plus fortes agglomérations du monde, a estimé qu'un laboratoire de psychologie lui était nécessaire, de la même façon qu'un laboratoire de chimie l'est à une usine de produits alimentaires, qu'un laboratoire d'essais et de métallographie l'est à une aciérie. »

Lorsque les recherches de l'auteur ont été commencées, en 1908, elles n'avaient pour but que d'analyser le travail du machiniste, ce qui était du reste l'élément essentiel de toute recherche de psychotechnique.

Dès 1910 M. Lahy créait un test reproduisant, en les simplifiant, les gestes du machiniste, qui, tout en donnant le moyen de déceler l'attention dont un sujet est capable par la mesure de ses réactions professionnelles, permet ainsi de poursuivre expérimentalement l'analyse du travail du machiniste par la mesure de certains gestes élémentaires, à l'aide d'appareils d'excitation, de réaction et d'enregistrement.

Tout en perfectionnant sans cesse les appareils qu'il avait imaginés, M. Lahy s'efforçait de constituer pour chaque test un repère de comparaison permettant à chaque instant de déterminer le rang exact d'un sujet dans un groupe.

Actuellement, les travailleurs se présentant au service d'embauchage de la T. C. R. P. sont d'abord soumis à un examen médical approfondi, puis, le service psychotechnique est appelé à donner son avis pour les candidats machinistes et les candidats receveurs, soit, par an, 6.000 candidats.

Parmi les tests employés, les uns sont dits classants, les autres consultants. Les premiers sont : la suggestibilité motrice ; l'attention diffusée avec excitations visuelles seules ; l'attention diffusée avec excitations visuelles et auditives combinées ; la régularité des temps de réaction ; l'homogénéité des temps de réaction.

La mesure de ces tests a donné lieu à la création des appareils les plus ingénieux, décrits dans les plus grands détails.

Mais le chapitre le plus intéressant est peut-être celui du groupement des résultats individuels donnés par les tests. Ce groupement permet d'établir des classements qui sont ensuite comparés aux classements basés uniquement sur les relevés d'accidents de service. Or, le directeur général de l'exploitation, M. Bacqueyrisse, dans la préface qu'il a écrite pour l'ouvrage de M. Lahy, en constatant que le nombre d'accidents causés par 100 machinistes sélectionnés est de 16,5 p. 100 inférieur aux nombres de ceux causés par 100 machinistes non sélectionnés, ce qui, pour le réseau de la S. T. C. R. P. représente une économie annuelle de plus de 1.300.000 fr, sans parler des économies et avantages de toutes sortes résultant d'une plus grande régularité dans le service, donne aux travaux du laboratoire de psychologie un témoignage de la plus grande valeur.

CH. DE FRÉMINVILLE.

Modes spéciaux de traction électrique à courant continu, par M. L. BARBILLION, professeur à l'Université de Grenoble, directeur de l'Institut polytechnique (Bibliothèque de l'ingénieur électricien-mécanicien). Un vol. (25 × 16 cm), de 127 p. avec 63 fig. Paris, 1927, Albin Michel, édit.

M. Barbillion, directeur de l'Institut technique de l'Université de Grenoble, vient de publier un ouvrage qui fait suite à son traité sur *la traction électrique à courant continu*, ainsi qu'à deux autres volumes qu'il a consacrés à la *traction par courant alternatif* et à l'*électrification des chemins de fer*, et qui décrit les solutions du problème de la traction qu'on peut considérer comme secondaires, mais qui sont, néanmoins, fort intéressantes.

Dans ce nouveau volume, il étudie la traction par accumulateurs employée avec succès, tout d'abord, pour les tramways, mais qui a disparu devant le trolley et le caniveau. Mais les accumulateurs sont encore utilisés sur les réseaux d'intérêt général, notamment en Allemagne, en Autriche, en Suisse et en Italie, où il existe un grand nombre d'automotrices à accumulateurs qui donnent de bons résultats.

Aux États-Unis et au Canada, on emploie des accumulateurs alcalins; en Europe l'accumulateur au plomb.

Quant à la traction sur route, par accumulateurs, il est probable qu'elle sera, dans l'avenir, le mode préféré pour les grandes villes et pour leur banlieue.

Le développement des automobiles à accumulateurs, des voitures de place et de livraison, des petites camionnettes a été constant depuis quelques années, non seulement aux États-Unis, mais également en Europe.

M. Barbillion donne, à cet égard, les résultats techniques obtenus dans divers pays, et il résume, notamment, les essais officiels effectués dans les concours de 1923, 1924 et 1925, entrepris à Paris par l'Union des Syndicats de l'Electricité.

L'exemple de l'emploi d'électrobus municipaux à Lyon, à accumulateurs⁽¹⁾, est donné avec détails dans la deuxième partie de l'ouvrage. D'autres exemples intéressants sont résumés par l'auteur.

La troisième partie de l'ouvrage est consacrée aux électrobus à trolley, dont l'emploi s'impose lorsqu'il s'agit d'effectuer une traction sans rails sur les réseaux dont le trafic est peu important, et qui ne pourraient supporter la dépense d'une voie ferrée. M. Barbillion rappelle l'exemple bien connu de la ligne de Modane à Lans-le-Bourg, qui fonctionne avec succès depuis 1922. D'autres lignes analogues existent dans le département du Gard, ainsi qu'en Amérique, en Angleterre et en Italie.

La quatrième partie de l'ouvrage est consacrée à la traction thermo-électrique, l'énergie étant produite par un moteur thermique à essence ou à pétrole, genre Diesel ou autres, commandant une dynamo qui fournit le courant aux moteurs de propulsion. Ce genre de traction s'est développé en Amérique, et, en ce qui concerne l'Europe, surtout en Italie, où un réseau considérable a été concédé, lequel comprend 127 lignes de chemins de fer d'un développement de 4.422 km.

Des locomotives de plusieurs centaines de chevaux ont été réalisées avec des moteurs Diesel, et les résultats économiques paraissent intéressants lorsque l'on ne cherche pas à réaliser des machines d'une puissance comparable aux locomotives des grands réseaux. L'auteur donne plusieurs exemples intéressants, soit au point de vue technique, soit au point de vue économique.

En résumé, l'ouvrage de M. Barbillion occupera une place honorable dans la littérature technique et économique, concernant les nouveaux modes de traction électrique réalisés ces dernières années.

JEAN REY.

Recherches expérimentales sur la propagation du son dans un long tuyau cylindrique, par TH. VAUTIER, professeur à la Faculté des Sciences de Lyon. Une br. (22 × 14 cm), pages 311 à 408, extraites des Annales de Physique, X^e série, t. VI, nov.-déc. 1926, 8 fig., IV pl. Paris, Masson, édit.

On ne peut que féliciter M. Vautier, professeur à la Faculté des Sciences de Lyon, d'avoir eu l'heureuse pensée de demander à M. le Maire de Lyon l'autorisation d'utiliser pendant 6 mois une conduite en fonte de 1 m de diamètre et de plusieurs kilomètres de longueur, placée sous la chaussée du Cours Gambetta à Lyon, en attendant qu'elle fût mise en eau par le Service de la rive gauche du Rhône.

Il a ainsi pu continuer des études antérieures sur la propagation du son au sujet desquelles il n'est que trop juste que la Société d'Encouragement lui adresse ses félicitations.

En attendant un mémoire en préparation relatif aux ondes puissantes dues à divers explosifs par une méthode interférentielle qui donne leurs formes exactes, M. Vautier a exposé de façon parfaite les méthodes, procédés et dispositifs qu'il a

(1) Voir la description de ce système et l'organisation de ce service dans le *Bulletin* d'octobre 1926, p. 656.

appliqués aux ondes aériennes de durée très courte et de pressions de transmission inférieures à 1 mm d'eau dans un long tuyau cylindrique de 1 m de diamètre.

Ces ondes étaient produites soit par des amorces de pistolet non chargé de poudre, soit par des étincelles de diverses puissances, la décharge des condensateurs ayant pris 1/1000 de seconde.

La vitesse moyenne est voisine de 343,26 m : s à 15° et égale pour les deux sortes de sources sonores.

Ce travail, complétant celui de Regnault, présente le plus grand intérêt et doit être signalé à l'attention de tous les physiciens.

G. LYON

Les aimants, leur calcul et la technique de leurs applications, par R. V. PICOU, Ingénieur des Arts et Manufactures, lauréat de l'Institut. Un vol. (25 × 16 cm), de vi + 109 p. avec 76 fig. Paris, 1927, Dunod, édit.

M. Picou, à qui ses travaux antérieurs ont valu une réputation méritée parmi les ingénieurs-électriciens, donne dans cet ouvrage le résultat de ses études sur un sujet resté jusqu'ici assez obscur. Les applications des aimants sont encore, en effet, restées le plus souvent empiriques; condition anormale qui s'explique par ce fait que la théorie physique du magnétisme ne paraissait pas pouvoir aisément se réduire aux conceptions des ingénieurs et à leurs méthodes de calcul.

L'auteur a cherché à résoudre cette difficulté. Il expose d'abord les raisonnements simples, d'ordre physique, qui permettent de déterminer sur dessin, l'induction rémanente, pour les formes les plus usuelles d'aimants. Passant ensuite à l'aimant partiellement armé, il montre que, par la connaissance des caractéristiques et des lignes de recul des aciers, il est possible de déterminer le flux utile dans un appareil complexe. Enfin, il donne un diagramme général qui précise les meilleures conditions d'emploi.

Les constructeurs et ingénieurs tireront un profit certain de cette étude substantielle d'une question qui est abordée pour la première fois dans un esprit essentiellement pratique.

JEAN CARPENTIER.

L'organisation scientifique aux Imprimeries Delmas (du Groupe des Imprimeries Delmas, Chapon, Gounouilhon). Monographie établie à la suite de l'étude faite aux Imprimeries les 3 et 4 novembre 1926, par R. SATET, Chef du service de l'Organisation scientifique à l'Union des Industries métallurgiques et minières, 7, rue de Madrid, Paris (8°). Une br. (25 × 19 cm) de 36 p. Bordeaux, 1927, Imprimeries Delmas, éd., 6, place Saint-Christoly, Prix : 2,50 fr.

La Commission d'Organisation scientifique de l'Union des Industries métallurgiques et minières a fait procéder à l'établissement d'une monographie sur l'organisation des Imprimeries Delmas, de Bordeaux. Ces imprimeries appliquent depuis près de neuf ans des méthodes conçues et réalisées par leur administrateur-délégué. M. Albert Barennes, méthodes destinées, notamment, à améliorer le rendement et, par voie de conséquence, à diminuer le prix de revient.

Tous les moyens mis en œuvre partent de ce principe que l'intérêt étant le mobile essentiel de toutes les actions humaines, il faut, pour atteindre le but poursuivi, mettre cet intérêt en jeu dans des conditions telles que tous ceux qui sont touchés par lui donnent le maximum d'efforts en vue d'un rendement optimum.

Les résultats obtenus, particulièrement remarquables, parfois surprenants, méritent de retenir l'attention et de servir d'exemples même pour des entreprises totalement différentes de celle étudiée ici. Ces résultats sont dus à la collaboration ouvrière réalisée grâce à une méthode de participation permettant au personnel de se rendre compte des résultats palpables de ses efforts par l'amélioration sensible des salaires, à une étude systématique et très poussée des économies dans la production, au contrôle de la main-d'œuvre et de la marche des machines, à une production

maximum résultant du travail en qualité et en quantité, enfin à l'entretien constant du matériel par des équipes spécialisées.

L'ensemble harmonieux de l'entreprise résulte de l'adaptation, à l'esprit français, des méthodes américaines et l'on trouve, dans la monographie des Imprimeries Delmas, un exemple particulièrement typique de ce que peut donner l'analyse de tous les facteurs d'un problème.

Les détails techniques et les chiffres précis donnés dans la monographie permettent de se rendre compte de l'importance des progrès réalisés, non point par une taylorisation à outrance, mais par une organisation souple laissant l'initiative aux collaborateurs dans le cadre des directives générales, faisant appel à la formation raisonnée, à tous les échelons, du personnel de l'entreprise : apprentis, ouvriers, contremaîtres, chefs de services et directeurs.

Le roulage a pu être amélioré dans une proportion de 32 p. 100, la vitesse de production de 62 p. 100, et la Direction envisage d'obtenir prochainement une production trois fois moins chère que celle réalisée actuellement dans la profession.

En résumé, les Imprimeries Delmas possèdent les éléments indispensables à la satisfaction des clients, des ouvriers et des actionnaires. C'est un modèle dont beaucoup de chefs d'entreprises peuvent tirer de grands enseignements, quelle que soit la nature de leurs fabrications.

