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

Titre général : Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale
Titre du volume : 1934. 1er et 2e semestre

Mots-clés : Progrès scientifique et technique ; Innovations * France * 1900-1945
Description : 752 p. : ill. ; 26 cm
Adresse : Paris : Société d'encouragement pour le développement de l'industrie nationale, 1934
Cote de l'exemplaire : BSPI. 148

URL permanente : http://cnum.cnam.fr/redir?BSPI.148

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

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

PDF créé le 7/11/2009

BSPT-148

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR

L'INDUSTRIE NATIONALE

PUBLIÉ

SOUS LA DIRECTION DES SECRÉTAIRES GÉNÉRAUX DE LA SOCIÉTÉ

MM. CH. DE FRÉMINVILLE ET G. WERY

1934

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

PARIS

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

—

1934

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

133e ANNÉE. JANVIER 1934.

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 1934.

MEMBRES TITULAIRES

Bureau.

Année de l'entrée au Conseil.

Président.

1906. — ALBY (A.) (O. ✲), ancien Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, président honoraire du Conseil d'Administration de la Société générale d'Entreprises, 10, boulevard Flandrin (16e arrt).

Vice-présidents.

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

1909. — BORDAS (Dr F.) (C. ✲), directeur du Laboratoire d'Hygiène générale et expérimentale au Collège de France, membre du Conseil supérieur d'Hygiène publique de France, 58, rue Notre Dame des Champs (6e arrt).

1917. — MANGIN (Louis) (G. O. ✲), membre de l'Institut et de l'Académie d'Agriculture, directeur honoraire du Muséum national d'Histoire naturelle, 36, rue Geoffroy Saint-Hilaire (5e arrt).

1916. — TAILLEFER (André) (O. ✲), ancien élève de l'École polytechnique, 215 *bis*, boulevard Saint-Germain (7e arrt).

1925. — LACOIN (Maurice) (✲), membre du Conseil supérieur de l'Enseignement technique, 12, boulevard Raspail (7e arrt).

Secrétaires généraux.

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

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

Trésorier.

1932. — MATHERON (Jean), ancien Ingénieur des Ponts et Chaussées, administrateur de la Société générale d'Entreprises, 51, boulevard Raspail (6e arrt).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

Censeurs.

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

1925. — COLMET DAÂGE (Gaston) (O. ✻, ❀), Inspecteur général des Ponts et Chaussées, en retraite, 198, boulevard Saint-Germain (7e arrt).

Commission des Fonds.

1906. — ALBY (A.) (O. ✻), ancien Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, président honoraire du Conseil d'administration de la Société générale d'Entreprises, *Président*, 10, boulevard Flandrin (16e arrt).

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

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

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

1928. — HEURTEAU (Charles) (O. ✻, ❀), Ingénieur des Mines, président de la Peñarroya, administrateur du P. O. et de la Compagnie de Marles, 1, avenue Victor Emmanuel III (8e arrt).

1930. — WATIER (Henry) (C. ✻, ❀), Inspecteur général des Ponts et Chaussées, conseiller d'État, directeur des Ports maritimes et des Voies navigables, 16, quai de la Mégisserie (1er arrt).

1930. — CARTAULT (Paul) (✻, I. ❀, O. ❀, ⓜ, ✠), docteur en droit, licencié ès lettres, diplômé de l'École des Sciences politiques, avocat au Conseil d'État et à la Cour de Cassation, 15, rue Duroc (7e arrt).

1932. — MATHERON (Jean), ancien Ingénieur des Ponts et Chaussées, administrateur de la Société générale d'Entreprises, 51, boulevard Raspail (6e arrt).

Comité des Arts mécaniques.

1891. — SAUVAGE (O. ✻), Inspecteur général des Mines, en retraite, *Président*, 14, rue Eugène Flachat (17e arrt).

1898. — MASSON (L.) (O. ✻), ingénieur civil, directeur en congé hors cadre au Conservatoire des Arts et Métiers, 22, rue Alphonse de Neuville (17e arrt).

1900. — WALCKENAER (Ch.) (C. ✻), Inspecteur général des Mines, en retraite, président de la Commission centrale des Machines à vapeur au Ministère des Travaux publics, 218, boulevard Saint-Germain (7e arrt).

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

1913. — DANTZER (James) (O. ✻), ingénieur, professeur au Conservatoire

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

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 (5e arrt).

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

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

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

1925. — DUMANOIS (Paul) (O. ✻, I. ◍), Ingénieur en chef de la Marine (C. R.), Inspecteur général de l'Aéronautique, directeur des Services techniques de l'Office national des Combustibles liquides, 17, rue Darcel, Boulogne sur Seine (Seine).

1927. — FIEUX (Jean) (✻), ingénieur conseil aux Établissements Schneider, 160, avenue de Suffren (15e arrt).

1930. — BRILLIÉ (Eugène), Ingénieur des Arts et Manufactures, conseil technique, 111, boul. Saint Michel (5e arrt).

1932. — PERNOLLET (Joseph), Ingénieur des Arts et Manufactures, administrateur-directeur des Établissements E. Vuillaume (Boulonnerie, Paris et Revigny), 45, rue Manin (19e arrt).

1932. — NICOLAU (Pierre) (✻, ⚓, ◍), chef d'escadron d'artillerie, chef du Service de l'Atelier de Précision à l'Établissement central des Fabrications d'Armement, 69, rue de Rennes (6e arrt).

1932. — ÉPINAY (Edmond) (O. ✻), Ingénieur des Ponts et Chaussées, en congé H. C., ingénieur en chef du Matériel et de la Traction à la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans, 5, rue Jean Carriès (7e arrt).

Comité des Arts chimiques.

1900. — BACLÉ (O. ✻), Ingénieur civil des Mines, *Président*, 96, rue de la Victoire (9e arrt).

1885. — LE CHATELIER (Henry) (G. O. ✻), membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, *Président honoraire*, 75, rue Notre Dame des Champs (6e arrt).

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 (3e arrt).

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

1911. — TRILLAT (A.) (C. ✻), chef de Service à l'Institut Pasteur, 28, rue Dutot (15e arrt).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

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

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

1917. — CHESNEAU (Gabriel) (C. ✻), Inspecteur général des Mines, directeur honoraire de l'École nationale supérieure des Mines, 17, rue de Bourgogne (7e arrt).

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

1927. — FLEURENT (C. ✻, ⚙), professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, directeur de l'Office des Produits chimiques et pharmaceutiques, 65, route de Croissy, Le Vésinet (Seine et Oise).

1928. — PORTEVIN (Albert) (✻), Ingénieur des Arts et Manufactures, professeur suppléant de métallurgie à l'École centrale des Arts et Manufactures, professeur à l'École supérieure de Fonderie et à l'École supérieure de Soudure autogène, ancien président de la Société des Ingénieurs civils de France, 21, boulevard de Beauséjour (16e arrt).

1928. — PASCAL (Paul) (✻), correspondant de l'Institut, professeur à la Sorbonne et à l'École centrale des Arts et Manufactures, Laboratoire de Chimie minérale de la Sorbonne, 1, rue Victor Cousin (5e arrt).

1928. — WAHL (André) (✻, I. ⚙), professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, 14 *bis*, boulevard Cotte, Enghien les Bains (Seine et Oise).

1929. — JOLIBOIS (Pierre) (✻, ⚗), docteur ès sciences physiques, professeur à l'École nationale supérieure des Mines, 10, rue Dupont des Loges (7e arrt).

1930. — DUBRISAY (René) (O. ✻, I. ⚙), Ingénieur en chef des Manufactures de l'Etat, docteur ès sciences, professeur de chimie générale au Conservatoire national des Arts et Métiers, examinateur à l'École polytechnique, 37, rue Vaneau (7e arrt).

Comité des Arts économiques.

1909. — BORDAS (Dr F.) (C. ✻), directeur honoraire du Service des Laboratoires du Ministère des Finances, membre du Comité des Arts et Manufactures *Président*, 58, rue Notre Dame des Champs (6e arrt).

1897. — LYON (Gustave) (C. ✻), ingénieur acousticien, président honoraire du Conseil d'Administration de la Société Pleyel, 5, avenue du Parc Monceau (8e arrt).

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

1915. — ARNOULD (Pierre) (O. ✻), ingénieur, commissaire expert du Gouvernement pour l'examen des contestations en douane, 15, rue Duguay-Trouin (6e arrt).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1919. — DELAGE (Gustave) (O. ✻), capitaine de corvette de réserve, président délégué de la Société anonyme des Établissements Jaeger, 45, rue Cortambert (16e arrt).

1919. — REY (Jean) (C. ✻), membre de l'Institut, Ingénieur civil des Mines, président de l'Académie de Marine, ancien président de la Société des Ingénieurs civils de France, administrateur directeur des Anciens Établissements Sautter-Harlé, 20, avenue de Suffren (15e arrt).

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

1926. — GARNIER (Maurice) (C. ✻, I. ◐), Ingénieur général de l'Artillerie navale, sous-directeur central de l'Artillerie navale au Ministère de la Marine, 2, rue de Belgrade (7e arrt).

1927. — PINEAU (Louis) (C. ✻), directeur de l'Office national des Combustibles liquides, 37, avenue Duquesne (7e arrt).

1928. — LEQUEUX (Raoul) (✻), Ingénieur des Arts et Manufactures, ingénieur constructeur de matériel de laboratoire, 64, rue Gay Lussac (5e arrt).

1929. — GAUMONT (Léon) (O. ✻), président d'honneur de la Chambre syndicale française de la Cinématographie, « Les Tourelles », Sainte-Maxime-sur-mer (Var).

1930. — JANVIER (Marie-Charles) (C. ✻), lieutenant-colonel honoraire d'artillerie, 137, avenue Malakoff (16e arrt).

1930. — NESSI (André) (✻, ⛯), Ingénieur des Arts et Manufactures, ancien gérant des Établissements Nessi frères et Cie, à Montrouge, constructeurs d'appareils de chauffage par l'eau et la vapeur, 1, avenue du Président Wilson (16e arrt).

1930. — FABRY (Charles) (O. ✻), membre de l'Institut, professeur à la Sorbonne et à l'École polytechnique, directeur de l'Institut d'Optique, 150, avenue du Maine (14e arrt).