R. S.

Précis de législation usuelle et commerciale, par MM. PAUL ANGLÈS, directeur de l'Ecole commerciale de Paris, et EMILE DUPONT, docteur en droit, professeur à l'Ecole commerciale de Paris, 4^e éd., corrigée et mise à jour. (Bibliothèque de l'Enseignement technique). Un vol. (21 × 14 cm.) de 420 p. Paris, 1927, Dunod, édit.

Cet ouvrage dont la quatrième édition vient de paraître, renferme les connaissances de droit qu'un commerçant a besoin de posséder s'il ne veut pas à tout moment recourir à un avocat.

La première partie est consacrée à la législation générale que tout citoyen doit connaître : organisation politique, administrative et judiciaire de la France, état de la personne et de la famille, caractère juridique des biens, obligations et contrats.

La seconde partie a pour objet la législation commerciale et traite successivement du commerçant, de la maison de commerce, des sociétés commerciales, des contrats commerciaux, de l'appel au crédit, de la liquidation de la maison de commerce, du droit maritime, de la propriété industrielle.

Un appendice important résume la législation fiscale, — les impôts directs, impôts cédulaires, impôt général sur le revenu, taxe sur le chiffre d'affaires, — et les impôts indirects, droits d'enregistrement et de timbre, taxes successorales, droits de douane, monopoles d'Etat, etc.

L'ouvrage est complété par des documents divers et des exemples d'actes usuels, baux, arbitrages, cautionnements, billets à ordre, procurations, quittances, etc.

Le précis de MM. Anglès et Dupont est destiné spécialement par ses auteurs à l'usage des écoles commerciales; mais il n'est pas seulement un ouvrage d'enseignement et de préparation à la vie d'affaires : il constitue aussi un manuel commode qu'un commerçant aura grande utilité à avoir dans sa bibliothèque.

ED. JULHIET.

Aperçu économique sur la Région de Fourmies. Géographie, géologie, industrie, agriculture, histoire et tourisme. Notes publiées par la Société industrielle à l'occasion de son Cinquantenaire, 1874-1924. Un vol. (24 × 15 cm) de 235 p., XXV pl. et 2 cartes. Fourmies, 1927.

Par leur développement dans le vaste cercle autour de Fourmies, la filature et le tissage de la laine ont fait la richesse de cette partie orientale du département du Nord en bordure de la frontière belge, connue plus particulièrement sous le nom

de la *Thiérache*. La Société industrielle de Fourmies eût considéré son exposé comme partial et incomplet, si elle s'était contentée de relater les débuts et les péripéties du développement de cette seule industrie. Elle a tenu à donner de cette petite partie de la France une vue d'ensemble en demandant à d'éminents spécialistes de lui fournir de savantes études sur la constitution géologique de la Thiérache, sur l'évolution de son agriculture, sur l'histoire du passé de cette pittoresque région frontière si souvent ravagée par les invasions, mais illustrée dès l'époque romaine par la courageuse ardeur de sa population. Les sièges d'Avesnes, de Landrecies, du Quesnoy, les batailles de Wattignies et de Malplaquet ont leur place glorieuse dans l'histoire de notre pays.

Une carte géologique en couleurs au $\frac{1}{200.000}$ donne une idée nette de ce qu'est cette partie de l'Ardenne couverte de forêts, vers la frontière Nord-Est, à laquelle succèdent vers le Sud-Ouest des affleurements successifs de roches secondaires et tertiaires, recouverts de terres argileuses et sableuses d'époque quaternaire.

Grâce à la persévérante tenacité d'une race de paysans énergiques, les marécages des temps jadis se sont transformés en gras pâturages sur lesquels prospère une race sélectionnée de vaches qui fournissent aux laiteries coopératives, modèle du genre, des beurres, des fromages qui complètent la richesse déjà apportée par le lait expédié quotidiennement vers les grands centres industriels voisins.

Cette agriculture perfectionnée retient et enrichit une partie de la population qui n'est pas attirée vers les centres de Fourmies, d'Avesnes, du Quesnoy, où la filature de la laine peignée s'est intensément développée surtout depuis 1870-1880, faisant disparaître d'anciennes filatures de soie et de coton, qui existaient les premières dès le *xvii^e* siècle, et les secondes depuis le commencement du *xix^e* siècle.

75 usines (filatures, tissages, peignages) étaient en pleine activité dans l'été 1914; cinq ou six seulement avaient leur outillage à peu près intact au moment de l'armistice. Les machines et les générateurs à vapeur des autres usines avaient été rendus totalement inutilisables; 634.000 broches sur 741.000, soit 88 p. 100, avaient été méthodiquement brisées. Dès janvier 1919, les industriels se remettaient avec ardeur à reconstituer leurs ateliers, à les pourvoir de métiers plus perfectionnés, à les actionner par des moteurs électriques de puissances variées et, partout, en relation exacte avec le travail à produire.

Aussi les membres de la Société industrielle peuvent-ils déjà, lors des fêtes du cinquantenaire, en 1924, célébrer la reconstitution presque complète de leur industrie lainière et le rétablissement de cette vaste organisation commerciale qui contribue grandement à la puissance de cette région.

Il est intéressant de suivre dans ce volume l'exposé de ce qu'ont fait, de père en fils, quelques familles à l'énergie et à l'intelligence desquelles la région a dû le développement de sa prospérité au cours des quarante années avant la guerre, et doit sa magnifique renaissance en cinq années après les sauvages destructions intentionnelles dans cette région qui n'avait été le théâtre d'aucun combat de quelque importance.

Des exposés historiques comme celui que nous signalons à l'attention de notre Société méritent de ne pas passer inaperçus. Il faut saisir sur le vif les circonstances diverses dont a su tirer parti une population intelligente et travailleuse entraînée à l'action par quelques personnalités éminentes.

Comme d'autres qui l'ont précédée, une telle monographie montre ce que sont capables de produire les populations de nos provinces et donne bonne confiance dans l'avenir d'un peuple qui a une telle intelligence et un tel ressort.

E. GRUNER.

Accumulateurs électriques, par A. CASTEX, professeur à l'Institut polytechnique de Grenoble. Un vol. (25 × 15 cm) de la Bibliothèque de l'ingénieur électricien-mécanicien, publiée sous la direction de M. L. BARBILLION, de 296 p., avec 222 fig., 1927, Paris, Albin Michel, 22, rue Huyghens (4°).

Après l'insuccès de la traction électrique automobile prématurément tentée vers 1910, les accumulateurs étaient un peu tombés dans l'oubli; il semblait que la distribution presque générale de l'énergie électrique sous la forme alternative devait en restreindre beaucoup l'intérêt.

Depuis cette époque cependant, de nouvelles applications ont surgi : navigation sous-marine, éclairage de trains, T. S. F., et aussi reprise des essais de traction.

Ceci explique l'éclosion d'un certain nombre d'ouvrages récents spécialement consacrés aux accumulateurs.

Les réseaux alternatifs eux-mêmes commencent à faire appel à ces auxiliaires un peu dédaignés, sous forme de batteries tampons permettant l'emmagasinement de l'énergie dans les heures creuses, et soulageant les génératrices pendant les pointes.

Ce traité, écrit sous une forme extrêmement claire par M. Castex et illustré de plus de 200 figures, lui a permis de mettre en 300 pages, l'ingénieur au courant des connaissances qu'il doit posséder pour tirer le meilleur parti de ces réservoirs d'énergie.

Pour arriver à ce résultat, la partie théorique a dû être écourtée, ainsi que le rappel des propriétés générales des accumulateurs; ces sujets, suivis de l'étude descriptive des accumulateurs modernes et en particulier de ceux fabriqués par les principaux constructeurs français, forment la première partie de l'ouvrage.

Dans la seconde partie, beaucoup plus étudiée, sont décrits : les emplois des accumulateurs, dans les stations centrales à courant continu et même alternatif, celui des batteries-tampons, le calcul d'une batterie devant assurer un service déterminé, leur conduite et leur entretien.

Un chapitre est consacré aux batteries transportables (traction automobile et sous-marine, démarrage, éclairage des trains, batteries pour radio-communications).

Enfin l'auteur termine par un chapitre relatif aux éléments fer-nickel, dans lequel il donne son appréciation impartiale sur les qualités et défauts de ces éléments, et les principales applications qu'ils peuvent recevoir.

Comme nous le disions en débutant, cet ouvrage, destiné à la Bibliothèque de l'Ingénieur électricien-mécanicien, publié sous la direction de M. Barbillion, remplit bien son but et nous sommes tout à fait d'accord avec M. Barbillion qui termine la préface qu'il a écrite pour cet ouvrage en disant « qu'il sera le bienvenu des ingénieurs désireux de ne pas négliger l'usage de l'outil incomparable que constitue pour l'industrie électro-technique, l'accumulateur électrique ».

CH. FÉRY.

Schémas et règles pratiques de bobinage des machines électriques, 3^e éd. revue et augmentée, par F. TORICES, ingénieur-électricien, ancien professeur à l'Ecole industrielle de Valladolid et ADR. CURCHON, ingénieur-électricien (E. S. E.). Un vol. (21 × 13 cm), de 165 p. avec LIV pl. Paris, 1927, Dunod, édit.

Les auteurs débutent par un rappel des définitions générales de l'électrotechnique, de l'induction, des moteurs et des alternateurs, et donnent ensuite un grand nombre de schémas de bobinages, d'inducteurs et induits de machines à courant continu, types bipolaires et multipolaires; ils examinent également les machines à courants alternatifs monophasés et polyphasés.

On trouve dans cet intéressant ouvrage des renseignements utiles sur les bobinages de certains transformateurs statiques.

Ce livre doit rendre de réels services aux électriciens appelés à s'occuper soit de la construction, soit de la réparation de machines électriques.

J. C.

Où se renseigner sur nos produits coloniaux? Une brochure (13×21 cm) de 32 pages, 1927, Paris, Imprimerie S. E. L. A. 51, rue Saint-Georges.

Cette brochure s'adresse aux personnes qui désirent savoir immédiatement dans quelles colonies ou dans quel pays sous mandat français, on trouve tel produit dont elles ont besoin.

La brochure se compose de deux parties : la première, qui est une liste, donne le nom, l'adresse, l'abréviation et le numéro de téléphone des agences économiques de nos colonies, toutes situées à Paris, ainsi que les pays représentés par chacune d'elles. La seconde partie donne, dans une première colonne, classés par ordre alphabétique, les noms des produits bruts, semi-ouvrés ou finis; dans une seconde colonne, on trouve les agences économiques auxquelles on peut se renseigner au sujet de ces produits. Cette seconde partie présente évidemment des lacunes, un pareil travail ne pouvant pas être complet; il n'est pas certain non plus qu'en suivant le conseil donné on soit renseigné ou exactement renseigné, comme quelques personnes en ont fait l'expérience. Mais c'est déjà beaucoup de savoir dans quelles colonies on trouve tel produit désiré : le Bottin doit pouvoir suffire pour le reste s'il ne s'agit que d'acheter ce produit.

E. L.

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE EN NOVEMBRE 1927.

LECOMTE-DENIS (MAURICE). — **Guide pratique de la prospection des mines et de leur mise en valeur.** 4^e éd. rev., complétée et consid. augm. d'après les notes laissées par l'auteur. In-8 (25×16) de xx+740 p., 336 fig. **Bibliographie**, p. 687-692. Paris, Dunod, 1927. **17356**

COUSSIRAT (LUCIEN). — **Manuel du tapissier décorateur.** (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16×10) de 440 p., 239 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1927. **17357**

Premier Congrès national de la Châtaigne, tenu les 8 et 9 novembre 1924 à Brive, sous le haut patronage et la présidence d'honneur de M. QUEUILLE, ministre de l'Agriculture. — **Mémoires et comptes rendus** publiés par MM. E. POHER et J.-B. FLECKINGER. In-8 (24×16) de xv+226 p., 69 fig. **Bibliographie**, p. 248-222. Paris, Public. agricoles de la Comp. d'Orléans, 1, pl. Valhubert (13^e), 1926. **17358**

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. — DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX ET FORÊTS (2^e partie : Eaux et Génie rural). — **Service des grandes forces hydrauliques. Études glaciologiques.** Tome VI : *Observations glaciologiques faites en Dauphiné jusqu'en 1924*. In-4 (28×18) de 479 p., XVI pl. Paris, Imp. nationale, 1927. **17359**

..