1932. — HELBRONNER (Paul) (O. ✻, ⛯), docteur ès sciences mathémathiques, membre de l'Institut, correspondant du Bureau des Longitudes, 46, avenue Kléber (16e arrt).

1933. — MESNY (René) (C. ✻), membre de l'Académie de Marine, professeur à l'École supérieure d'Électricité, 21, rue Jacob (6e arrt).

Comité d'Agriculture.

1917. — MANGIN (Louis) (G. O. ✻), membre de l'Institut et de l'Académie d'Agriculture, directeur honoraire du Muséum national d'Histoire naturelle, *Président*, 36, rue Geoffroy Saint-Hilaire (5e arrt).

1901. — HITIER (Henri) (O. ✻), Ingénieur agronome, secrétaire perpétuel de l'Académie d'Agriculture, membre du Conseil supérieur de l'Agriculture, professeur à l'Institut national agronomique, *Secrétaire général honoraire*, 6, rue du Général Foy (8e arrt).

1905. — SCHRIBAUX (E.) (C. ✻), Ingénieur agronome, membre de l'Académie d'Agriculture, 140 *bis*, rue de Rennes (6e arrt).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

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

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

1917. — MOUSSU (G.) (O. ✲), membre de l'Académie d'Agriculture, professeur à l'Institut national agronomique, 1, villa des Épinettes, à Saint-Maurice (Seine).

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

1927. — ROUX (Eugène) (G. O. ✲, I. ❂, C. ⛭), docteur ès sciences, directeur de l'Institut des Recherches agronomiques, 42, rue de Bourgogne (7e arrt).

1929. — NOMBLOT (Alfred) (C. ✲, C. ⛭), président de la Chambre d'Agriculture de la Seine, membre du Conseil supérieur de l'Agriculture, secrétaire général de la Société nationale d'Horticulture de France, horticulteur, 146, Grande Rue, Bourg la Reine (Seine).

1929. — PRUDHOMME (Émile) (O. ✲), Ingénieur agronome, directeur de l'Institut national d'Agronomie coloniale, professeur à l'Institut national agronomique et à l'École coloniale, 10, rue de Fontenay, Nogent sur Marne (Seine).

1929. — RÉMOND (Georges) (✲), président de l'Association générale des Producteurs de Blé et de la Chambre d'Agriculture de Seine et Marne, 60, rue de Vaugirard (6e arrt).

1930. — ALQUIER (Jules) (O. ✲), directeur de la Station centrale de Recherches sur l'Alimentation à l'Institut des Recherches agronomiques, secrétaire général de la Société scientifique d'Hygiène alimentaire, directeur de l'Institut national agronomique, 16, rue Claude Bernard (5e arrt).

1930. — CAZIOT (Pierre) (O. ✲), Ingénieur agronome, membre de l'Académie d'Agriculture, président de la Compagnie des Experts immobiliers près le Tribunal de la Seine, 2, rue Borghèse, Neuilly sur Seine (Seine).

1932. — VAYSSIÈRE (Paul) (O. ⛭), Ingénieur agronome, docteur ès sciences, professeur de zoologie agricole, 2, rue du Val de Grâce (5e arrt).

1932. — VILLARD (André) (O. ✲, ⛯, C. ⛭), Ingénieur agricole, membre de l'Académie d'Agriculture, vice-président honoraire de la Chambre syndicale des Constructeurs de Machines agricoles, 59, rue de Prony (17e arrt).

1932. — TARDY (Louis) (C. ✲, I. ❂, C. ⛭), Ingénieur agronome, licencié ès sciences, membre de l'Académie d'Agriculture, directeur général de la Caisse nationale de Crédit agricole, professeur à l'Institut national agronomique et à l'Institut national d'Agronomie coloniale, 7, avenue de Villars (7e arrt).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

Comité des Constructions et des Beaux-Arts.

1919. — MAGNE (Marcel) (O. ✲), professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, membre du Conseil supérieur des Beaux-Arts, *Président*, 34, quai de Béthune (4e arrt).

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

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

1908. — BOURDEL (Joseph) (O. ✲), imprimeur éditeur, ancien juge au Tribunal de Commerce, ancien président du Cercle de la Librairie et du Syndicat des Éditeurs, 10, rue Garancière (6e arrt).

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

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

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

1925. — COLMET DAÂGE (Gaston) (O. ✲, ⛯), Inspecteur général des Ponts et Chaussées, en retraite, 198, boulevard Saint-Germain (7e arrt).

1926. — LUMIÈRE (Louis) (C. ✲), membre de l'Institut, 156, boulevard Bineau, Neuilly sur Seine (Seine).

1927. — MICHEL-SCHMIDT (Maurice) (✲, ⛵, ⛯, Ⓜ), Ingénieur des Arts et Manufactures, entrepreneur des travaux d'extension du port du Havre, 183, boulevard de Strasbourg, Le Havre (Seine Inférieure).

1927. — SCHNEIDER (Charles) (✲), artiste, maître de verrerie, 79, avenue du Chemin de fer, Épinay sur Seine (Seine).

1927. — SAUPIQUE (Georges) (✲), sculpteur, membre du Jury à l'Exposition des Arts décoratifs de Paris 1925, 105, rue Notre Dame des Champs (6e arrt).

1927. — BECHMANN (Lucien) (✲, ⛯), architecte diplômé par le Gouvernement, 23, rue du Conseiller Collignon (16e arrt).

1930. — SÉJOURNÉ (Paul) (G. O. ✲), membre de l'Institut, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, conseil de la Cie P. L. M., 82, rue Notre Dame des Champs (6e arrt).

1933. — FRESSINET (Jean), architecte décorateur, directeur de l'École des Arts appliqués à l'Industrie, 11, rue Dupetit Thouars (3e arrt).

1933. — FREYSSINET (Eugène) (O. ✲), ancien Ingénieur des Ponts et Chaussées, ingénieur-conseil, 28, rue Saint James, Neuilly sur Seine (Seine).

Comité de Commerce.

1910. — RISLER (Georges) (G. O. ✲), membre de l'Institut, président du Musée social et de l'Union nationale des Fédérations d'organismes d'Ha-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

bitations à bon marché, *Président*, 115, avenue des Champs Elysées (8e arrt).

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

1913. — RICHEMOND (Pierre) (C. ✲), ancien ingénieur constructeur, président du Conseil d'administration du P. O., 49, rue Ampère (17e arrt).

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

1924. — ROUME (Ernest) (G. C. ✲), gouverneur général honoraire des Colonies, 2, rue Litolff (16e arrt).

1924. — HERRENSCHMIDT (Jacques), fabricant de cuirs teints, 138, rue de Courcelles (17e arrt).

1925. — LACOIN (Maurice) (✲), membre du Conseil supérieur de l'Enseignement technique, 12, boulevard Raspail (7e arrt).

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

1926. — SERVONNET (Hyacinthe) (✲, ✠, ◉), Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur principal, chef adjoint des Services des Ateliers de Machines du Chemin de fer du Nord, 40, avenue Junot (18e arrt).

1927. — HARDY (Georges) (O. ✲, ✠), ancien élève de l'École normale supérieure, agrégé de l'Université, docteur ès lettres, ancien directeur de l'Enseignement en Afrique occidentale française, au Maroc, et de l'École coloniale, recteur de l'Académie d'Alger.

1929. — CHEVALIER (Auguste) (O. ✲), professeur au Museum national d'Histoire naturelle, directeur du Laboratoire d'Agronomie coloniale, chef de la Mission permanente d'Agriculture au Ministère des Colonies, secrétaire général de l'Association Colonies-Sciences, 57, rue Cuvier (5e arrt).

1931. — BLONDEL (Fernand) (✠), Ingénieur en chef des Mines, secrétaire général du Comité d'Études minières pour la France d'Outre Mer, 13, rue de Bourgogne (7e arrt).

1933. — DUCHEMIN (René) (O. ✲), ingénieur-chimiste, président de la Confédération générale de la Production française et des Établissements Kuhlmann, 1, rue de Nevers (6e arrt).

Commission du Bulletin.

MM. DE FRÉMINVILLE, WERY, *secrétaires généraux*, LAFOSSE, ALBY, SAUVAGE, MASSON, BACLÉ, CHESNEAU, ARNOULD, BORDAS, HITIER, SCHRIBAUX, COLMET DAÂGE, BOURDEL, DE ROUSIERS, HERRENSCHMIDT.

Agent général de la Société.

1912. — LEMAIRE (Eugène) (✲, ✠), Ingénieur des Arts et Manufactures, 44, rue de Rennes (6e arrt). — Téléphone : Littré-55-61.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

MEMBRES HONORAIRES DU CONSEIL

Comité des Arts chimiques.

1925. — KESTNER (Paul), ingénieur, 57, rue de Babylone (7e arrt).

Comité des Arts économiques.

1916. — LEGOUËZ (Raynald) (C. ✻), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, membre de la Chambre de Commerce de Paris, 25, rue Molitor (16e arrt).

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

Comité des Constructions et des Beaux-Arts.

1911. — BERTRAND DE FONTVIOLANT (C. ✻), professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures, Les Acacias, Vaucresson (Seine et Oise).

MEMBRES CORRESPONDANTS

Comité des Arts mécaniques.

Correspondant français.

Année de la nomination.

1913. — SCHUBERT (Adrien) (✻, ⅄, ◑), Ingénieur des Arts et Manufactures, 6, rue Fourcroy, Paris (17e arrt).

Comité des Arts chimiques.

Correspondant français.

1919. — ZUBER (Louis), industriel, à 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).

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, Madrid, 14e (Espagne).

1922. — SAUVEUR (Albert) (✻, ◑), ingénieur métallurgiste, membre de l'American Academy of Arts and Sciences, membre honoraire de la Société des Ingénieurs sortis des Écoles de Liége, président du Salon français de Boston, professeur de métallurgie et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de la nomination.

de métallographie à l'Université Harvard, Harvard University, Cambridge, Mass. (U. S. A.).

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

Comité des Arts économiques.

Correspondants français.

1919. — CHAUVEAU (Dr Claude) (✲), sénateur, docteur médecin, 242, boulevard Saint-Germain, Paris (7e arrt).

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

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-Édouard) (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).

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, 91, faubourg Saint-Honoré, Paris (8e), et à Versailleux (Ain).

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 (16e arrt).

1925. — LEINEKUGEL LE COCQ (G.) (O. ✲), Ingénieur hydrographe en chef de la Marine de réserve, Établissements métallurgiques G. Leinekugel le Cocq, à Larche (Corrèze), et 28, quai de Passy, Paris (16e arrt).

Correspondant étranger.

1932. — HANNOVER (Harold Immanuel), ancien directeur de l'École polytechnique royale, Osterbrogade 106,0, Copenhague (Danemark).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LE LABORATOIRE DE RECHERCHES ET L'INDUSTRIE DU PÉTROLE [1]

par M. Henri WEISS, *professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg, directeur de l'École nationale supérieure du Pétrole et des Combustibles liquides.*

L'IMPORTANCE DES SERVICES DE RECHERCHES DANS L'INDUSTRIE DU PÉTROLE.

Lorsqu'on examine l'organisation des grandes sociétés de l'industrie du pétrole, on est frappé de voir l'extention considérable donnée par certaines d'entre elles à leurs services de recherches. Ceux-ci se classent certainement parmi les plus importants que l'on rencontre dans l'industrie en général.

A titre d'exemple, l'Universal Oil Products Company possède aux États-Unis, à Riverside (Illinois), un ensemble de laboratoires et d'installations semi-industrielles occupant une étendue de 7 ha. Son personnel oscille, suivant les besoins, entre 100 et 200 chimistes, ingénieurs et employés divers.

La Bataafsche Petroleum Maatschappij possède deux grands centres de recherches, l'un en Californie, l'autre en Hollande. Celui de Hollande comprend d'une part, à Delft, une station de moteurs où l'on étudie les propriétés des divers carburants et lubrifiants pour moteurs à combustion interne; d'autre part, le laboratoire d'Amsterdam, divisé en trois grands bâtiments et dont le personnel est d'environ 500 membres.

Pourquoi cette importance particulière? Quelle est la participation française à ce mouvement? Voilà ce que je vais m'efforcer d'exposer aujourd'hui.

La raison de l'importance attribuée à ces services s'explique par plusieurs causes. D'une part, cette industrie travaille une matière première complexe, fragile et de constitution très mal connue. Les exigences de l'industrie consommatrice se font de jour en jour plus intenses et plus variées; il faut suivre. D'autre part, nul n'ignore que l'industrie du pétrole est soumise à des conditions d'existence très dures. Les régimes fiscaux de tous les pays ont fait leur point de mire de cette industrie florissante. Une concurrence aiguë l'oblige à fabriquer des produits de haute qualité à des prix de revient très bas. D'où la nécessité de perfectionner continuellement les appareillages et procédés de production, d'en élaborer de nouveaux, plus efficaces et moins onéreux, de diminuer les déchets ou de les valoriser en leur trouvant des débouchés.

Pour réaliser ce programme, elle est obligée de mettre au point des techniques d'investigation permettant de voir sur les produits les progrès réalisés ou de constater les défauts. Enfin, maintes fois, elle est conduite à des travaux de science pure lorsque les demandes de la technique ont devancé les résultats fournis par la recherche désintéressée. Lorsqu'elle en trouve l'occasion, elle se décharge autant que possible de ce dernier travail sur les laboratoires des universités dont elle seconde les efforts; mais souvent elle est obligée, pressée par le temps, d'entreprendre elle-même des recherches de cette nature : c'est là ce qui charge considérablement son programme.

(1) Communication faite en séance publique par l'auteur le 25 novembre 1933.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'EFFORT FRANÇAIS.

Depuis quelques années la France a entrepris de créer chez elle une grande industrie du pétrole. Elle a été tout naturellement amenée à organiser en parallèle les services de recherches nécessaires.

D'une manière générale on peut répartir en plusieurs catégories les laboratoires de recherches rattachés à une industrie, celle du pétrole par exemple.

I. — Le rôle attribué au laboratoire de recherches d'une raffinerie est tout naturellement de trouver la cause des incidents de fabrication, accidentels ou systématiques, qui lui seraient signalés par le service de contrôle. C'est lui également qui peut déterminer sur place, c'est-à-dire sur les appareils de fabrication, un certain nombre de données dont la connaissance est nécessaire aux services chargés du perfectionnement et de la coordination du travail des usines d'un même groupe.

II. — Ces services centraux de perfectionnement, outre la coordination dont nous venons de parler, sont chargés d'élaborer des procédés plus efficaces ou entièrement nouveaux, ou bien de trouver des usages plus rémunérateurs pour les produits. Ils sont en général éloignés des centres de fabrication. Ils ont étudié par exemple le cracking (comme l'Universal Oil Products Company[e], l'hydrogénation, le raffinage par divers solvants ou réactifs comme l'anhydride sulfureux, le phénol, certains produits chlorés, etc. Ce sont eux également qui ont mis au point : la transformation de divers corps difficilement utilisables en solvants oxygénés employés dans l'industrie chimique, la transformation des brais en émulsions de diverses natures, etc.

III. — Certains services utilisateurs sont quelquefois amenés à exprimer leurs desiderata sous une forme précise, le fabricant n'étant pas à même de leur fournir le renseignement voulu. C'est de là que vient leur initiative de déterminer exactement les propriétés des produits dont ils ont besoin.

IV. — Producteurs et utilisateurs sont souvent obligés, ainsi que nous l'avons dit plus haut, de résoudre au préalable des problèmes de science pure; mais ces travaux sont coûteux et longs; leurs résultats sont destinés à servir leurs voisins aussi bien qu'eux-mêmes. Pour toutes ces raisons, ils font, quand ils le peuvent, appel à des laboratoires d'état ou laboratoires d'industries groupées, c'est-à-dire à des laboratoires qui ne sont pas talonnés par la nécessité d'un rendement financier immédiat et dont les frais de gestion sont automatiquement répartis sur tous ceux qui utilisent leur travail.

Nous ne dirons rien des laboratoires de la première catégorie; toutes nos raffineries possèdent des laboratoires de ce genre.

Nous trouvons des exemples de services de la deuxième catégorie, d'une part, dans le Laboratoire central de la Compagnie française de Raffinage, d'autre part, dans la Société nationale de Recherches. Cette dernière s'est occupée spécialement de l'hydrogénation et des carburants de synthèse; le premier, en dehors des fabrications nouvelles et des mises au point de techniques de laboratoire, a étudié des phénomènes nouveaux d'une manière qui ferait honneur à des laboratoires spécialisés dans la science pure.

Parmi les services consommateurs, l'un des premiers en date, le Service technique de l'Aéronautique, s'est préoccupé d'établir des conditions de recette

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour carburants lubrifiants. Il a dû pousser pour cela ses travaux jusqu'à d'importants problèmes de science pure : la température critique de dissolution, la dispersion de réfraction, l'absorption des hydrocarbures dans l'infra-rouge, la biréfringence magnétique, etc.

L'Office national des Combustibles liquides a tout naturellement concentré son attention sur des entreprises qui pouvaient être d'intérêt général. Il a en particulier créé deux organismes : la Station nationale d'Expériences techniques, de Bellevue, qui vous a été décrite ici même par M. Bonnier [2], et le Centre d'étude des Huiles minérales auprès de l'École nationale supérieure du Pétrole, à Strasbourg.

Après cette énumération, destinée à vous donner une idée d'ensemble de l'effort accompli en France, à vous montrer qu'il est complet dans son programme, sinon dans sa réalisation, je crois que le sujet qui s'impose aujourd'hui à ma compétence est de vous donner quelques explications précises sur le travail du centre que je connais le mieux, celui de Strasbourg.

L'ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DU PÉTROLE ET DES COMBUSTIBLES LIQUIDES.

L'École nationale supérieure du Pétrole et des Combustibles liquides a été créée en 1924, par accord entre le Ministère du Commerce (Office national des Combustibles liquides), le Ministère de l'Instruction publique et l'Université de Strasbourg.

Son but essentiel est de former des techniciens spécialisés : géologues, ingénieurs et chimistes, la spécialisation portant pour ces derniers non seulement sur les industries de production des combustibles liquides, mais aussi sur les industries chimiques dérivées.

L'École est divisée en trois sections correspondant à ses trois spécialités : géologie, exploitation avec option forage et raffinage, et chimie. Un ensemble de cours est commun aux trois sections. En outre, chacune comporte un enseignement approfondi sur les sujets spéciaux qui l'intéressent directement et un enseignement sommaire sur les sujets concernant principalement les deux autres sections. En principe, tous les enseignements oraux sont ouverts à tous les étudiants de l'École quelle que soit la section où ils sont inscrits. De cette façon, tous les élèves sortant de l'École possèdent une vue d'ensemble sur tous les problèmes touchant les combustibles liquides,

Voici dans leurs grandes lignes les enseignements dans chaque section :

Géologie. — Géologie du pétrole; exercices pratiques sur la carte et sur le terrain (2 mois); prospection géophysique; topographie.

Exploitation. — 1° Option *raffinage* : Chimie et physico-chimie des hydrocarbures; raffinage; transport; emmagasinage; applications des combustibles liquides; topographie; projets d'usines et d'entrepôts; laboratoire de contrôle et de recherches.

2° Option *forage* : Sondage; raffinage; utilisation des combustibles liquides; transport et emmagasinage; topographie; projets d'entrepôts d'exploitation; stage de six semaines comme ouvrier sondeur.

Chimie. — Laboratoire d'essais courants (1 semestre), laboratoire de recherches (1 semestre) : Chimie et physico-chimie des pétroles; raffinage; combustibles dérivés des combustibles solides (houille, schiste, lignite, etc.); projet d'usine.

(2) Voir le *Bulletin* de mai 1933, p. 290.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour chaque section il existe un enseignement résumé des matières qui ne sont pas enseignées dans la spécialité : géologie, chimie, physico-chimie, exploitation.

L'École est ouverte aux anciens élèves des grandes écoles et des instituts d'universités. La durée normale des études est d'un an. Les meilleurs élèves sont soit envoyés en stage dans les pays étrangers dans des conditions très favorables, soit admis à prolonger leur séjour à l'École pour préparer une thèse de doctorat, en collaboration avec les professeurs de l'École, sur les sujets les plus modernes concernant les combustibles liquides.