Don de M. G. Leinekugel Le Cocq, membre de la Société :

LEINEKUGEL LE COCQ (G.). — **Étude sur un nouveau système de pont suspendu rigide à arcs doubles** (Ex. *Génie Civil*, 6, 13 et 20 janv. 1917). — **Étude sur l'emploi des câbles aux armées** (Ex. *Génie civil*, 14 et 21 juin 1919). In-4 (27×18) de 104 p., 69 fig., V pl. Paris, Le Génie civil, 6, chaussée d'Antin, 1919. **Pièce 13269**

LEINEKUGEL LE COCQ (G.). — **Deux applications du ciment armé aux usages de guerre** (Ex. *Procès-verbal de la séance du 26 mars 1920 de la Soc. des Ing. civ. de France*). In-8 (23×15) de 7 p. Paris, 19, r. Blanche (9^e). **Pièce 13270**

LEINEKUGEL LE COCQ (G.). — **L'application des câbles à la construction d'ateliers et de hangars pour avions ou dirigeables, à toiture suspendue** (Ex. *Génie civil*, 5 mars 1921). In-8 (25×16) de 24 p., 11 fig., I pl. Paris, Le Génie civil. **Pièce 13271**

LEINEKUGEL LE COCQ (G.). — **Sur les progrès techniques et d'exécution réalisés dans la reconstruction des ouvrages d'art du Nord et de l'Est par les ingénieurs civils**

français (Ex. *Mém. de la Soc. des Ing. civ. de France*, Bull. d'oct.-déc. 1921). In-8 (25 × 16) de 22 p., 1 pl. Paris, 19, r. Blanche (9^e). **Pièce 13272**

LEINEKUGEL LE COCQ (G.). — Sur l'évolution apportée par la guerre dans la construction des ponts suspendus modernes (Ex. *Mém. de la Soc. des Ing. civ. de France*, Bulletin de janv.-mars 1923). In-8 (25 × 16) de 19 p., 1 pl. Paris. **Pièce 13273**

LEINEKUGEL LE COCQ (GASTON). — Pont cantilever suspendu rigide sur le Trieux à Lézardrieux (Côtes-du-Nord) (Ex. *Génie civil*, 4 juill. 1925). In-4 (27 × 18) de 34 p., 11 fig., 1 pl. Paris, Le Génie civil. **Pièce 13274**

LEINEKUGEL LE COCQ (G.). — Le développement des ponts suspendus rigides et les grands ponts suspendus en Amérique (Ex. *Génie civil*, 6 août 1927). In-8 (25 × 16) de 19 p., 11 fig. Paris, Le Génie civil. **Pièce 13275**

..

BERTHELOT (CHARLES). — Le lavage du charbon par flottage (Comm. présentée au 6^e Cong. de Chimie indust., 26 sept.-2 oct. 1926). In-4 (27 × 21) de 20 p., 10 fig. Paris, Chimie et Industrie, 49, r. des Mathurins. (Don de l'auteur, membre de la Société). **Pièce 13276**

BERTHELOT (CHARLES). — Le cracking des pétroles (Comm. présentée au 6^e Cong. de Chimie indust., 26 sept.-2 oct. 1926). In-4 (27 × 21) de 7 p., 3 fig. Paris, Chimie et Industrie. (Don de l'auteur). **Pièce 13277**

BERTHELOT (CHARLES). — Les récents progrès dans la technique du lavage du charbon (Ex. *Revue de l'Industrie minière*, 1^{er} août 1927). In-4 (27 × 21) p. 313-326, 2 fig. Paris, 35, r. St-Dominique (7^e). (Don de l'auteur). **Pièce 13278**

CRAISSAC (ABEL). — La France et l'organisation internationale du travail. Rapp. présenté au Cong. départ. de Brignoles le 3 juill. 1927 (Ligue des Droits de l'Homme et du Citoyen. Fédér. départ. du Var). In-8 (21 × 13) de 12 p. Toulon, Imp. du Midi, 11, r. Charles-Poncy, 1927. **Pièce 13279**

Le Cinquantenaire de la Société industrielle de la Région de Fourmies (*Le Journal de Fourmies et des arrondissements d'Avesnes et de Vervins*, 17 sept. 1927). **Pièce 13280**

MAURER (P.). — Machinisme et automatisme. In-8 (23 × 14) de vi + 80 p. Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 1927. **Pièce 13281**

PHILIPPOTEAUX (A.). — Origines et débuts de la draperie sedanaise, 1575-1594. Lettres à M. le Président de l'Union de l'Industrie textile sedanaise. In-8 (23 × 15) de 40 p. Sedan, Imp. Suzaine, 1924. (Don de l'auteur). **Pièce 13282**

PHILIPPOTEAUX (A.). — Origines et débuts de l'industrie sedanaise, 1277-1667. Nouvelles lettres à M. le Président de l'Union de l'Industrie textile sedanaise. In-8 (23 × 15) de 86 p. Sedan, Imp. Suzaine, 1927. (Don de l'auteur). **Pièce 13283**

LAGATU (HENRI) et MAUME (LOUIS). — Sur le contrôle chimique du mode d'alimentation de la vigne par les engrais. Communication de M. Lagatu au Cong. des Engrais azotés de Synthèse de Montpellier, 1^{er} juin 1927 (Ex. *Progrès agricole et viticole*, 1927, 2^e sem.). In-8 (24 × 15) de 16 p. Montpellier, Roumegous et Déhan, 5, r. Vieille-Intendance, 1927. (Don des auteurs). **Pièce 13284**

SATET (R.). — L'organisation scientifique aux Imprimeries Delmas (du groupe des Imprimeries Delmas, Chapon, Gounouilhau). Monographie établie à la suite de l'étude faite aux imprimeries les 3 et 4 nov. 1926 (*Union des Indust. métall. et minières, de la Const. méc., élect. et métall. et des Ind. qui s'y rattachent*, 7, r. de Madrid, Paris (8^e). In-8 (25 × 19) de 36 p. Bordeaux, Imp. Delmas, 6, pl. St-Christoly, 1927. (Don de l'auteur, membre de la Société). **Pièce 13285**

BORDENAVE (L.). — Des explosions de poussières et de leur prévention (*Association des Industriels de France contre les Accidents du travail*). In-8 (24 × 16) de 21 p., 28 fig. Paris, 23, r. Albouy (10^e). **Pièce 13286**

GEORGE (HENRI). — L'industrie du verre de silice en France (Ex. *Revue générale de*

l'Électricité, 23 et 30 juill. 1927). In-4 (27 × 22) de 20 p., 32 fig. Paris, 12, pl. de Laborde 8°. (Don de l'auteur). Pièce 13287

GODFERNAUX (R.). — *Le charbon dans les chemins de fer en France* (Ex. *Revue générale des Chemins de fer*, novembre 1927). In-8 (24 × 16) de 15 p. Lille, Imp. L. Danel, 1927. Pièce 13288

..

Don de M. Ch. de Fréminville, secrétaire général de la Société :
THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. — *Transactions*. Vol. 41, 1919 à 46, 1924. New York, 29 West 39 th Street. Pér. 200

..

SOCIÉTÉ DES ANCIENS ÉLÈVES DES ÉCOLES NATIONALES D'ARTS ET MÉTIERS. — *Annuaire des Sociétaires*, 1927. Paris, 9 bis, av. d'Iéna (16^e). Pér. 136

ACADÉMIE DES SCIENCES. — *Table générale des comptes rendus des séances*. Tomes 122 à 151 (1896-1910). 1^{re} partie : *Auteurs*. Paris, Gauthier-Villars et C^{ie}, 1927. Pér. 101

INSTITUTION OF NAVAL ARCHITECTS. — *Transactions*. Vol. LXIX, 1927. London, W. C. 2., 5 Adelphi Terrace. Pér. 222

INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. — *Minutes of Proceedings*. Vol. 223, 1926-27 (part I). London, S. W. 1., Great George Street Westminster. Pér. 189

INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. — *Selected Engineering Papers*, n^{os} 43 : *Subaqueous tunnelling in compressed air, with reference to the Barking power-station cable tunnel under the river Thames*, 26 p., 1 pl. — 44 : *A new theory of bending*, 16 p., 9 fig. — 45 : *Poole waterworks*, 16 p., 4 fig. — 46 : *Characteristic point*, 37 p., 26 fig. — 47 : *The vibrations of frames*, 26 p., 5 fig. — 48 : *A method of obtaining the leading dimensions and of setting out the blade-forms for hydraulic turbines of the Francis mixed-flow and propeller types*, 22 p., 8 fig. — 49 : *A generalized method for traverse surveys in open country*, 47 p., 12 fig. — 50 : *The superelevation of highway curves*, 14 p., 8 fig. — 51 : *Tests to determine the effects of throttling the inlet on the characteristics for a fan*, 16 p., 9 fig. — 52 : *The constitution of clay-mud*, 15 p. — 53 : *The reconstruction of Mossgiel tunnel*, 9 p., 5 fig., 1 pl. — 54 : *Notes on railway survey*, 34 p. — 55 : *The surge-chamber in hydro-electric installations*, 28 p., 3 fig. — 56 : *The philosophy of masonry arches*, 34 p., 6 fig. London, S. W. 1., Great George Street, 1927. Pér. 189

INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. — *Institution Lecture of Students*. Session 1926-27 : *The testing of heat-engines*, by H. R. J. BURSTALL, 17 p. London, 1927. Pér. 189

IRON AND STEEL INSTITUTE. — *Journal*. 1927, n^o 1, vol. CXV. London, S. W. 1., 28, Victoria St. Pér. 157

IRON AND STEEL INSTITUTE. — *Carnegie Scholarship Memoirs*. Vol. XVI, 1927. London. Pér. 157

IRON AND STEEL INSTITUTE. — *Charter, bye-laws and list of members and associates*. 1927. London. Pér. 157

CANADA DEPARTMENT OF MINES. MINES BRANCH. — *Catalogue of Mines Branch publications* (14th ed.). Ottawa, 1927. Pér. 161

LISTE DES NOUVEAUX MEMBRES ADMIS PENDANT L'ANNÉE 1927

A FAIRE PARTIE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

- M. ARBEL (Lucien) (✳, ⚙, ⚙), Ingénieur des Arts et Manufactures, maître de forges, administrateur-délégué des Établissements Arbel, président de la Société des Fours à Coke de Douai et de la Société de Location de Vagons de Grande Capacité, 4, avenue d'Eylau, Paris (16^e), parr. MM. de Fréminville et Sauvage (5 novembre 1927).
- M. BAZILLE (Alfred), ingénieur-directeur des Usines de la Société d'Éclairage, Chauffage et Force motrice, 178, avenue d'Épinay, Gennevilliers (Seine), parr. MM. Guillery et Androuin (26 mars 1927).
- M. BECHMANN (Lucien) (✳, ⚙, ⚙), architecte, diplômé par le Gouvernement, 60, rue des Vignes, Paris (16^e), parr. M. Colmet Daâge (22 octobre 1927).
- CAISSE NATIONALE DE CRÉDIT AGRICOLE (le directeur général de la), 5, rue Casimir-Périer, Paris (7^e), parr. MM. Ringelmann et Lemaire (12 mars 1927).
- M. CHALUMEAU (Camille) (✳, I ⚙, ⚙), Ingénieur des Arts et Manufactures, licencié ès sciences, Ingénieur en chef de la ville de Lyon, Directeur général des Services de Travaux publics et de Voirie, 46, rue de l'Hôtel-de-Ville, Lyon (Rhône), parr. MM. Zetter et Lemaire (18 décembre 1926).
- CHAMBRE SYNDICALE DES FABRICANTS D'ACCESSOIRES ET PIÈCES DÉTACHÉES D'AUTO-MOBILES (Bureau de Normalisation), 48, rue de Tilsitt, Paris (17^e), parr. MM. Lemaire et Sauvage (26 novembre 1927).
- M. CHAPTAL (Henri de) (✳, ⚙), industriel, 10, rue Poussin, Paris (16^e), parr. MM. Schneider et Lemaire (26 mars 1927).
- M. CONSTANTINESCU (Mitita) (✳), docteur en droit, avocat, Strada Plantelor, 7, Bucarest (Roumanie), parr. MM. de Fréminville et Sauvage (28 mai 1927) (membre à vie).
- M. CORBLIN (Henri) (✳), Ingénieur agronome, constructeur mécanicien, 8, boulevard Sellier, Montgeron (Seine-et-Oise), parr. MM. Ringelmann et Lemaire (26 mars 1927).
- M. CROSNIER (Victor) (✳, ⚙), Ingénieur des Arts et Manufactures, directeur des Usines du Pied-Selle à Issoudun, 44, rue des Guédons, Issoudun (Indre), parr. MM. Compagnon et Lemaire (26 mars 1927).
- ÉCOLE NATIONALE D'ARTS ET MÉTIERS D'ANGERS (Maine-et-Loire), parr. MM. Guillery et Androuin (26 février 1927).
- ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL, 1430, rue Saint-Denis, Montréal (Canada), parr. MM. Lemaire et Sauvage (30 avril 1927).