L'École a formé jusqu'à présent 180 ingénieurs spécialistes, recherchés par l'industrie où certains occupent déjà des postes importants. Les anciens élèves sont groupés en une association qui se tient en rapport constant avec les industriels.

Un autre but non moins important est de *provoquer et de développer des études et des recherches d'ordre purement scientifique ou technique* dans les trois branches entre lesquelles une collaboration étroite est réalisée.

Dans des laboratoires spécialement outillés, des recherches sont faites concernant : la synthèse des hydrocarbures, la thermolyse, l'hydrogénation, la mise au point de méthodes analytiques et chimico-physiques, l'étude des propriétés physiques, l'étude des applications des huiles et des combustibles liquides (carburation, graissage, électrotechnique). Des résultats très importants ont déjà été obtenus dans les diverses directions de l'activité de ces laboratoires, dont certains travaux font autorité; leur présentation à différents congrès a été très remarquée.

La section de géologie manifeste son activité par des missions de prospection pour le pétrole et des levés géophysiques.

C'est cette activité scientifique de l'École et de son développement qui ont incité l'Office national des Combustibles liquides à étendre ses moyens d'action et à grouper un certain nombre de physico-chimistes travaillant dans les laboratoires de l'École sous l'en-tête administrative et scientifique dénommée Centre d'Études des Huiles minérales et de Graissage. Ce centre, placé sous la direction de l'auteur de ces lignes, a été doté de crédits de matériel spéciaux.

LES TRAVAUX DU CENTRE D'ÉTUDES DES HUILES MINÉRALES ET DE GRAISSAGE DE STRASBOURG.

INTRODUCTION. — Le point de vue que le centre de Strasbourg a adopté dans l'élaboration de son plan d'activité ressort de l'ensemble des explications ci-dessus. Sauf circonstances tout à fait spéciales, il ne rentre pas dans ses attributions d'entreprendre l'étude de modifications à des fabrications. Par contre, il est dans son rôle d'éviter aux laboratoires d'industrie les efforts de longue haleine en vue de travaux d'ordre général dont ils ne seraient pas les seuls à profiter. Il peut s'agir d'établir ou de perfectionner des techniques de laboratoire, d'étudier les phénomènes, de fournir les renseignements scientifiques généraux sur lesquels les industries ont besoin de s'appuyer dans leurs applications diverses.

Pour bien nous faire comprendre, voici une analogie tirée d'une industrie qui a atteint un degré d'évolution scientifique beaucoup plus élevé que celui de l'industrie du pétrole, je veux parler de la métallurgie. Un de ses grands progrès

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

depuis un siècle a été l'élaboration de métaux et alliages ayant des propriétés tout à fait nouvelles, en particulier les aciers spéciaux. On a montré récemment que les premiers efforts tentés dans ce sens l'ont été par Faraday. Au moment de la célébration de son jubilé, il y a deux ans, on découvrit, dans ses premiers cahiers de laboratoire, la description de la préparation de certains alliages de fer avec d'autres métaux : le cuivre, le chrome, le nickel, l'or, l'argent, le platine, le rhodium. C'était presque son premier travail, entrepris sur la demande d'un fabricant d'instruments de chirurgie qui recherchait déjà des aciers résistant à la corrosion et possédant des propriétés mécaniques plus favorables que les aciers ordinaires. Des lingots furent retrouvés dans une boîte à la Royal Institution de Grande-Bretagne et examinés par sir Robert Hadfield, qui montra que Faraday a été réellement le précurseur en matière d'aciers spéciaux. Mais il avait dû interrompre son travail parce qu'il lui manquait les possibilités que nous avons aujourd'hui pour apprécier la valeur des produits obtenus : les diverses formes d'analyse thermique, la métallographie microscopique, qui ont permis de déterminer les transformations allotropiques et les diagrammes des divers alliages, qui ont rendu possible l'étude systématique de la trempe et des traitements thermiques, qui, à la notion de composition, ont ajouté celles de constitution et de structure. On connaît aujourd'hui, les relations : entre les propriétés physiques des métaux et alliages et la nature des édifices cristallins; entre leur corrosion, c'est-à-dire leur destruction par les agents atmosphériques et les impuretés provoquant des défauts locaux. Mais l'industrie métallurgique dut attendre jusqu'à l'acquisition de ces résultats généraux pour pouvoir réaliser les vieilles idées qui dirigaient déjà Faraday et ses collaborateurs.

On peut dire que nos connaissances générales sur la structure et les propriétés du pétrole sont à peu près à l'état d'avancement de celles de l'époque de Faraday sur les métaux et alliages. C'est pourquoi nous pouvons espérer de grands progrès dans l'industrie du pétrole si nous réussissons à faire progresser d'une manière suffisante le programme suivant dans lequel nous nous sommes résolument engagés : techniques de laboratoire, phénomènes généraux, structures des constituants principaux, impuretés.

LES TECHNIQUES DE LABORATOIRE. — On rencontre chez bien des personnes l'opinion que, pour évaluer les qualités d'un produit, il ne peut y avoir qu'un moyen, l'usage en service réel; par exemple, le moteur pour le combustible, la machine pour le lubrifiant. Il est bien certain que l'usage en service réel doit être la consécration qui vérifie tous les autres renseignements apportés. Mais il serait bien gênant de posséder ce seul critérium. Tout d'abord il serait très onéreux; un accident de graissage est une information *a posteriori*, dont on aime mieux se passer. D'autre part, elle ne renseigne pas en général sur la cause précise de la défectuosité de l'huile ou du carburant; elle ne donne pas la clé du remède. Ce dernier ne peut être trouvé que par une analyse serrée des diverses propriétés qu'il faut exiger du matériau en question. Évoquons encore une fois un exemple tiré d'une autre industrie, le problème des briques de silice pour les voûtes de fours d'aciéries et que j'ai vu traiter par mon maître M. Henry Le Chatelier. Tant que l'on n'eut comme critérium de qualité que le nombre de coulées possibles avant l'effondrement de la voûte, les expériences coûtèrent cher et n'apprirent pas grand chose. Lorsqu'on eut analysé que cette destruction pouvait se faire par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

trois mécanismes absolument indépendants : fusion progressive due à une teneur insuffisante en silice; dislocation à froid, due à la présence de silice sous la variété cristobalite; dislocation à chaud, due à la présence de silice sous la variété quartz, ces idées directrices permirent l'organisation méthodique d'une fabrication satisfaite.

C'est pourquoi, lorsque nous abordons un problème nouveau, nous nous attachons pour commencer : à découvrir les phénomènes simples directement mesurables; à perfectionner ces mesures; à les rendre plus aiguës si besoin est.

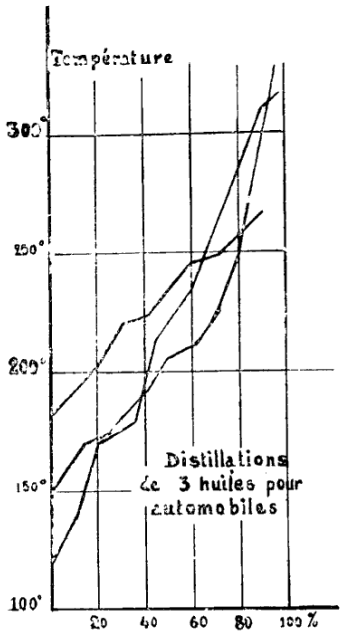


Fig. 1. — Courbes de distillation d'huiles minérales dans le vide de la trompe à vapeur de mercure (Louis).

Quelques-unes de ces techniques, dont nous avons rendu l'usage systématique dans nos laboratoires ou que nous y avons élaborées sont les suivantes :

La *viscosité*, dont l'évaluation directe en unités absolues est d'une sécurité complète et d'une grande facilité. Elle nous sert à l'heure actuelle à explorer les anomalies présentées par les huiles au moment où elles arrivent au voisinage de ce que l'on nomme communément leur point de congélation. Leurs propriétés s'écartent de celles des liquides parfaits, autrement dit les huiles deviennent plastiques. Nous nous servons également de la viscosité pour suivre les particularités des structures moléculaires; nous en reparlerons à propos des synthèses.

La *distillation* dans le vide de la trompe à vapeur à mercure, tout d'abord extrêmement compliquée comme appareillage et délicate comme maniement, est devenue une technique que nous pouvons enseigner en quelques jours à des débutants qui ne sont même pas des familiers du laboratoire. C'est un moyen d'analyse physique extrêmement puissant et qui renseigne soit sur la manière dont une distillation de fabrication a été conduite, soit sur les coupages qui ont pu être effectués. Cette connaissance est absolument nécessaire pour interpréter la plupart des autres déterminations. Actuellement, dans nos laboratoires, presque toutes les matières premières servant à nos études subissent ce contrôle préliminaire. C'est M. Louis qui a principalement contribué à généraliser cette technique.

La figure 1 est un diagramme de distillation sous le vide de la trompe à vapeur de mercure de trois huiles pour automobiles ayant une viscosité identique et proposées pour le même usage. En abscisses sont portées les proportions d'huile ayant distillé à la température indiquée par l'ordonnée. L'une des huiles est relativement homogène; elle commence à distiller à 180° environ; les 9/10 de cette huile distillent dans un intervalle de température de moins de 100 degrés. Les deux autres sont des coupages d'huile à broche ou même d'huile à gaz avec des bright stocks (résidus de distillation visqueux); elles distillent dans un intervalle de température de 200 degrés

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

environ; l'examen des résidus de distillation restant dans le ballon confirme cette conclusion.

La tension interfaciale entre les huiles minérales et des solutions aqueuses bien déterminées, de pH [3] répartis sur toute l'échelle, est un test extrêmement sensible pour les impuretés, dites actives, subsistant dans ces huiles. C'est un contrôle précieux du raffinage chimique et de l'élimination par lavage des réactifs qui ont servi à cette opération. Soit dit en passant, elle ne suffit pas pour connaître l'altérabilité des huiles. Celle-ci dépend à la fois des impuretés actives et de la nature des constituants principaux de l'huile. De même, dans les métaux, une petite quantité de silicium, par exemple, suffit à rendre très altérable un aluminium mais reste sans action de ce genre sur le fer.

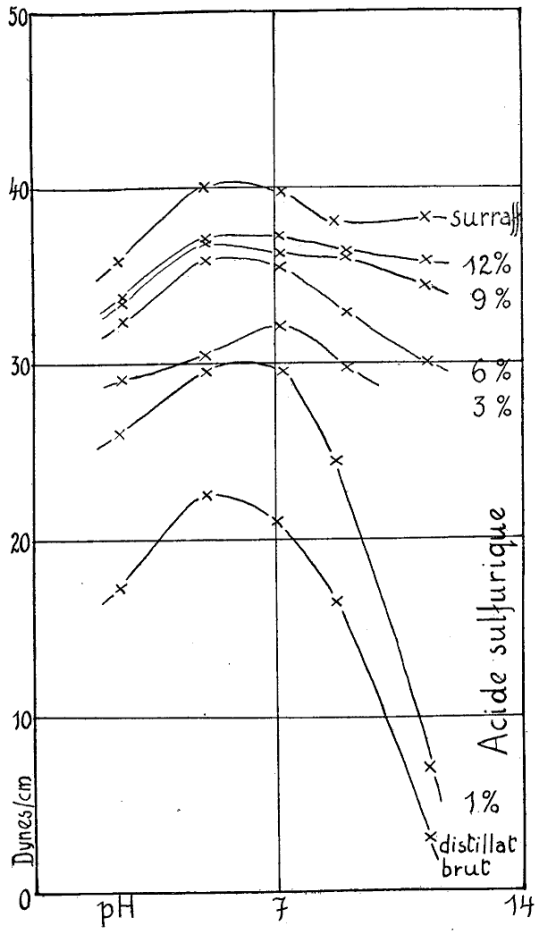


Fig. 2. — Tension interfaciale des huiles minérales pour divers degrés de raffinage (VELLINGER et RADULESCO).

La figure 2 montre l'influence d'un raffinage à l'acide sulfurique d'intensité progressive sur une huile à broche brute de distillation. En abscisse, on a porté le pH des solutions aqueuses utilisées pour mesurer la tension interfaciale (en ordonnée et exprimée en dynes/cm) entre les huiles et les dites solutions. Chaque série de mesures exécutées sur une huile est représentée par une courbe; un chiffre en regard de chaque courbe indique la proportion d'acide sulfurique utilisée pour le raffinage. On voit l'action considérable sur la tension interfaciale des premiers pour cent de réactif utilisés.

QUELQUES EXEMPLES DE TRAVAUX DE RECHERCHES.

L'OXYDATION LENTE DES ESSENCES. — Nous choisirons comme exemple de l'étude d'un phénomène, un travail récemment exécuté par MM. VELLINGER et RADULESCO sur l'oxydation des essences, en particulier des essences obtenues par craquage de

(3) Le pH est une expression logarithmique de la concentration en ions hydrogène d'une solution aqueuse. Il caractérise la « réaction » de ce milieu aqueux. La réaction est : neutre pour pH = 7,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

molécules plus grosses, au moyen d'un traitement thermique vers 500° sous pression élevée, des fractions d'huiles dites huiles à gaz.

Les essences de craquage contiennent en général une proportion importante de carbures d'hydrogène de la série éthylénique, caractérisés par l'existence d'un ou plusieurs doubles échanges de valences entre atomes de carbone.

Ces essences s'altèrent spontanément en donnant naissance à des *gommes*. Ce phénomène est très sensible à l'action de la lumière qui l'accélère considérablement. Dans la pratique, les essences sont stockées dans l'obscurité, mais cet action accélé-

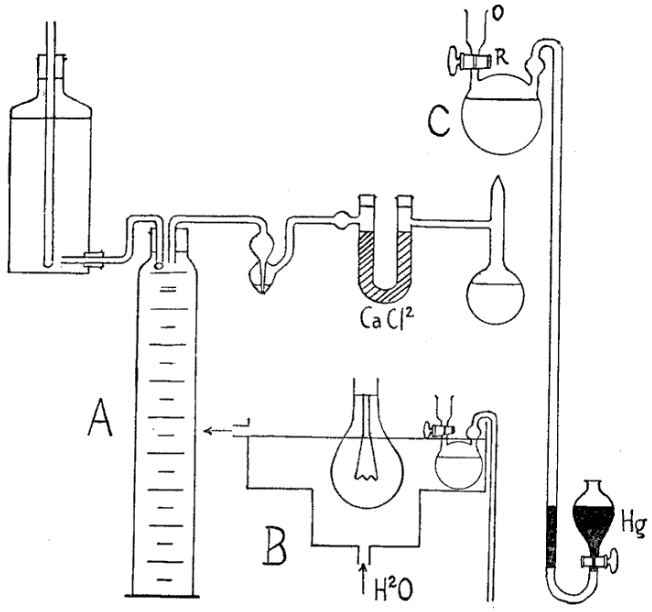


Fig. 3. — A, appareil d'absorption d'oxygène à pression constante; — B, dispositif de photolyse avec ampoule électrique ordinaire; — C, ampoule d'absorption d'oxygène à volume constant (VELLINGER et RADULESCO).

ratrice peut être précieuse au laboratoire pour l'étude du phénomène, à condition qu'elle soit sensiblement la même d'une essence à l'autre. Il fut d'abord montré que tel est bien le cas.

Cette altération est accompagnée d'une absorption importante d'oxygène, absorption qui est nécessaire pour produire le phénomène du gommage; dans la mesure où l'on protège l'essence contre le contact avec l'oxygène, la formation de gomme s'atténue et disparaît presque complètement.

Cet ensemble de constatations permit de suivre commodément le phénomène du gommage par la vitesse d'absorption de l'oxygène sous la lumière d'une lampe électrique convenablement disposée dans un appareil inspiré de celui qui servit aux expériences d'autoxydation de MM. MOUREU et DUFRAISSE (fig. 3). La proportionna-

acide pour des valeurs de 1 à 7, et alcaline pour les valeurs de 7 à 14 du pH. Le rôle de ces ions hydrogène est sans doute d'attirer dans l'interface et d'agir sur les radicaux chimiquement actifs et de réaction contraire.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lité entre la quantité d'oxygène absorbé et le poids de gomme formé fut vérifiée pour une même essence. Pour deux essences différentes, le rapport $\frac{\text{gomme}}{\text{oxygène}}$ augmente avec le poids moléculaire moyen de la fraction (fig. 4).

Le mode de raffinage d'une même essence influe énormément sur la tendance à gommer (fig. 5). Une essence sortant brute de l'appareil de distillation gomme moins rapidement que cette essence ayant subi le raffinage sulfurique ordinaire. On fut ainsi amené à penser qu'il existe dans l'essence brute des inhibiteurs d'oxydation

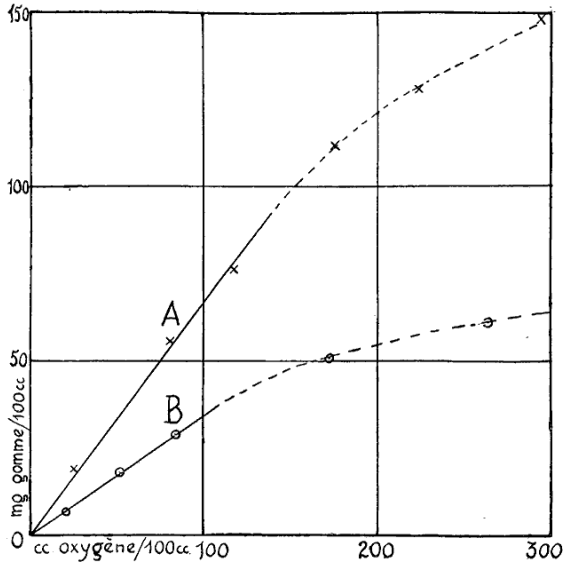


Fig. 4. — Poids de gomme formée (en milligrammes) pour 100 cm³ d'essence en fonction du volume d'oxygène absorbé.
Courbe A, essence traitée avec 1 p. 100 H^2SO^4; — Courbe B, essence traitée avec 2 p. 100 H^2SO^4.

naturels qui prolongent beaucoup la durée pendant laquelle la vitesse d'absorption de l'oxygène est faible (période d'induction) et qui sont détruits par un raffinage inapproprié. Il fut successivement montré que ces inhibiteurs naturels (dans les essences soumises à notre étude) sont présents surtout dans la fraction distillant entre 170° et 190° (fig. 6).

Pour éviter au raffinage la destruction de ces inhibiteurs, on fut amené à raffiner à l'acide sulfurique uniquement les fractions volatiles et à ajouter ensuite la fraction brute 170°-190°. Ce mode opératoire fournit à bon compte des essences comparables à celles qui sont stabilisées par les meilleurs inhibiteurs artificiels.

La nature de ces inhibiteurs fut recherchée par les spectres d'absorption en lumière ultra-violette, après concentration par divers procédés. On obtient un spectre caractéristique des phénols (fig. 7). De là, l'idée d'adjoindre au traitement sulfurique ordinaire un traitement oxydant respectant ces inhibiteurs ou peut-être même favorisant leur formation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Un certain nombre de ces échantillons d'essences ayant des tendances à gommer très différentes furent envoyés à la Station de Bellevue pour déterminer leurs qualités antidétonantes, c'est-à-dire leurs indices d'octane. Les tendances à détoner se classèrent jusqu'à présent dans le même ordre que les tendances à gommer. Ces deux qualités ont été jusqu'ici réputées comme indépendantes. En effet, de plus en plus la présomption s'accentue que le phénomène de cognage produit par les carbu-

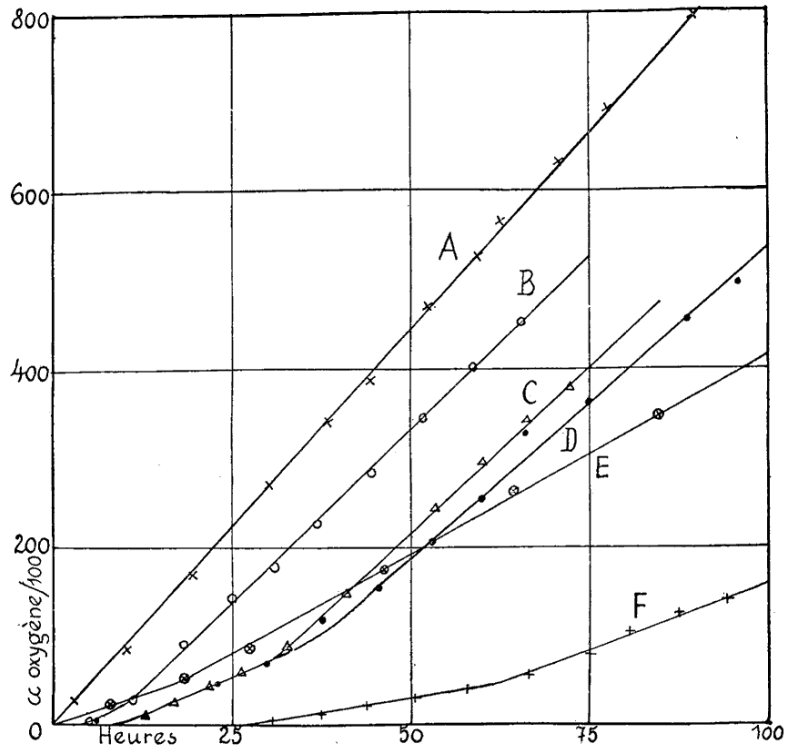


Fig. 5. — Absorption d'oxygène à pression constante de différents échantillons d'essence et pour différents traitements.