- GABET (Baron Francisque) (*), conseiller du Commerce extérieur de la France, agent de change honoraire, 30, boulevard des Italiens, Paris (9^e), parr. MM. Sauvage et de Fréminville (14 mai 1927).
- M. GREBEL (André) (✱), Ingénieur diplômé de l'Institut industriel du Nord, ingénieur-conseil, 22, rue Condorcet, Paris (9^e), parr. MM. Dumanois et Lemaire (26 mars 1927).
- M. HARDY (Georges) (*, ✱), ancien élève de l'École normale supérieure, agrégé d'histoire, docteur ès lettres, lauréat de l'Institut, directeur de l'École coloniale, 2, avenue de l'Observatoire, Paris (6^e), parr. MM. Gruner et Lemaire (22 octobre 1927).
- M. HELBRONNER (Paul) (O. ✱, ✱), docteur ès sciences mathématiques, ingénieur géographe, membre du Comité national de Géodésie, 46, avenue Kléber, Paris (16^e), parr. MM. Mesnager et Sauvage (30 avril 1927) (membre à vie).
- M. JOSSE RAND (Frédéric), représentant en machines agricoles (charrues Huard), 98, rue Chevreul, Lyon (Rhône), parr. MM. Ringelmann et Lemaire (18 décembre 1926).
- M. KARPINSKY (Stéphan), ingénieur civil, 40, rue Brancas, Sèvres (Seine-et-Oise), parr. MM. Lindet et Lemaire (26 mars 1927).
- M. LABERGERIE (Jules) (O. ✱), ancien viticulteur, 9, rue Brueys, Montpellier (Hérault), parr. MM. Viala et Ringelmann (22 octobre 1927).
- M. LAURENT (Théodore) (C. ✱), président de la Compagnie des Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt, 12, rue de La-Rochefoucauld, Paris (9^e), parr. M. Sauvage (22 octobre 1927).
- M. LEBARON (Eugène) (✱), industriel, directeur technique de la Société des Chromographes Lebaron Frères, 23, rue Muller, Paris (18^e), parr. MM. Léon Lebaron et Lemaire (22 octobre 1927).
- M. LEBARON (Léon) (✱), industriel, directeur commercial et administrateur de la Société des Chromographes Lebaron Frères, 27, rue d'Orsel, Paris (18^e), parr. M. Lœbnitz (12 mars 1927).
- M. PINEAU (Louis) (O. ✱), directeur de l'Office national des Combustibles liquides (Ministère du Commerce et de l'Industrie), 37, avenue Duquesne, Paris (7^e), parr. MM. Bordas et Lindet (12 février 1927).
- M. PLANÈS (Eugène) (*), directeur de la Manufacture nationale des Gobelins, 42, avenue des Gobelins, Paris (13^e), parr. MM. Magne et Ferrand (5 novembre 1927).
- M. PONTIÈRE (Maurice), publiciste, 28, rue Victor-Hugo, Bois-Colombes (Seine), parr. MM. de Fréminville et Androuin (14 mai 1927).
- M. POSTEL-VINAY (Marcel) (*), ingénieur, administrateur-délégué de la Société des Appareils de Levage, 2, avenue de Villars, Paris (7^e), parr. MM. Sabouret et Masson (22 octobre 1927).

- M. RAUBER (Émile) (✱), ancien élève de l'École polytechnique, ingénieur, directeur de la Centrale électrique de Gennevilliers, 1, avenue d'Argenteuil, Gennevilliers (Seine), parr. M. Sauvage (22 janvier 1927).
- M. RICARD (Prosper) (✱, I. ✱), Inspecteur des Métiers d'Art indigènes, chef du Service des Arts indigènes au Maroc, Médersa des Oudaïas, Rabat (Maroc), parr. le maréchal Lyautey, MM. Hardy et Lemaire (30 avril 1927).
- M. RIMAILHO (Émile) (C. ✱, ✱), lieutenant-colonel d'artillerie en retraite, 83, avenue du Bois-de-Boulogne, Paris (16^e), parr. M. de Fréminville (27 novembre 1926).
- M. ROUX (Eugène) (G. O. ✱, I. ✱, C. ✱), docteur ès sciences, conseiller d'État, directeur de l'Institut des Recherches agronomiques, directeur des Services scientifiques et sanitaires et de la Répression des Fraudes au Ministère de l'Agriculture, 42, rue de Bourgogne, Paris (7^e), parr. M. Ringelmann (22 octobre 1927).
- 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, 68, rue Duhesme, Paris (18^e), parr. M. de Fréminville (13 novembre 1926).
- M. SAUPIQUE (Georges) (✱), sculpteur, membre du Jury à l'Exposition des Arts décoratifs de Paris de 1925, 105, rue Notre-Dame-des-Champs, Paris (6^e), parr. MM. Magne et Lemaire (5 novembre 1927).
- M. SCHNEIDER (Charles) (✱), artiste et maître de verrerie, 70, avenue du Chemin-de-fer, Épinay-sur-Seine (Seine), parr. MM. Magne et Lemaire (12 février 1927).
- SOCIÉTÉ ANONYME TH. BARROIS, Filature et Retorderie de Coton, 87, rue de Lannoy, Fives-Lille (Nord), parr. les Établissements Agache Fils (22 janvier 1927).
- SOCIÉTÉ ANONYME DES GRANITS PORPHYROÏDES DES VOSGES, 4, rue de Castellane, Paris (8^e), parr. Verreries Schneider et M. Lemaire (26 mars 1927).
- SOCIÉTÉ ANONYME FRANÇAISE MITSUBISHI, exportation-importation, 144, avenue des Champs-Élysées, Paris (8^e), parr. M. Lemaire (26 mars 1927).
- M. TCHAYEFF (Serge), ingénieur, lauréat de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, 25, avenue Victor-Emmanuel-III, Paris (8^e), parr. MM. Feret et Lemaire (26 mars 1927).
- M. TESTOUX (Félix), représentant de Commerce, 8, rue de Clérieux, Romans-sur-Isère (Drôme), parr. MM. Jossier et Lemaire (22 janvier 1927).

TABLE ALPHABÉTIQUE
DES NOMS DES AUTEURS MENTIONNÉS
DANS LA CENT VINGT-SIXIÈME ANNÉE DU BULLETIN
(JANVIER-DÉCEMBRE 1927)

126^e 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

ABBATUCCI (Dr S.). — Conférence sur le conflit des idées sous les tropiques. Le médecin d'influence française.	III	209
— <i>Les services d'hygiène publique dans les colonies françaises</i>	VI	479
ABBOTT (W. L.)	II	85
ALLEMAGNE (Henry d'). — Les vitraux d'art moderne de l'église de Beine (Marne), d'après les cartons de M. Henry Marcel MAGNE (Extrait du procès-verbal de la séance du 15 février 1927 du Comité des Constructions et des Beaux-Arts) . . .	II	464
AMMANN (Paul)	II	146
ANDERSON	I	21
ANDRÉ (Émile) et CANAL (Henri). — Les huiles de pépins de raisins. Caractères physiques et chimiques de quelques huiles de production française et algérienne. VII-VIII-IX		542
ANDROUIN (J.). — Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur un véhicule automobile à accumulateurs électriques conçu par M. René RETEL (Compte rendu de l'Ass. gén. solennelle du 26 mars 1927). IV		266
ANDROUIN (M.-J.). — L'unification industrielle. Étude de normalisation : Constitution d'une série rationnelle de vis de serrage à têtes fendues pour constructions mécaniques. VI		405
— Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur le palier à double articulation, imaginé et construit par MM. DEGUEURGE et VADON.	XII	772

— — (Compte rendu de la séance publ. du 26 novembre 1927). XII	804
— Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur les dispositifs de sécurité pour presses mécaniques alimentées à la main, imaginés et construits par Octave LEROY . XII	775
— — (Compte rendu de la séance publ. du 26 novembre 1927). XII	801
ANGLÈS (Paul) et DUPONT (Émile). — <i>Précis de législation usuelle et commerciale</i>	XII 810
ARGO	I 21
AUBRY (Émile). — Voir LYON.	
AUDEBERT (Prof.)	XII 791

B

BARATTE (J.). — <i>Manuel de biscuiterie</i> .	V	398
BARBET (L.-A.). — Le chauffage des bâtiments civils et des palais nationaux (Rapport) à la Commission d'Utilisation du Combustible). .	II	98
BARBILLION (L.). — <i>Modes spéciaux de traction électrique à courant continu</i> .	XII	807
BEAU (Maurice) et BOURGAIN (Ch.). — <i>L'industrie fromagère : I. La science fromagère ; II. La pratique fromagère</i> .	V	398
BEGHIN (Henri). — Les applications du gyroscope à la navigation maritime ou aérienne	VII-VIII-IX	581
BEL (J.-M.). — L'ouvrage de M. Albert PASSAGEZ sur l'azote et le pétrole.	VI	450
BERTHELOT (Charles). — Communication sur l'état de nos connaissances		

- sur la composition et les propriétés de la houille (Compte rendu de la séance publique du 30 avril 1927). V 388
- — (Mémoire) VII-VIII-IX 485
- BERTHELOT (Daniel). — Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur le stroborama de MM. Laurent et Augustin SEGUIN (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 26 mars 1927) IV 273
- BERTRAND (Gabriel). — Séance publique du 8 janvier 1927 II 451
- BLOCH (Richard). — La vie chère : les voyages et les tarifs de transports ferroviaires X 684
- BONNET (Georges). — Voir DUMANOIS.
- BONNET (J.). — L'industrie de l'huile de pépins de raisins . . VII-VIII-IX 523
- BONVOISIN XII 791
- BORDENAVE (Lucien). — Voir MASSON.
- BORDENEUVE XII 788
- BOREAU (Gabriel). — Voir LYON.
- BOURGAIN (Ch.). — Voir BEAU.
- BOUTON. — Voir WALCKENAER.
- BOVERAT (F.). XII 791
- BRÉHIER XII 788
- BRUNTSCHWIG (R.). — Conférence sur le problème mondial du pétrole (Mémoire) I 43
- Rapport à la Commission d'Utilisation du Combustible sur l'emploi du coke comme combustible de chauffage central. IV 330
- Voir WALCKENAER.

C

- CAMBON (Victor). — *La fabrication des colles et gélatines, traitement industriel des animaux abattus*. . . . VI 474
- CANAL (Henri). — Voir ANDRÉ.
- CARPENTIER (Jean). — Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur la méthode d'élimination des parasites en radiotélégraphie de M. Charles VERDAN (Compte rendu de l'Ass. génér. du 26 mars 1927). IV 282
- Analyse de : *Les aimants, leurs calcul et la technique de leurs applications*, par R. V. PICOU. . . . XII 809
- CARRIÈRE. — Obtention d'alcool éthylique à partir des matières végé-

- tales, en particulier des sarments de vigne VII-VIII-IX 612
- CASTEN (A.). — *Accumulateurs électriques* XII 812
- CHABRIÉ I 28
- CHALUMEAU (C.). — Voir ZETTER.
- CHAPTAL (Mgr) XII 791
- CHESNEAU. — Discours prononcé aux obsèques de M. HATON de la GOUPILLIÈRE. III 176
- CHESNEAU (G.). — Analyse de : *Cours d'exploitation des mines*, par L.-E. GRUNER. V 396
- CHEVALIER (Aug.) II 145
- CLÉMENT. — Voir TRILLAT.
- COLMET DAËGE. — Le chauffage central au gaz XI 747
- Le béton cellulaire. XII 787
- CORBLIN (Henri). — Voir RINGELMANN.
- CORDIER (G.). — Nécrologie de M. Émile BOYOD, membre du Conseil. IV 314
- COUGOULE (D^r) XII 791
- CURCHOD (Adr.). — Voir TORICES.

D

- DABOUST (Charles). — Voir JOSSIER.
- DAMIENS (A.). I 28
- DANTZER (James). — Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur les travaux de M. Élisée DUHAMEL, relatifs au lavage de la laine en suint (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 26 mars 1927). IV 265
- Analyse de : *L'industrie de la confection en France et des objets confectionnés*, par M^e RENARD-MORIZOT. XI 762
- DEGUEURCE. — Voir ANDROUIN (M.-J.).
- DEUREN (Colonel Pierre van). — Conférence sur la solution des transports et de la force hydro-électrique dans le bas Congo (mémoire). III 183
- DION (de). — Voir WALCKENAER.
- DUCOMET. XII 788
- DUFOUR. — Voir GONDET.
- DUFRESNE (Augustin). — Voir VILLEY.
- DUHAMEL (Élisée). — Communication sur les économies considérables que l'application au savon des théories colloïdales permet de réaliser [dans le lavage des laines] (Compte rendu de la séance publ. du 8 janv. 1927). II 153

- Voir DANTZER.
 DUMANOIS (Paul). — Conférence au sujet de la limite de compression dans les moteurs à explosion (mémoire). I 36
 — Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques (Compte rendu de l'Ass. gén. solennelle du 26 mars 1927), sur les travaux sur les carburants de M. André GREBEL. . . IV 267
 — M. P. E. MAILLARD IV 294
 — Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur le dynamomètre enregistreur, imaginé par Georges BONNET, pour la mesure de la tension des commandes d'avions pendant le vol. XII 779
 — — (Compte rendu de la séance publique du 26 nov. 1927). XII 801
 — Analyse de : *Contribution à l'étude du graissage. Onctuosité. Influences moléculaires*, par Paul WOOG. . . XI 765
 DUPONT (Émile). — Voir ANGLÈS.