A, essence Carburol traitée avec 3 p. 100 H^2SO^4; — B, essence Cross traitée par la soude et les terres; — C, essence Cross 3 p. 100 H^2SO^4; — D et E, essence Cross 2 p. 100 H^2SO^4; — F, essence Cross 5 p. 100 H^2SO^4.

rants est lié à leur mécanisme d'oxydation lente à haute température, phénomène distinct en général de leur oxydation à basse température, mais pas obligatoirement distinct. D'autre part, les déterminations les plus récentes de la valeur antidétonnante des carbures éthyléniques conduisent à penser que la présence de ce genre de carbures dans les essences de craquage ne suffit pas à expliquer l'indice d'octane élevé de ces essences.

Nous sommes ainsi conduits tout naturellement à vérifier si l'ensemble des propriétés favorables des essences de craquage est dû à la nature des carbures qui les composent ou bien aux impuretés oxydées qui se fabriquent en même temps qu'elles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

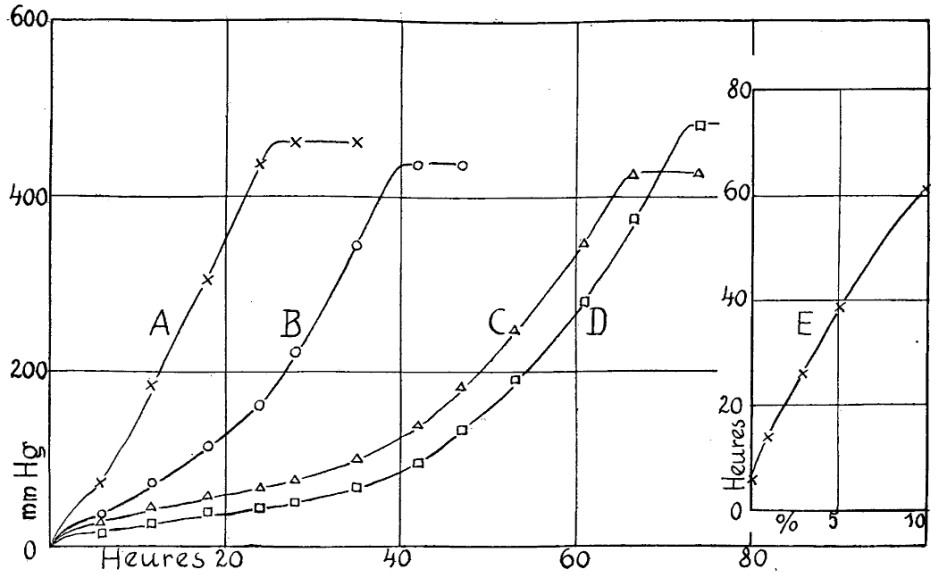


Fig. 6. — Action antioxydante de diverses fractions d'essence de craquage brute.
A, essence raffinée témoin; — B, essence A additionnée de 3 p. 100 de la fraction brute passant entre 142° et 154°; — C, *idem* pour la fraction 154°-168°; — D, *idem* pour la fraction 169°-173°: — E, période d'induction en fonction du volume de la fraction active ajoutée.

On voit ici le rôle considérable joué par des constituants en doses infinitésimales, que l'on peut qualifier d'impuretés, mais qui se trouvent avoir une influence bienfaisante.

Telle est la suite des idées et la réalisation technique d'un travail conduit dans le but d'éclairer un phénomène sous le jour qui lui donnera sa portée la plus générale possible.

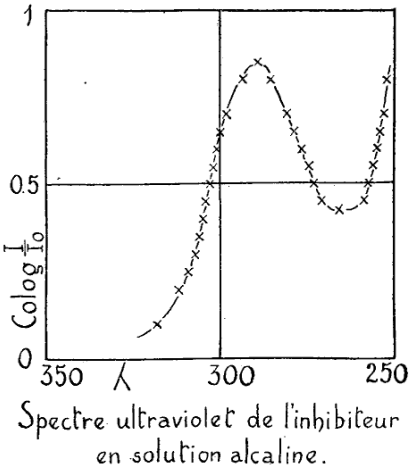


Fig. 7. — Spectre ultraviolet de l'inhibiteur en solution alcaline.

DE LA STRUCTURE DES HYDROCARBURES DANS LES FRACTIONS ÉLEVÉES DU PÉTROLE. — Ce problème de la détermination de la nature des constituants principaux des huiles minérales se présente tout naturellement à l'esprit. On sait que ce sont des carbures d'hydrogène de poids moléculaire élevé, mais quand on pense au nombre considérable des isomères possibles dès que le nombre d'atomes de carbone dans la molécule dépasse la dizaine, on prévoit immédiatement que la lumière complète sur cette question sera impossible à obtenir et qu'il faudra se contenter d'indications sur les familles d'hydrocarbures (chaînes droites, chaînes ramifiées, chaînes fermées ou cycles, saturées ou non).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les paraffines. — On s'accorde en général à attribuer à ces corps une structure de carbures saturés à chaînes droites, ou une structure très voisine. Il nous a semblé qu'une vérification, de ce fait, en se servant des techniques de la cristallographie, pourrait être d'un certain intérêt. Ce travail a été entrepris par M. YANNAQUIS. En soumettant des paraffines à des séparations fractionnées par distillation et par cristallisation dans des solvants, on obtient des préparations qui donnent les spectres de rayons X caractéristiques de molécules longues avec des dimensions latérales relativement faibles.

Mais M. Yannaquis a réussi également à préparer des cristaux susceptibles d'être étudiés complètement au microscope polarisant.

L'observation en lumière parallèle entre nicols croisés permit de constater la

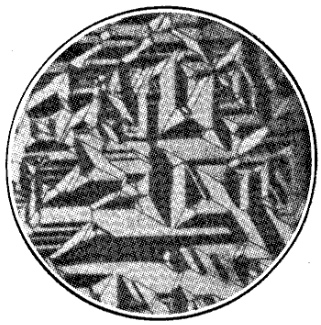


Fig. 8. — Cristaux de paraffine « en damier » à la surface de séparation verre-liquide (Nicols croisés, extinction oblique, grossissement 327). (YANNAQUIS.)

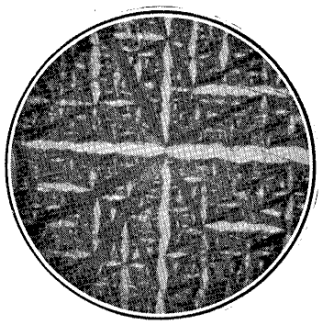


Fig. 9. — Cristaux de paraffine groupés en étoiles à la surface de séparation verre-liquide (Nicols croisés, extinction oblique, grossissement 70). (YANNAQUIS.)

biréfringence et de mesurer l'angle entre l'axe des nicols et celui des cristaux au moment de l'extinction (angle d'extinction). Ces données renseignent sur le degré de symétrie du cristal, et, par extension, de la molécule.

Les cristaux de paraffine se répartissent en deux grandes catégories :

a) Les cristaux qui se forment à la surface libre du liquide. Ils sont généralement de structure fibreuse. On observe sur eux des extinctions droites (angle d'extinction nul), indication d'une symétrie relativement élevée, compatible avec celle des hydrocarbures à chaîne droite;

b) Ceux qui s'orientent à la surface de séparation du verre et du liquide. Ils se présentent sous des aspects variés : en dendrites, en damiers (fig. 8) ou en étoiles (fig. 9). Ils ont des extinctions nettement obliques qui incitent à conclure à l'existence de molécules asymétriques, contenant probablement des cycles. Des observations de densités anormalement élevées sur certaines paraffines corroborrent cette façon de voir.

Études des huiles par spectrographie en lumière ultra-violette. — Cette technique a été primitivement instaurée à Strasbourg avec l'espoir d'obtenir quelques renseignements sur la structure des produits solubles d'altération par oxydation des huiles d'origines très bien connues, fournies par la Commission électrotechnique

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

internationale. Ce travail fut exécuté par MM. VELLINGER et KLINKENBERG, ce dernier, ingénieur détaché par la Bataafsche Petroleum Maatschappij.

A la surprise des auteurs, les huiles neuves les plus diverses ont donné des spectres d'allure presque identiques qui, après discussion, purent être attribués non à des impuretés, mais à des proportions importantes de carbures à noyaux aromatiques (hydrocarbures de la famille du benzène, naphtalène, anthracène, etc.), même dans les huiles pennsylvaniennes, généralement supposées de structure à chaînes

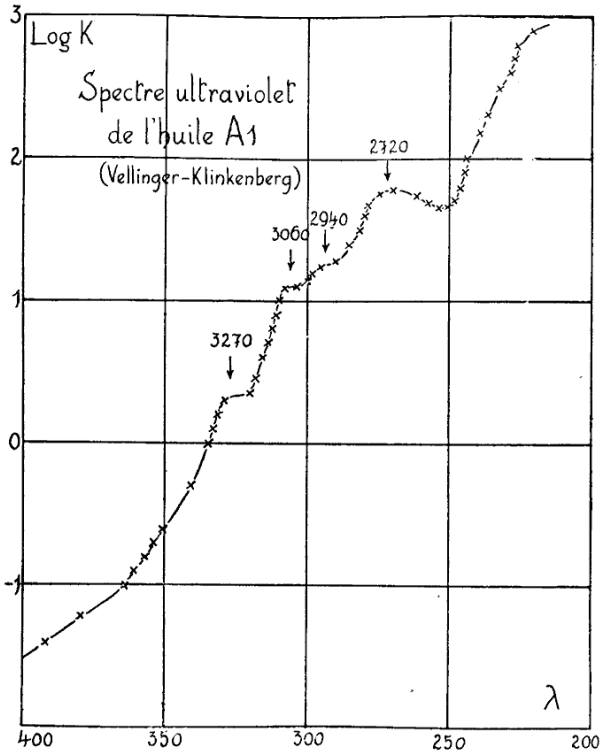


Fig. 10. — Spectre d'absorption en lumière ultra-violette d'une huile minérale blanche d'origine sud-américaine (VELLINGER et KLINKENBERG).

ramifiées. La présence probable de tels carbures dans les huiles pennsylvaniennes avait déjà été signalée, par le professeur WATERMANN, de Delft, à la suite de mesures d'indices de réfraction.

Les figures 10 et 11 donnent les diagrammes de spectres d'absorption d'huiles en lumière ultra-violette. En abscisse est portée la longueur d'onde de la lumière, en ordonnée le logarithme de la constante d'absorption de la substance pour chaque longueur d'onde. L'huile A_1 est originaire du Vénézuéla. Les huiles P sont préparées à partir d'un même distillat d'huile pennsylvanienne par raffinage croissant à l'acide sulfurique, P_3 ayant à peu près le même degré de raffinage que A_1. On constate l'analogie frappante entre les spectres de A_1 et de P_3 et l'absorption considérable

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de ces substances pour les courtes longueurs d'onde; propriété qui a conduit à la conclusion énoncée ci-dessus.

Essais de réactions sélectives. — Des huiles d'origine bien connue furent traitées par distillation et dissolution fractionnées, de manière à opérer sur des constituants plus homogènes. Diverses réactions sélectives furent essayées sur ces fractions : déshydrogénations suivies de sulfonations, oxydation ménagée par divers procédés.

L'oxydation ménagée est un phénomène qui a été très étudié dans nos laboratoires

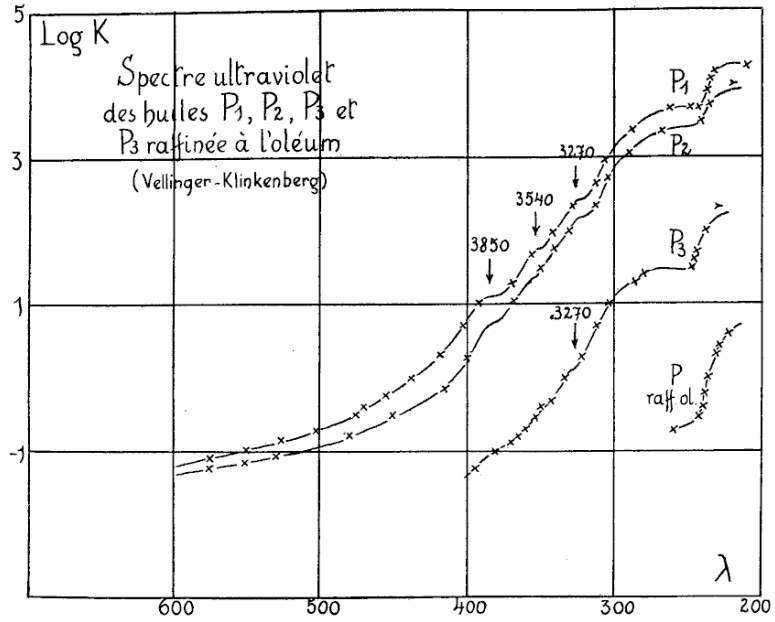


Fig. 11. — Spectre d'absorption d'une série d'huiles de plus en plus raffinées d'origine pennsylvanienne (VELLINGER et KLINKENBERG).

par M. SALOMON d'une part, et d'autre part, par M. VELLINGER avec la collaboration de M. MULLER, ingénieur de la Société de Pechelbronn. Nous en avons traité par ailleurs de manière détaillée; je ne l'évoque ici que pour indiquer comment nous sommes arrivés à l'idée de prélever, dans de vieux transformateurs de centrales électriques, des quantités importantes de dépôts pour les soumettre à une analyse chimique dont les résultats doivent nous orienter vers la connaissance de la constitution des produits d'origine. Les produits oxygénés sont en effet plus faciles à différencier les uns des autres que les hydrocarbures correspondants. Ce travail, qui demanderait à lui seul tout un exposé, est conduit par M. BOISSELET.

Préparation d'hydrocarbures lourds par synthèse. — Ce mode de travail est la réciproque de ce que nous avons exposé jusqu'ici : reproduire, par des moyens appropriés de synthèse organique, des corps de structure analogue à celles que nous sommes appelés à présumer et comparer leurs propriétés générales. Cet

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

important chapitre est l'œuvre de mon collègue M. HUGEL et de ses collaborateurs.

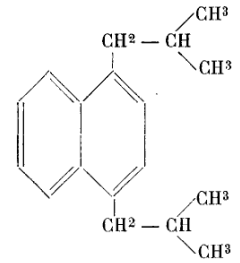
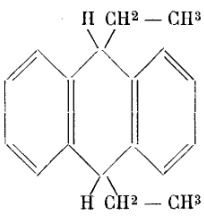
Il a d'abord réalisé la synthèse d'hydrocarbures à chaînes ramifiées par condensation de l'alcool octylique en alcools di- et tricapryliques, puis obtention de carbures par déshydratation. Ces hydrocarbures ne possèdent nullement une viscosité permettant de conclure qu'ils sont des constituants importants des huiles de graissage. M. HUGEL a préparé par contre des hydrocarbures dérivés des noyaux aromatiques, benzène, naphtalène, anthracène, pyrène, par accollement de chaînes alcoylées (chaînes hydrocarbonées droites ou ramifiées), des carbures de poids moléculaires élevés et qui ont permis de constater les deux phénomènes suivants :

a) la présence de deux ou trois cycles aromatiques accolés et associés à des chaînes alcoylées conduit à des produits de très forte viscosité;

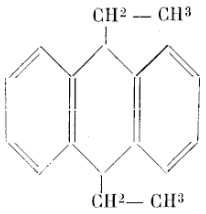
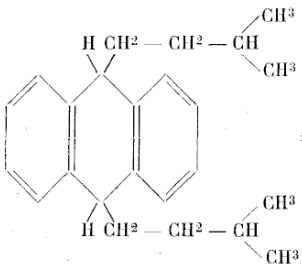
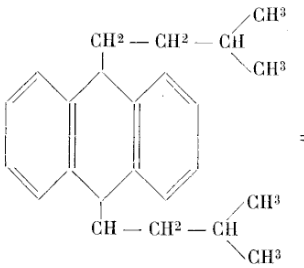
b) il suffit d'ajouter ou d'enlever deux atomes d'hydrogène à certains carbures dérivés de l'anthracène pour passer de corps liquides visqueux à des corps parfaitement cristallisés, comme le montre le tableau ci-après.

Voilà comment, par une série de travaux partant des considérations les plus diverses, nous arrivons progressivement à encercler ce problème de la constitution des huiles minérales. Nous pensons actuellement que de très petites variantes de structure entre les hydrocarbures réellement existants dans les huiles suffiront à expliquer les différences importantes de propriétés que l'on rencontre chez elles.

TABLEAU COMPARATIF DES VISCOSITÉS DE QUELQUES HYDROCARBURES LOURDS.
(HUGEL et LERER.)

CONSTITUTION DES CARBURES		VISCOSITÉ A 20°	
Tricaprylène (chaîne ramifiée)	$= C^{24}H^{48}$	0,259	poise
	$= C^{18}H^{24}$	0,476	poise
	$= C^{18}H^{20}$	1,57	poise

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CONSTITUTION DES CARBURES		VISCOSITÉ A 20°
	$= C^{18}H^{18}$	cristallisé, point de fusion = 145°
	$= C^{24}H^{32}$	50,85 poise
	$= C^{24}H^{30}$	cristallisé, point de fusion = 134°.

CONCLUSIONS.

Ce bref aperçu a eu pour but de vous faire concevoir le programme que nous suivons et l'esprit dans lequel il a été tracé. Les résultats obtenus sont partiels; la route à parcourir est longue jusqu'au but proposé. Mais j'ai la conviction que nous sommes sur la bonne voie. Tels qu'ils sont, ces travaux ont en effet obtenu des témoignages d'estime à leurs auteurs de la part de leurs aînés des laboratoires étrangers. Ils ont incité plusieurs services publics français et étrangers à envoyer leurs techniciens faire des stages dans nos laboratoires et à travailler en liaison avec eux certaines questions qui les intéressent directement. La Commission électrotechnique internationale et la Conférence internationale des Grands Réseaux électriques nous ont chargés de coordonner ces recherches techniques entreprises avec la collaboration des laboratoires spécialisés de plusieurs pays.

En 1931, lors du Congrès de Graissage de Strasbourg, nous avons compris l'intérêt soulevé par nos premiers travaux à la présence de certains de nos collègues étrangers, réputés parmi les plus illustres; pour la première fois nous eûmes la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

visite de nos voisins d'un pays que nous apercevons de nos fenêtres et dont les finances ne passent pas pour être plus prospères que les nôtres. Ils ne nous ont pas caché qu'ils allaient immédiatement prendre exemple sur notre organisation. En effet, dans l'étude de sujets aussi complexes, nous ne pourrions pas arriver à grand'chose si nous n'étions pas groupés, unis en équipes, un certain nombre de chercheurs ardents, pleins de foi, dont le travail se féconde mutuellement, pourrait-on dire, d'une manière exponentielle.