F

- FARRINGTON (Frank). II 91
 FERET (R.). — Rapport, au nom du Comité des Constructeurs et des Beaux-Arts, sur le solomite de M. S. N. TCHAYEFF. (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 26 mars 1927). IV 297
 — Contribution à l'étude du durcissement des empierements de chaussées silicatés V 361
 FERRIÉ (Général G. A.). — Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur les travaux de M. Pierre LEJAY sur les perturbations orageuses du champ électrique de l'atmosphère (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 26 mars 1927). IV 280
 — Analyse de : *Les perturbations orageuses du champ électrique et leur propagation à grande distance. Une application de l'électromètre amplificateur*, par Pierre LEJAY XI 763
 FÉRY (Ch.). — Analyse de : *Accumulateurs électriques*, par A. CASTEX. XII 812
 FEYTAUD (Dr). XII 788
 FLOUCH XII 788
 FRANÇOIS-MARSAL XII 791

- FRÉMINVILLE (Ch. de). — La collaboration des patrons et des ouvriers aux États-Unis et ses conséquences économiques. L'état de la question dans les industries de la construction et des mines. II 85
 — Rapport, à l'Assemblée générale solennelle du 26 mars 1927, sur :
 — — l'attribution du prix Fourcade en faveur d'ouvriers de fabriques de produits chimiques. IV 259
 — — l'attribution de la médaille Dumas. IV 260
 — — les médailles de bronze décernées aux contremaîtres et aux ouvriers des établissements industriels et des exploitations agricoles. . IV 306
 — Deux nouveaux procédés de soudure « par l'arc » n'altérant pas la ductilité du métal. V 383
 — Deux notices scolaires de M. Ch. FREMONT : la lime et l'étau, leur origine et leur évolution X 678
 — Analyse de : *La sélection psychophysio-logique des travailleurs. Conducteurs de tramways et d'autobus*, par J.-M. LAHY. XII 806
 FREMONT (Ch.). — Voir FRÉMINVILLE (de).

G

- GABREAU (J.-L.). — Communication sur une nouvelle pile thermo-électrique de son invention et sur son application au contrôle de l'extinction des lanternes des signaux de chemins de fer (Compte rendu de la séance publique du 14 mai 1927) . . . VI 467
 GAIN (L.). — Voir ROUCH.
 GALL (Henry). — Rapport, au nom du Comité des Arts chimiques, sur l'œuvre des Établissements Kuhlmann (Compte rendu de l'Ass. gén. solennelle du 26 mars 1927). . IV 261
 — Adresse de la Soc. d'Encouragement au Centenaire de Marcelin BERTHELOT (Paris, 23-26 oct. 1927). . XII 771
 GALLO (Gino). I 19
 GASTELLU (Charles). — Voir MEUNIER.
 GÉLIS (P.). — Table de Pythagore à occultations (Extrait du procès-verbal de la séance du 5 avril 1927 du Comité des Arts mécaniques). V 393

GILBERT.	II	93
GODBERT (A.-L.). — <i>Laboratory methods of determining the inflammability of coal dusts. Historical survey and preliminary examination of the problems involved.</i>	V	395
GODILLAC.	XII	788
GODINEAU (Mlle)	XII	788
GONDET (Henri). — Communication sur la production et l'utilisation du vide poussé dans les appareils métalliques démontables (pompe à vide moléculaire, tubes métalliques à rayons X, lampes T. S. F. métalliques, spectrographes à réseau dans le vide, oscillographes cathodiques) et présentation de divers appareils, notamment l'oscillographe cathodique DUFOUR (Compte rendu de la séance publique du 28 mai 1927).	VI	469
— — (Mémoire) :	VII-VIII-IX	512
GRANJON (R.). — La soudure autogène dans les assemblages nécessitant des soins particuliers. . . .	VII-VIII-IX	564
— Contrôle des soudures. Exemples d'assemblages nécessitant des soins particuliers.	VII-VIII-IX	569
GRARD (Charles). — Voir RENARD.		
GREBEL (André). — Voir DUMANOIS.		
GRIGAUT (Maurice). — <i>Géographie générale et économique.</i>	VI	478
GRUELLES	XII	788
GRUNER (L.-E.). — <i>Cours d'exploitation des mines.</i>	V	396
— Analyse de : <i>Cartes industrielles de la Lorraine, de l'Alsace, du Territoire de la Sarre</i> , éditées par la Société de Documentation industrielle, Strasbourg.	V	399
— — <i>Aperçu économique sur la région de Fourmies. Géographie, géologie, industrie, agriculture, histoire et tourisme.</i> Notes publiées par la SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE à l'occasion de son Cinquantenaire, 1874-1924. . . .	XII	810
GUIBIER (H.). — Voir LECOMTE.		
GUILLAUME (André). — Un conseil paritaire de conciliation dans une manufacture. Sept années de fonctionnement.	VI	459
GUITTONNEAU.	XII	788

H

HARDY (Georges). — Analyse de : <i>Les bois de l'Indochine</i> , par Henri LECOMTE, avec un appendice sur <i>Les caractères généraux de la forêt indochinoise</i> , par H. GUIBIER	V	400
HAURY (P.).	XII	791
HENRY (Yves)	II	146
HIERNAX (Jules). — Communication sur une université du travail (Compte rendu de la séance publique du 22 janvier 1927).	II	160
HITIER (Henri). — Rapport, au nom du Comité d'Agriculture, sur les travaux de M. MIÈGE, chef du Service de l'Expérimentation agricole au Maroc (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 26 mars 1927). . .	IV	285
HUMISTON	I	21

I J

ISAAC (A.).	XII	791
JOSSIER (Gabriel). — Rapport, au nom du Comité des Arts chimiques, sur les travaux de M. Charles DABOUST sur la récupération des matières grasses (Compte rendu de l'Ass. gén. solennelle du 26 mars 1927). . .	IV	295
JULHIET (Ed.). — Analyse du : <i>Précis de législation usuelle et commerciale</i> , par Paul ANGLÈS et Émile DUPONT. . .	XII	810

L

LACON (Maurice). — Rapport, au nom du Comité de Commerce, sur diverses œuvres d'apprentissage dues à l'initiative privée (Compte rendu de l'Ass. gén. sol. du 26 mars 1927). . .	IV	298
— La construction de maisons à bon marché par entraide d'ouvriers de métiers quelconques (Extrait du procès-verbal de la séance du 3 mars 1927 du Comité de Commerce) . . .	IV	346
LAGARDELLE (Hubert)	XII	791
LAHY (J.-M.). — <i>La sélection psychophysiologique des travailleurs. Conducteurs de tramways et d'autobus.</i> . .	XII	806
LAMBERT.	XII	791
LAZARKEVITCH (N.-A.). — <i>Le lin, sa culture et son industrie dans l'Europe occidentale.</i>	VI	476

LEBARON FRÈRES. — Voir TRILLAT.	
LEBEAU (P.). — Conférence sur la préparation industrielle du fluor (Mémoire).	I 45
LECOMTE (Henri). <i>Les bois de l'Indochine</i> avec un appendice sur <i>Les caractères généraux de la forêt indochinoise</i> , par H. GUIBIER.	V 400
LEFAS.	XII 791
LEJAY (Pierre). — <i>Les perturbations orageuses du champ électrique et leur propagation à grande distance. Une application de l'électromètre amplificateur</i>	XI 763
— Voir FERRIÉ.	
LEMAIRE (Eugène). — Analyse de : <i>La fabrication des colles et gélatines, traitement industriel des animaux abattus</i> , par Victor CAMBON.	VI 474
— — <i>Aide-mémoire du commerce et des industries du bois</i> , par P. RAZOUS.	VI 474
— — <i>La géochimie</i> , par W. VERNADSKY.	VI 475
— — <i>Le lin, sa culture et son industrie dans l'Europe occidentale</i> , par N.-A. LAZARKEVITCH.	VI 476
— — <i>The alkali Industry (La grande industrie chimique)</i> , par J.-R. PARTINGTON.	VI 476
— — <i>Éléments d'astrophysique. Introduction à l'énergétique solaire et stellaire</i> , par Albert NODON.	VI 477
— — <i>L'Antarctide. Voyage du « Pourquoi-Pas? », (1908-1910)</i> , par J. ROUCH.	VI 477
— — <i>Géographie générale et économique</i> , par Maurice GRIGAUT.	VI 478
— — <i>Les services d'hygiène publique dans les colonies françaises</i> , par le Dr S. ABBATUCCI.	VI 479
— — <i>Les régions polaires</i> , par J. ROUCH.	VI 480
— — <i>Où se renseigner sur nos produits coloniaux</i>	XII 813
LEMOINE (Jules).	VII-VIII-IX 581
LEQUEUX (R.). — Communication sur la dessiccation des matières vivantes et en particulier des produits opothérapiques (Compte rendu de l'Ass. gén. du 18 déc. 1926).	I 77
— — <i>Mémoire</i>	II 127
LEROY (Octave). — Voir ANDROUIN (M.-J.).	

LEY (Désiré). — Voir VILLEY.	
LIÈVRE.	XII 788
LINDET (Léon). — Rapport, au nom du Comité d'Agriculture, sur la baratte « Butyro » de M.-S. KARPINSKY (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 26 mars 1927).	IV 296
— Analyse de : <i>Manuel de biscuiterie</i> , par J. BARATTE.	V 398
— — <i>L'industrie fromagère</i> , par Maurice BEAU et Ch. BOURGAIN.	V 398
LONGCHAMPS (des). — Conférence sur la mise en valeur de l'Afrique Occidentale française (Mémoire).	III 195
— — (Compte rendu de la séance publique du 26 février 1927).	III 241
LYAUTEY (Maréchal). — Rapport, au nom du Comité de Commerce, sur l'œuvre de résurrection des arts indigènes du Maroc par M. Prosper RICARD et ses collaborateurs (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 26 mars 1927).	IV 292
LYON (Gustave). — Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur le « violonista » de MM. G. BOREAU et E. AUBRY (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 26 mars 1927).	IV 272
— Analyse de : <i>Recherches expérimentales sur la propagation du son dans un long tuyau cylindrique</i> , par Th. VAUTIER.	XII 808

M

MAGNE (Henry-Marcel). — Voir ALLEMAGNE (Henry d').	
MAHOUX.	XII 788
MAÎTRE (A.). — Communication sur le « pianor », dispositif inventé par MM. MAÎTRE et MARTIN et construit par M. SCRIVE, s'adaptant aux pianos ordinaires et leur conférant les sons de l'orgue (Compte rendu de la séance publique du 26 novembre 1927).	XII 804
MANGIN. — Séance publique du 22 octobre 1927.	XI 753
MARCOTTE (Edmond). — <i>Les moteurs à explosion. Les moteurs à combustion</i>	V 395
MARGAILLAN (L.). — Remarques sur	

- l'huile de pépins de raisin. . VII-
VIII-IX 560
- MARTIN. — Voir MAÎTRE.
- MASSON (Léon). — Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur les travaux de M. Lucien BORDENAVE en vue de la prévention des explosions de poussières dans les usines. XII 773
- — (Compte rendu de la séance publique du 26 novembre 1927. XII 801
- MATHEWS. I 21
- MATHIEU (M.). — *Transformateurs de puissance. Calculs, constructions, applications industrielles. Bobines d'inductance* XI 764
- MAURETTE (Fernand). — L'organisation internationale du travail. . . . IV 317
- MAURICE (F.). — Communication sur l'Horo-Memo, aide-mémoire mécanique (Mémoire). II 433
- — (Compte rendu de la séance publique du 12 février 1927). . . III 239
- MERLIN (Général). I 75
- MESLANS (M.). I 48
- MESNAGER (A.). — Assemblée générale du 18 décembre 1926. I 76
- MEUNIER (A.). — Tableau d'économie coloniale (Extrait du procès-verbal de la séance du 7 avril 1927 du Comité de Commerce). . . . V 394
- MEUNIER (Louis) et GASTELLU (Charles). — Les tannins synthétiques. . . XI 732
- MEYER. I 23
- MIÈGE (Em.). — Aperçu sur les plantes tannifères du Maroc. X 645
- Voir HITIER.
- MOISSAN (Henri). I 45
- MONTARD (Guy de). — Le 1^{er} Congrès commercial de la Prune et du Pruneau (Agen, 29-30 août 1927). XII 788
- N**
- NAISSANT. XII 788
- NETTER (J.). — *Voitures et wagons. Matériel, freinage, éclairage, chauffage*. XII 806
- NOACHOVITCH (Georges). — Communication sur la normalisation des matières premières coloniales, ses rapports avec la mise en valeur de nos colonies et avec la défense nationale (Compte rendu de la séance publique du 5 novembre 1927). XII 796
- NODON (Albert). — *Éléments d'astrophysique. Introduction à l'énergétique solaire et stellaire* VI 477
- NOTTIN (P.). — Evolution de la fabrication de la margarine sous l'influence du progrès scientifique III 221
- O**
- OCAGNE (Maurice d'). — Discours prononcé aux obsèques de M. HATON de la GOUPILLIÈRE III 174
- P**
- PAGUE II 93
- PARTINGTON (J. R.). — *The alkali industry (La grande industrie chimique)*. . . . VI 476
- PASSAGEZ (Albert). — Voir BEL.
- PASSELÈGUE (G.). — Recherches sur les concasseurs à noix de palme. . . II 145
- *Les concasseurs à noix de palme*. VI 471
- PATART. — Sur la question de la transformation des combustibles solides en combustibles liquides (Compte rendu de la séance publique du 30 avril 1927) V 390
- PETITPAS (Julien). — L'agglomération des sciures de bois et des copeaux d'usinage. X 672
- PICOU (R. V.). — *Les aimants, leur calcul et la technique de leurs applications*. XII 809
- PLANCHE (René). — Voir SAUVAGE.
- POHER. XII 788
- POULENC (Camille). I 48
- R**
- RATEAU (A.). — Extrait du discours prononcé lors de la commémoration, par la Société des Ingénieurs civils de France, du centenaire de la réalisation industrielle de la turbine hydraulique par Benoît FOURNEYRON. VII-VIII-IX 603
- RAZOUS (Paul). — Etat actuel de la question des assurances sociales. . . III 227
- *Aide-mémoire du commerce et des industries du bois*. VI 474
- RENARD (Lieut.-Col. Paul). — Rapport,

- au nom du Comité des Arts économiques, sur les travaux de métallurgie de M. l'Inspecteur général de l'Aéronautique Charles GRARD (Compte rendu de l'Ass. gén. solennelle du 26 mars 1927). IV 274
- Communication sur la crise de l'aviation française (Compte rendu de la séance publique du 22 oct. 1927). XI 738
- RENARD-MORIZOT (M^{me}). — *L'industrie de la confection en France et des objets confectionnés*. XI 762
- RETEL (René). — Voir ANDROUIN.
- REY (Jean). — Analyse de : *Modes spéciaux de traction électrique à courant continu*. XII 807
- RICARD (Prosper). — Voir LYAUTEY.
- RINGELMANN (Max). — Rapport, au nom du Comité d'Agriculture, sur les travaux de M. Henri CORBLIN (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 26 mars 1927) IV 263
- De la traction moyenne des char-rués V 353
- Analyse de : *Les concasseurs à noir de palme*, par G. PASSELÈGUE . . . VI 471
- RISLER (Georges). — Rapports, au nom du Comité de Commerce (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 26 mars 1927) sur : l'œuvre du *Foyer français* IV 287
- — l'œuvre de la Société d'Habitations à bon marché Le Foyer ouvrier de Rouen. IV 288
- Les villages-sanatoriums de haute altitude IV 291
- IX^e Congrès national de la Natalité et des Familles nombreuses (Toulouse, 29 sep.-1^{er} oct. 1927) . . XII 791
- RIVIÈRE. — Voir TRILLAT.
- ROUCH (J.). Les pôles magnétiques. VI 431
- *L'Antarctide. « Voyage du Pourquoi-Pas? » (1908-1910)*. VI 477
- *Les régions polaires*. VI 480
- L'aurore polaire X 641
- ROUCH (J.) et GAIN (L.). — Brume et brouillard V 368
- ROUX (Albert). — L'examen spectrographique des métaux au moyen des rayons X. X 663
- ROY (F.). — L'activité de l'Association cotonnière coloniale en 1925 et en 1926 I 73
- RUFF (Otto). I 19
- ### S
- SABOURET (V.). — Analyse de : *Voitures et wagons. Matériel, freinage, éclairage, chauffage*, par J. NETTER. XII 806
- SANDOW I 23
- SATET (R.). — *L'organisation scientifique aux Imprimeries Delmas*. XII 809
- SAUVAGE (Ed.). — Séances publiques du — 22 janvier 1927. II 157
- — 12 février — III 238
- Séances publiques :*
- — 26 — — III 239
- — 12 mars — IV 341
- — 30 avril — V 386
- — 14 mai — VI 465
- — 28 — — VI 468
- — 5 novembre — XII 794
- — 26 — — XII 801
- Assemblée générale solennelle du 26 mars 1927. III 245
- Notice bibliographique sur les chargeurs mécaniques de foyers de locomotives. II 168
- Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur un compresseur rotatif imaginé et construit par M. René PLANCHE (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 26 mars 1927) IV 264
- Nécrologie de M. Louis SALOMON, membre du Conseil. IV 312
- Analyses de : *Laboratory methods of determining the inflammability of coal dusts. Historical survey and preliminary examination of the problems involved*, par A.-L. GODBERT . . . V 395
- Commémoration du centenaire de James WATT (Extrait du procès-verbal de la séance du 5 avril 1927 du Comité des Arts mécaniques). . . V 391
- L'exposition du centenaire du *Baltimore and Ohio Railroad* en 1927. XI 749
- Célébration du cinquantenaire de la fondation de la Société industrielle de Fourmies (10 septembre 1927). XI 743
- SCHUBERT (A.). II 168
- SCRIVE. — Voir MAÎTRE.

- SEGUIN (Laurent et Augustin). — Voir BERTHELOT.
- SIGMANN. XII 788
- SIMONS (Joseph) I 25
- SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE FOURMIES.
Aperçu économique sur la région de Fourmies. Géographie, géologie, industrie, agriculture, histoire et tourisme.
Notes publiées à l'occasion du Cinquantenaire de la Société, 1874-1924.
XII 810
- SOULIÉ (Jean). — Le charbon de bois, carburant des poids lourds. Sa fabrication au moyen des fours mobiles, les sous-produits. . . VII-VIII-IX 618

T

- TORICES (F.) et CURCHOD (Adr.). — *Schémas et règles pratiques de bobinage des machines électriques.* . XII 812
- TOURNIER (Marcel). — Communication sur le « piacocanto » piano à vibrations entretenues électriquement (Compte rendu de la séance publique du 12 mars 1927). IV 343
- — (Mémoire) XI 723
- TOUSSAINT (René). — Photo-colorimètre T. C. B. à mesures indépendantes de l'œil pour la mesure des couleurs dans l'industrie (Mémoire). . . VI 421
- — (Compte rendu de la séance publique du 14 mai 1927) . . . VI 467
- TRILLAT (A.). — Rapports, au nom du Comité des Arts chimiques (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 26 mars 1927) : sur les travaux de MM. CLÉMENT et RIVIÈRE sur les vernis cellulosiques. . . . IV 268
- Le chromographe de MM. LEBARON FRÈRES IV 270
- TROMBERT (Albert). — *La participation aux bénéfices* XI 758
- TROUVELOT. XII 788

V

- VADON. — Voir ANDROUIN (M.-J.).
- VAUTIER (Th.). — *Recherches expérimentales*

- sur la propagation du son dans un long tuyau cylindrique.* . . XII 808
- VERDAN (Charles). — Voir CARPENTIER.
- VERNADSKY (W.). — *La géochimie.* VI 473
- VIEUILLE. XII 791
- VILLEY (Étienne). — La théorie des hauts salaires. VI 436
- —, DUFRESNE (Augustin) et LEY (Désiré). — Les salaires et l'organisation syndicale. X 629

W

- WADDINGTON. I 73
- WALCKENAER. — Discours prononcé aux obsèques de M. HATON de la Goupillière III 479
- Analyse de : *Les moteurs à explosion. Les moteurs à combustion*, par Edmond MARCOTTE. V 395
- Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur les progrès réalisés par MM. de DION et BOUTON dans l'industrie automobile (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 26 mars 1927) IV 252
- Le futur deuxième Congrès du Chauffage industriel XI 745
- WALCKENAER et BRUNSCHWIG. — Travaux de la Commission d'Utilisation du Combustible :
- Douzième rapport. II 96
- Treizième rapport. IV 328
- WILLAUME. XII 788
- WOOG (Paul). — *Contribution à l'étude du graissage. Onctuosité. Influences moléculaires.* XI 765

Z

- ZETTER (Charles). — Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur la création d'un service d'électrobus par M. C. CHALUMEAU, avec exploitation en régie directe par la ville de Lyon (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 26 mars 1927). IV 279

TABLE ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LA CENT VINGT-SIXIÈME ANNÉE DU BULLETIN

(JANVIER-DÉCEMBRE 1927)

126^e 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	
<i>Accidents du travail.</i> (Voir <i>Association</i> .)	
<i>Accumulateurs électriques.</i> (Voir <i>Automobile</i> .)	
<i>Acétylène.</i> (Voir <i>Office central</i> .)	
ADMINISTRATION, COMPTES RENDUS, ETC. DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT	
<i>Assemblée générale</i> , 18 déc. 1926. I	76
<i>Assemblée générale solennelle</i> du 26 mars 1927. IV	245
<i>Comité de Commerce.</i> Séance du 3 mars 1927 : La construction de maisons à bon marché par entraide d'ouvriers de métiers quelconques, par Maurice LACON. IV	346
— Séance du 7 avril 1927 : Tableau d'économie coloniale de M. A. MEUNIER. V	394
<i>Comité des Arts mécaniques.</i> Séance du 5 avril 1927 :	
1 ^o Commémoration du centenaire de James WATT, par Ed. SAUVAGE; V	391
2 ^o Table de Pythagore à occultations de M. P. GÉLIS. V	393
<i>Comité des Constructions et des Beaux-Arts.</i> Séance du 15 février 1927 : Les vitraux d'art moderne de l'église de Beine (Marne) d'après les cartons de M. Henry Marcel MAGNE, par Henry d'ALLEMAGNE. II	164
<i>Liste des membres titulaires</i> du Conseil I	3
— — — honoraires — — I	11
— — — correspondants. I	11
<i>Liste des nouveaux membres</i> admis pendant l'année 1927. XII	816
<i>Pli cacheté.</i> Dépôt, par la Société de Mécanique de Gennevilliers, d'un — — relatif à un appareil de compa-	
raison pour les opérations de rectification de précision (Compte rendu de la séance publ. du 22 janv. 1927). II	159
<i>Récompenses.</i> Distribution des — décernées pour l'année 1926 (Assemblée générale solennelle du 26 mars 1927). IV	245
— Liste des —; rapports relatifs à ces —. IV	252
<i>Séances publiques :</i>	
du 8 janvier 1927. II	151
— 22 — — — — — II	157
— 12 février — — — — — III	238
— 26 — — — — — III	239
— 12 mars — — — — — IV	341
— 30 avril — — — — — V	386
— 14 mai — — — — — VI	465
— 28 — — — — — VI	468
— 22 octobre — — — — — XI	753
— 5 novembre — — — — — XII	794
— 26 — — — — — XII	801
<i>Afrique occidentale française.</i> La mise en valeur de l'— — — Conf. par M. des LONGCHAMPS (Mémoire) III	195
— — (Compte rendu de la séance publique du 26 février 1927). III	241
<i>Agglomérés.</i> (Voir <i>Sciures de bois</i> .)	
<i>Agriculture.</i> (Voir <i>Maroc</i> .)	
<i>Aide-mémoire mécanique.</i> Communication sur l'Horo-Memo, — — —, par F. MAURICE (Mémoire) II	133
<i>Aide-mémoire mécanique</i> (Compte rendu de la séance publ. du 12 fév. 1927). III	239
<i>Alcool éthylique.</i> Obtention d'— — à partir des matières végétales, en particulier des sarments de vigne, par CARRIÈRE. VII-VIII-IX	612
<i>Antifrictions.</i> (Voir <i>Huiles de graissage</i> .)	

- Apprentissage*. Rapport, au nom du Comité de Commerce, sur diverses œuvres d' — dues à l'initiative privée, par Maurice LACON (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 26 mars 1927) IV 298
- Arts indigènes*. (Voir *Maroc*.)
- Association cotonnière coloniale*. L'activité de l' — — en 1925 et en 1926, par F. ROY. I 73
- Association (L') des Industriels de France contre les Accidents du Travail*, son but, son organisation son fonctionnement, son histoire. XII 783
- Assurances sociales*. L'état actuel de la question des —, par P. RAZOUS. III 227
- Atmosphère*. (Voir *Perturbations orageuses*.)
- Aurore polaire*. L' — —, par J. ROUCH. X 644
- Automobile*. Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur les progrès réalisés par MM. de DION et BOUTON dans l'industrie —, par Charles WALCKENAER (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 26 mars 1927). IV 252
- Rapport, présenté au nom du Comité des Arts mécaniques, sur un véhicule — à accumulateurs électriques conçu par M. René RETEL, par J. ANDROUIN (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 26 mars 1927). IV 266
- Aviation*. La crise de l' — française. Communication par M. le Lieut.-Col. Paul RENARD (Compte rendu de la séance publ. du 22 oct. 1927). . . XI 758
- (Voir : *Dynamomètre enregistreur, Gyroscope*.)
- Azote*. L'ouvrage de M. Albert PASSAGEZ sur l' — et le pétrole, par J.-M. BEL. VI 450
- B**
- Baltimore and Ohio Railroad*. (Voir *Transports ferroviaires*.)
- Baratte « Butyro »*. Rapport, au nom du Comité d'Agriculture, sur la — de M. S. KARPINSKY, par Léon LINDET (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 26 mars 1927). IV 296
- Béton cellulaire*. Le — —, par M. COLMET-DAAGE. XII 787
- BIBLIOGRAPHIE**
- Accumulateurs électriques*, par A. CASTEX. XII 842
- Aimants*. Les —, leur calcul et la technique de leurs applications, par R. V. PICOU. XII 809
- Alsace*. (Voir *Cartes industrielles*.)
- Antarctide*. L' —. Voyage du « Pourquoi-Pas? » (1908-1910), par J. ROUCH. VI 477
- Astrophysique*. *Eléments d' —. Introduction à l'énergétique solaire et stellaire*, par Albert NODON. . . . VI 477
- Bénéfices*. *La participation aux —*, par Albert TROMBERT. XI 758
- Biscuiterie*. *Manuel de —*, par J. BARATTE. V 398
- Bobinage des machines électriques*. *Schémas et règles pratiques de — — —*, par F. TORICES et Adr. CURCHOD. XII 812
- Bois*. Les — de l'Indochine, par Henri LECOMTE, avec un appendice sur *Les caractères généraux de la forêt indochinoise*, par H. GUIBIER. . . . V 400
- *Aide-mémoire du commerce et des industries du —*, par P. RAZOUS. VI 474
- Cartes industrielles de la Lorraine, de l'Alsace, du Territoire de la Sarre*, éditées par la Société de Documentation industrielle, Strasbourg. V 399
- Colles*. *La fabrication industrielle des — et gélatines, traitement industriel des animaux abattus*, par Victor CAMBON. VI 474
- Concasseurs*. (Voir *Noix de palme*.)
- Confection*. *L'industrie de la — en France et des objets confectionnés*, par M^e RENARD-MORIZOT. XI 762
- Electromètre*. (Voir *Radiotélégraphie*.)
- Fourmies*. *Aperçu économique sur la région de —. Géographie, géologie, industrie, agriculture, histoire et tourisme*. Notes publiées par la SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE à l'occasion de son Cinquantenaire 1874-1924. XII 810
- Fromages*. (Voir *Industrie fromagère*.)
- Gélatines*. (Voir *Colles*.)
- Géochimie*. La —, par VERNADSKY. VI 475

<i>Géographie générale et économique</i> , par Maurice GRIGAUT VI	478	<i>Sélection psychophysiologique de travailleurs. La — — — — — Conducteurs de tramways et d'autobus</i> , par J.-M. LAHY XII	806
<i>Graissage. Contribution à l'étude du —. Onctuosité. Influences moléculaires</i> , par Paul WOOG. XI	765	<i>Traction électrique. Modes spéciaux de — — à courant continu</i> , par L. BARBILLION XII	807
<i>Houille. Laboratory methods of determining the inflammability of coal dusts. Historical survey and preliminary examination of the problems involved</i> , par A. L. GODBERT . . . V	395	<i>Transformateurs de puissance. Calculs, constructions, applications industrielles. Bobines d'inductance</i> , par M. MATHIEU XI	764
<i>Hygiène publique. Les services d'— — dans les colonies françaises</i> , par le Dr S. ABBATUCCI VI	479	<i>Voitures et wagons. Matériel, freinage, éclairage, chauffage</i> , par NETTER. XII	806
<i>Imprimeries Delmas. L'organisation scientifique aux — —</i> , par R. SATET. XII	809	<i>Brouillard. (Voir Brume.)</i>	
<i>Indochine. (Voir Bois.)</i>		<i>Brume et brouillard</i> , par J. ROUCH et L. GAIN V	368
<i>Industrie chimique. The alkali industry (La grande — —)</i> , par J. R. PARTINGTON VI	476		
<i>Industrie fromagère. I. — — : I. La science fromagère; II. La pratique fromagère</i> , par Maurice BEAU et Ch. BOURGAIN. V	398		
<i>Législation. Précis de — usuelle et commerciale</i> , par Paul ANGLÈS et Emile DUPONT. XII	810		
<i>Lin. Le —, sa culture et son industrie dans l'Europe occidentale</i> , par N. A. LAZARKEVITCH. VI	476		
<i>Lorraine. (Voir Cartes industrielles.)</i>			
<i>Mines. Cours d'exploitation des —</i> , par L.-E. GRUNER V	396		
<i>Moteurs. Les — à explosion. Les — à combustion</i> , par Edmond MARCOTTE. V	395		
<i>Noix de palme. Les concasseurs à — —</i> , par G. PASSELÈGUE VI	471		
<i>Produits coloniaux. Où se renseigner sur nos — —</i> XII	813		
<i>Propagation du son. Recherches expérimentales sur la — — — dans un long tuyau cylindrique</i> , par Th. VAUTIER. XII	808		
<i>Psychotechnique. (Voir Sélection.)</i>			
<i>Radiotélégraphie. Les perturbations orageuses du champ électrique et leur propagation à grande distance. Une application de l'électromètre amplificateur</i> , par Pierre LEJAY. XI	763		
<i>Régions polaires. Les — —</i> , par J. ROUCH. VI	480		
<i>Sarre. (Voir Cartes industrielles.)</i>			
		C	
		<i>Carburants. Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur les travaux sur les carburants de M. André GREBEL</i> , par Paul DUMANOIS (Compte rendu de l'Assemblée gén. solennelle du 26 mars 1927). . . IV	267
		<i>Centenaire de James Watt. Commémoration du — — — —</i> , par Ed. SAUVAGE (Extrait du procès-verbal de la séance du 5 avril 1927 du Comité des Arts mécaniques) V	391
		<i>Centenaire de Marcelin Berthelot (Paris, 23-26 octobre 1927). Adresse de la Société d'Enc. présentée par M. Henry GALL, membre du Conseil . . . XII</i>	771
		<i>Charbon. Composition et utilisation chimique du — . Communication par Ch. BERTHELOT (Mémoire). VII-VIII-IX</i>	485
		<i>Charbon de bois. Le — — —, carburant des poids lourds. Sa fabrication au moyen des fours mobiles, les sous-produits</i> , par Jean SOULIÉ . . . VII-VIII-IX	618
		<i>Chargeurs mécaniques. (Voir Locomotives.)</i>	
		<i>Charrues. De la traction moyenne des —</i> , par Max RINGELMANN. V	353
		<i>Chauffage. Le — des bâtiments civils et des palais nationaux</i> , par L.-A. BARBET (Rapport à la Commission d'Utilisation du Combustible). . II	98
		<i>— Le — des voitures sur les trains à</i>	

- traction électrique du réseau de la Compagnie d'Orléans XI 703
- Le futur deuxième Congrès du — industriel, par Ch. WALCKENAER. XI 745
- Le — central au gaz, par COLMET-DAÛGE XI 747
- (Voir *Combustible*.)
- Chaussées*. Contribution à l'étude du durcissement des empièvements de — silicatés, par R. FERET. . . V 361
- Chromographe*. Rapport, au nom du Comité des Arts chimiques, sur le chromographe de MM. LEBARON frères, par A. TRILLAT (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 26 mars 1927). IV 270
- Coke*. (Voir *Combustible*.)
- Collaboration des patrons et des ouvriers* aux États-Unis et ses conséquences économiques. L'état de la question dans les industries et la construction et des mines, par Ch. de FRÉMINVILLE II 85
- Colonies françaises*. Tableau d'économie coloniale, par A. MEUNIER (Extrait du procès-verbal de la séance du 7 avril 1927 du Comité de Commerce). V 394
- (Voir *Matières premières*.)
- Colonisation*. (Voir *Tropiques*.)
- Combustible*. Travaux de la Commission d'Utilisation du —. Douzième rapport, par WALCKENAER et BRUNSCHWIG. II 96
- — Le chauffage des bâtiments civils et des palais nationaux, par L.-A. BARBET. II 98
- — Treizième rapport par M. WALCKENAER. IV 328
- — Emploi du coke comme — de chauffage central, par R. BRUNSCHWIG. IV 330
- Sur la question de la transformation des — solides en — liquides, par M. PATART (Compte rendu de la séance pub. du 30 avril 1927). . V 390
- Compresseur rotatif*. Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur un — — imaginé et construit par M. René PLANCHE, par Ed. SAUVAGE (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 26 mars 1927). IV 264
- Concasseurs*. (Voir *Noix de palme*.)
- Congo*. La solution des transports et de la force hydro-électrique dans le bas —. Conférence par le Colonel Pierre van DEUREN (Mémoire). III 183
- Congrès*. (Voir *Natalité, Prune*.)
- Conseil paritaire de conciliation*. Un — — — dans une manufacture. Sept années de fonctionnement, par André GUILLAUME VI 459
- Construction*. (Voir *Collaboration des patrons et des ouvriers*.)
- Copeaux*. (Voir *Sciures de bois*.)
- Coton*. (Voir *Association cotonnière coloniale*.)

D

- Dynamomètre enregistreur*. Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur le — —, imaginé par Georges BONNET, pour la mesure de la tension des commandes d'avions pendant le vol, par Paul DUMANOIS. XII 779
- — (Compte rendu de la séance publique du 26 novembre 1927). XII 801

E

- Église de Beine (Marne)*. (Voir *Vitraux*.)
- Électricité*. (Voir *Perturbations orageuses*.)
- Électrobus*. Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur la création d'un service d'—, par M. C. CHALUMEAU, avec exploitation en régie directe par la ville de Lyon, par Charles ZETTER (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 26 mars 1927). IV 279
- Empièvements*. (Voir *Chaussées*.)
- Établissements Kuhlmann*. Rapport, au nom du Comité des Arts chimiques, sur l'œuvre des — —, par H. GALL (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 26 mars 1927). IV 261
- États-Unis*. (Voir *Collaboration des patrons et des ouvriers*.)
- Étau*. (Voir *Lime*.)
- Explosions de poussières*. Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur les travaux de M. Lucien BORDENAVE en vue de la prévention des —

- — dans les usines, par LÉON
MASSON XII 773
— — (Compte rendu de la séance
publique du 26 novembre 1927). XII 801
*Exposition du centenaire du Baltimore
and Ohio Railroad en 1927*, par
Ed. SAUVAGE XI 749

F

- Fluor.* Conférence sur la préparation
industrielle du —, par P. LEBEAU
(Mémoire) I 45
Force hydro-électrique. (Voir *Congo*.)
Foyer français. Rapport, au nom du
Comité de Commerce, sur l'œuvre
du —, par Georges RISLER (Compte
rendu de l'Assemblée générale solen-
nelle du 26 mars 1927) IV 287
Foyer ouvrier de Rouen. Rapport, au
nom du Comité de Commerce, sur
l'œuvre de la Société d'Habitations
à bon marché le — — —, par
M. Georges RISLER (Compte rendu
de l'Assemblée générale solennelle
du 26 mars 1927). IV 288

G

- Gaz.* (Voir *Chauffage*.)
Gyroscope. Les applications du — à la
navigation maritime ou aérienne,
par Henri BEGHIN. . . VII-VIII-IX 581

H

- Habitations à bon marché.* (Voir *Foyer
ouvrier de Rouen*, *Maisons à bon mar-
ché*.)
Horo-Memo. (Voir *Aide-mémoire méca-
nique*.)
Houille. L'état de nos connaissances
sur la composition et les propriétés
de la —. Communication par Char-
les BERTHELOT (Compte rendu de la
séance publ. du 30 avril 1927). V 388
— — (Mémoire) VII-VIII-IX 485
Huiles de graissage. Machines à essayer
les — — —, les bronzes et alliages
antifriictions de la Compagnie des
Chemins de fer de l'Est . . . VI 444
Huile de pépins de raisins. L'industrie
de l'— — — —, par J. BONNET .
VII-VIII-IX 523

- Les — — — —. Caractères phy-
siques et chimiques de quelques
huiles de production française et
algérienne, par Émile ANDRÉ et Henri
CANAL VII-VIII-IX 542
— Remarques sur l'— — — —, par
L. MARGAILLAN VII-VIII-IX 560

L

- Laine.* Rapport, au nom du Comité des
Arts mécaniques, sur les travaux de
M. Elisée DUHAMEL relatifs au lavage
de la — en suint, par James DANT-
ZER (Compte rendu de l'Ass. gén.
solennelle du 26 mars 1927). . . IV 265
— (Voir *Savon*.)
Lampes T. S. F. (Voir *Vide moléculaire*.)
Lime. Deux notices scolaires de M. Ch.
FREMONT : la — et l'étau, leur ori-
gine et leur évolution, par Ch. de
FRÉMINVILLE. X 678
Locomotives. Notice bibliographique sur
les chargeurs mécaniques de foyers
de —, par E. SAUVAGE II 468
Lubrifiants. (Voir *Huiles de graissage*.)

M

- Magnétisme.* (Voir *Pôles magnétiques*.)
Maisons à bon marché. La construction
de — — — — par entr'aide d'ou-
vriers de métiers quelconques, par
Maurice LACON (Extrait du procès-
verbal de la séance du 3 mars 1927
du Comité de Commerce). . . IV 346
— (Voir *Habitations*.)
Margarine. Évolution de la fabrication
de la — sous l'influence du progrès
scientifique, par P. NOTTIN . . III 224
Maroc. Rapport, au nom du Comité
d'Agriculture, sur les travaux de
M. MIÈGE, chef du Service de l'Expé-
rimentation agricole au —, par
Henri HUTIÈR (Compte rendu de
l'Assemblée générale solennelle du
26 mars 1927) IV 285
— Rapport, au nom du Comité de
Commerce, sur l'œuvre de résurrec-
tion des arts indigènes du — par
M. Prosper RICARD et ses collabo-
rateurs, par le Maréchal LYAUTEY
(Compte rendu de l'Assemblée géné-
rale solennelle du 26 mars 1927). IV 292

- (Voir *Plantes tannifères*.)
- Matières grasses*. Rapport, au nom du Comité des Arts chimiques, sur les travaux de M. Charles DABOUST sur la récupération des — —, par Gabriel JOSSIER (Compte rendu de l'Ass. gén. solennelle du 26 mars 1927). . . IV 295
- Matières premières coloniales*. Communication sur la normalisation des — — —, ses rapports avec la mise en valeur de nos colonies et avec la défense nationale, par Georges NOACHOVITCH (Compte rendu de la séance publique du 5 novembre 1927). XII 796
- Métallurgie*. Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur les travaux de — de M. l'Inspecteur général de l'Aéronautique Charles GRARD, par le Lieutenant-colonel Paul RENARD (Compte rendu de l'Ass. gén. solennelle du 26 mars 1927). . . IV 274
- Métaux*. L'examen spectrographique des — au moyen des rayons X. par Albert ROUX. X 663
- Mines*. (Voir *Collaboration des patrons et des ouvriers*.)
- Moteurs à explosion*. Conférence au sujet de la limite de compression volumétrique dans les — — —, par Paul DUMANOIS (Mémoire). . . . I 36
- N**
- Natalité*. IX^e Congrès national de la — et des Familles nombreuses (Toulouse, 29 septembre-1^{er} octobre 1927), par Georges RISLER. XII 791
- Navigation*. (Voir *Gyroscope*.)
- Nécrologies* :
- M. HATON de la GOUPILLIÈRE II-157 et III 173
- — Discours prononcés à ses obsèques :
- — — de M. Maurice d'OCAGNE. III 174
- — — — M. CHESNEAU III 176
- — — — M. WALCKENAER. . . . III 179
- M. Louis SALOMON, membre du Conseil, par Ed. SAUVAGE. III-240 et IV 312
- M. Émile BOYOD, membre du Conseil, par G. CORDIER. IV 314
- M. Émile HEURTEAU IV 341
- M. Daniel BERTHELOT. IV 341
- M. Georges BECHMANN. V 386
- M. Émile-Henri PLUCHET XI 754
- M. PRUD'HOMME. XI 754
- M. Ferdinand ROY XII 794
- Noix de palme*. Recherches sur les concasseurs à — — —, par G. PASSE-LÈGUE. II 145
- Normalisation*. (Voir *Unification et Matières premières coloniales*.)
- O**
- Office central de l'Acétylène et de la Soudure autogène* . . . VII-VIII-IX 562
- Orgue*. (Voir *Pianor*.)
- Oscillographes cathodiques*. (Voir *Vide moléculaire*.)
- P**
- Palier à double articulation*. Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur le — — — —, imaginé et construit par MM. DEGUEURCE et VADON, par M. M.-J. ANDROUIN. XII 772
- — (Compte rendu de la séance publique du 26 novembre 1927). XII 801
- Perturbations orageuses*. Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur les travaux de M. Pierre LEJAY sur les — — du champ électrique de l'atmosphère, par le Général G. A. FERRIÉ (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 26 mars 1927). IV 280
- Pétrole*. Conférence sur le problème mondial du —, par R. BRUNSWIG. I 43
- (Voir *Azote*.)
- Photo-colorimètre T. C-B* à mesures indépendantes de l'œil pour la mesure des couleurs dans l'industrie, par René TOUSSAINT (Mémoire). . . VI 421
- — (Compte rendu de la séance publique du 14 mai 1927) . . . VI 467
- Pianocanto*. Communication sur le piano à vibrations entretenues électriquement, par Marcel TOURNIER (Compte rendu de la séance publique du 12 mars 1927). . . . IV 343
- — (Mémoire) XI 723
- Pianor*, dispositif inventé par MM. MAITRE et MARTIN et construit par M. SCRIVE, s'adaptant aux pianos or-

dinaires et leur conférant les sons de l'orgue. Communication par M. MAÎTRE (Compte rendu de la séance publique du 26 novembre 1927). XII	804
<i>Pile thermo-électrique.</i> Communication de M. J. E. GABREAU sur une nouvelle — — — de son invention et sur son application au contrôle d'extinction des lanternes de signaux de chemins de fer (Compte rendu de la séance publique du 14 mai 1927). VI	467
<i>Plantes tannifères.</i> Aperçu sur les — — du Maroc, par Em. MIÈGE . . . X	645
<i>Pôles magnétiques.</i> Les — —, par J. ROUCH VI	431
<i>Pompe.</i> (Voir <i>Vide moléculaire.</i>)	
<i>Poussières.</i> (Voir <i>Explosions.</i>)	
<i>Presses mécaniques.</i> Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur les dispositifs de sécurité pour — — alimentées à la main, imaginés et construits par Octave LEROY, par M.-J. ANDROUIN. XII	775
— — (Compte rendu de la séance publique du 26 novembre 1927). XII	801
<i>Prune.</i> Le 1 ^{er} Congrès commercial de la — et du Pruneau (Agen, 29-30 août 1927), par Guy de MONTARD. . XII	788
<i>Psychologie.</i> La — des populations coloniales. Le médecin d'influence française. Conférence par le D ^r S. AB-BATUCCI III	209
<i>Produits opothérapiques.</i> Communication sur la dessiccation des matières vivantes et en particulier des — —, par R. LEQUEUX (Compte rendu de l'Assemblée générale du 18 décembre 1926) I	77
— — (Mémoire). II	127

R

<i>Radiotélégraphie.</i> Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur la méthode d'élimination des parasites en radiotélégraphie de M. Charles VERDAN, par Jean CARPENTIER (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 26 mars 1927). IV	282
— (Voir <i>Perturbations orageuses.</i>)	
<i>Rayons X.</i> (Voir <i>Métaux</i> , <i>Vide moléculaire.</i>)	

S

<i>Salaires.</i> La théorie des hauts —, par Étienne VILLEY VI	436
— Les — et l'organisation syndicale, par Étienne VILLEY, Augustin DUFRESNE et Désiré LEY X	629
<i>Sanatoriums.</i> (Voir <i>Villages-sanatoriums.</i>)	
<i>Savon.</i> Communication sur les économies considérables que l'application au — des théories colloïdales permet de réaliser [dans le lavage de la laine], par Élisée DUHAMEL (Compte rendu de la séance publique du 8 janvier 1927) II	153
<i>Sciures de bois.</i> L'agglomération des — — — et des copeaux d'usinage, par Julien PETITPAS X	672
<i>Signaux de chemins de fer.</i> (Voir <i>Pile thermo-électrique.</i>)	
<i>Silicate de soude.</i> (Voir <i>Chaussées.</i>)	
<i>Société industrielle de Fourmies.</i> Célébration du cinquantenaire de la fondation de la — — — (10 septembre 1927), par Ed. SAUVAGE . . . XI	743
<i>Solomite.</i> Rapport, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur le — de M. TCHAYEFF, par R. FERET (Compte rendu de l'Ass. gén. solennelle du 26 mars 1927). IV	297
<i>Soudure.</i> Deux nouveaux procédés de — « par l'arc » n'altérant pas la ductilité du métal, par Ch. de FRÉMINVILLE. V	383
— Contrôle des —. Exemples d'assemblages nécessitant des soins particuliers, par R. GRANJON. VII-VIII-IX	569
<i>Soudure autogène.</i> La — — dans les assemblages nécessitant des soins particuliers, par R. GRANJON. VII-VIII-IX	564
— (Voir <i>Office central.</i>)	
<i>Spectrographie.</i> (Voir <i>Métaux</i> , <i>Vide moléculaire.</i>)	
<i>Stroborama.</i> Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur le — de MM. Laurent et Augustin SEGUIL, par Daniel BERTHELOT (Compte rendu de l'Ass. gén. sol. du 26 mars 1927). IV	273
<i>Syndicats.</i> (Voir <i>Salaires.</i>)	

T

- Table de Pythagore* à occultations, de M. P. GÉLIS (Extrait du procès-verbal de la séance du 5 avril 1927 du Comité des Arts mécaniques). V 393
- Tanins*. Les — synthétiques, par Louis MEUNIER et Charles GASTELLU. XI 732
— (Voir *Plantes tannifères*.)
- Transports*. La solution des — et de la force hydro-électrique dans le bas Congo. Conférence par le Colonel Pierre van DEUREN (Mémoire). III 183
- Transports ferroviaires*. La vie chère : les voyages et les tarifs des — —, par Richard BLOCH. X 684
— L'Exposition du centenaire du Baltimore and Ohio Railroad en 1927, par Ed. SAUVAGE. XI 749
— (Voir *Chauffage*.)
- Travail*. L'organisation internationale du —, par Fernand MAURETTE. IV 317
— (Voir *Associations, Collaboration des patrons et des ouvriers, Salaires, Université*.)
- Tropiques*. Le conflit des idées sous les —. Le médecin d'influence française. Conférence par le Dr S. ABBATUCCI. III 209
- Turbine hydraulique*. Commémoration, par la Société des Ingénieurs civils de France, du Centenaire de la réalisation industrielle de la — — par Benoit FOURNEYRON. Extrait du discours prononcé par M. A. RATEAU. VII-VIII-IX 605

U

- Unification*. L'— industrielle. Étude de normalisation : Constitution d'une série rationnelle de vis de serrage à têtes fendues pour constructions mécaniques, par M.-J. ANDROUIN. VI 405
- Université du travail*. Communication sur une — — —, par Jules HIERNAUX

(Compte rendu de la séance publique du 22 janvier 1927) II 160

V

- Vernis celluloseux*. Rapport, au nom du Comité des Arts chimiques, sur les travaux de MM. CLÉMENT et RIVIÈRE sur les vernis celluloseux, par A. TRILLAT (Compte rendu de l'Ass. gén. solennelle du 26 mars 1927.) IV 268
- Vide moléculaire*. Communication sur la production et l'utilisation du vide poussé dans les appareils métalliques démontables (pompe à — —, tubes métalliques à rayons X, lampe T. S. F. métalliques, spectrographe à réseau dans le vide, oscillographes cathodiques) et présentation de divers appareils notamment de l'oscillographe cathodique DUFOUR, par Henri GONDET (Compte rendu de la séance publique du 28 mai 1927) . . . VI 469
— — (Mémoire) . . . VII-VIII-IX 512
- Vie chère*. (Voir *Transports ferroviaires*.)
- Vigne*. (Voir *Alcool éthylique*.)
- Villages-sanatoriums*. Rapport, au nom du Comité de Commerce, sur les — — de haute altitude, par Georges RISLER (Compte rendu de l'Ass. gén. solennelle du 26 mars 1927). IV 291
- Violonista*. Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur le — de MM. G. BOREAU et E. AUBRY, par Gustave LYON (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 26 mars 1927). IV 272
- Vis de serrage*. (Voir *Unification*.)
- Vitraux d'art moderne*. Les — — — de l'église de Beine (Marne) d'après les cartons de M. Henry Marcel MAGNE, par Henry d'ALLEMAGNE (Extrait du procès-verbal de la séance du 15 février 1927 du Comité des Constructions et des Beaux-Arts) . . . II 164

L'agent général, gérant,
E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.