Il n'est un mystère pour personne que la France entre dans une ère d'économie impérieuse. La bienveillance et l'intérêt général sont tout acquis aux établissements scientifiques; on n'est plus à l'époque où l'on osait dire : « La République n'a pas besoin de savants. » Mais pour diriger les économies d'une manière judicieuse, il

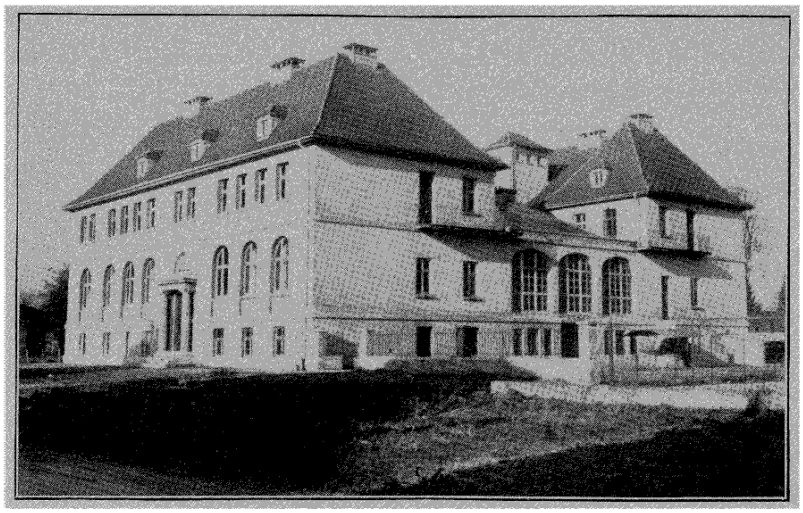


Fig. 12. — L'École nationale supérieure du Pétrole, à Strasbourg.

est bon de savoir avec précision le mode de fonctionnement et les raisons de bon rendement de certaines institutions si l'on ne veut risquer de les estropier gravement par des mesures en apparence anodines. J'estime qu'il est de mon devoir de le dire devant une société qui ne joue pas un rôle seulement scientifique, mais également moral, puisqu'elle porte le nom de Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

BIBLIOGRAPHIE.

M. Louis, Appareil de mesure de la viscosité absolue (*Bull. Soc. Fr. Ph.* 306, p. 64. S, 1931).

M. Louis et de la Hitte, Détermination de la viscosité des huiles minérales (*Congrès du Graissage*, Strasbourg, 1931).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

H. Weiss, Le viscosimètre unifié français (*World Petroleum Congress*, Londres, 1933).

M. Louis, Jordachescu et Thiebaut, Anomalies de viscosité des huiles à basse température (*Physics*, 1933, vol. 4, n° 11, p. 401).

M. Louis et Jordachescu, Anomalies de viscosité des huiles à basse température (*W. P. C.*, Londres, 1933).

M. Louis et Penhoat, Distillation des huiles de graissage dans le vide cathodique (*C. G.*, Strasbourg, 1931).

M. Louis, Méthode de distillation des huiles minérales dans le vide cathodique (*W. P. C.*, Londres, 1933).

H. Weiss et E. Vellinger, La tension interfaciale des huiles minérales (*Annales de l'Office national des Combustibles liquides*, 1930, p. 273; *C. G.*, Strasbourg 1931).

E. Vellinger et G. Radulesco, Le contrôle du raffinage des huiles minérales par des mesures de tensions interfaciales (*W. P. C.*, Londres, 1933).

E. Vellinger et G. Radulesco, Sur la photolyse de l'essence de cracking (*C. R. Ac. Sc.*, t. 196, 1933, p. 1495).

E. Vellinger et G. Radulesco, Sur des constituants antioxydants ou antioxygènes de l'essence de cracking (*C. R. Ac. Sc.*, t. 197, 1933, p. 417).

E. Vellinger et G. Radulesco, Recherches physico-chimiques sur l'oxydation de l'essence de cracking (*W. P. C.*, Londres, 1933).

E. Vellinger et G. Radulesco, Sur une méthode rationnelle de raffinage des essences de cracking (*Ann. de l'O. N. C. L.*, 1934).

N. Yannaquis, Sur la constitution des paraffines (*Ann. O. N. C. L.*, 1934).

E. Vellinger, Sur les modifications spectrales qui accompagnent l'altération des huiles minérales (III, *C. G.* Strasbourg, 1931).

E. Vellinger et Klinkenberg, Sur les modifications spectrales qui accompagnent l'altération des huiles minérales (IV, *Ann. O. N. C. L.* 1934).

H. Weiss et T. Salomon, Nouvelle méthode pour l'évaluation de l'altérabilité des huiles minérales (*Ann. O. N. C. L.*, 4e année, 1929, p. 419).

H. Weiss et E. Vellinger, Recherches physico-chimiques sur l'altération des huiles minérales (*W. P. C.*, Londres, 1933).

L. Boisselet et Mouratoff, Contribution à l'étude de la composition chimique des dépôts d'huiles minérales (*C. G.*, Strasbourg, 1931; *Ann. O. N. C. L.*, 1933).

G. Hugel et M. Lerer, Synthèse de carbures aromatiques alcoylés (*C. R. Ac. Sc.*, t. 195, 1932, p. 249).

M. Lerer, Synthèse de carbures à poids moléculaires élevés (*Ann. O. N. C. L.*, 8e année, 1933, p. 681).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

DENSIMÈTRE AUTOMATIQUE, ANALYSEUR AUTOMATIQUE DES GAZ, APPAREIL UNIVERSEL POUR ÉTUDIER LA PERMÉABILITÉ DES CORPS SOLIDES [1]

par M. Paul WALTER, *ingénieur-conseil, expert près des Tribunaux du Conseil de Préfecture et du Tribunal de Commerce.*

Mes fonctions m'ont amené à étudier, à imaginer et à construire plusieurs appareils répondant à des problèmes posés dans différentes industries. Parmi les appareils que je pouvais vous présenter, j'en ai choisi trois, ceux, qui, au dire de certaines personnalités, paraissent devoir trouver des applications dans un grand nombre d'industries, à cause de la généralité de leur emploi. Ce sont aussi les plus nouveaux. Ces trois appareils existent; ils sont au point et ils ont déjà servi dans les industries pour lesquelles ils ont été imaginés et ils y ont déjà rendu des services.

APPAREIL AUTOMATIQUE POUR PRENDRE LA DENSITÉ DES CORPS SOLIDES.

La densité des corps est une des constantes physiques qu'il importe de connaître et de déterminer avec rapidité. La méthode classique pour cette détermination est

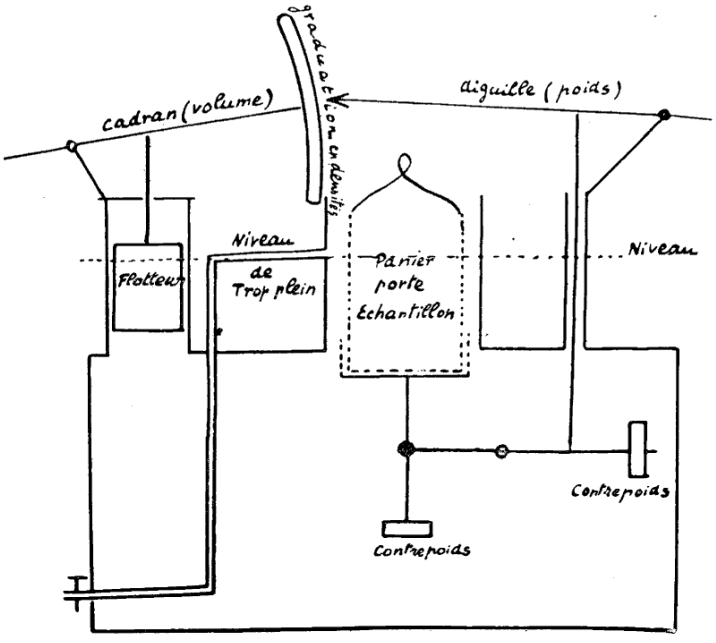


Fig. 1. — Schéma du densimètre automatique.

celle du procédé *hydrostatique*. Ce procédé est long, exige de la minutie : aussi ai-je pensé qu'il serait intéressant de mettre au point un appareil effectuant *auto-*

(1) Communication faite par l'auteur en séance publique le 21 octobre 1933.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

matiquement cette mesure, c'est-à-dire donnant directement sur un cadran *la densité* cherchée sans qu'on ait à déterminer séparément le poids et le volume du corps en question.

Cet appareil (fig. 1 et 2) est une sorte de balance hydrostatique à contre-poids, contenue dans une capacité étanche. Cette balance commande une aiguille dont le déplacement est proportionnel au poids de l'échantillon.

Celui-ci est placé dans un petit panier amovible placé sur le plateau de la balance.

Tout l'appareil est rempli d'un liquide dont la densité dépend du corps à essayer:

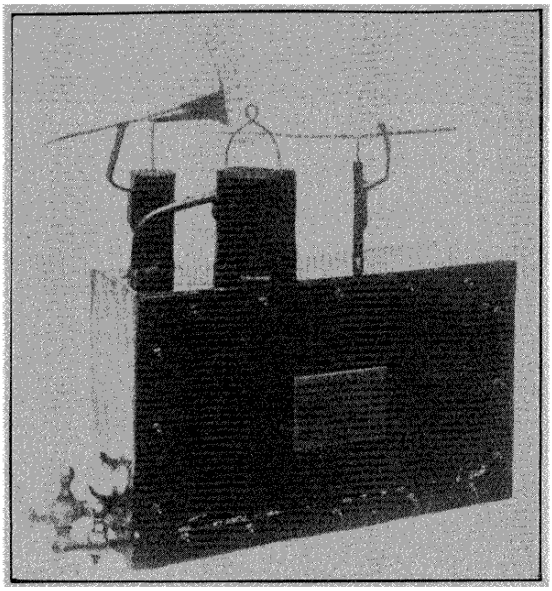


Fig. 2. — Vue du densimètre automatique.

c'est de l'eau s'il faut prendre une densité plus grande que 1, de l'alcool ou du pétrole s'il s'agit de densités comprises entre 0,8 et 1, sans limitation supérieure.

L'appareil étant étanche, le niveau du liquide devra être toujours le même, ce qu'on réalise avec un robinet de niveau.

L'introduction de l'échantillon dans le liquide provoque une élévation de son niveau; cette élévation est proportionnelle au volume de l'échantillon; un flotteur suit le déplacement de ce niveau. Ce flotteur commande un cadran, dont le déplacement correspond au volume.

L'aiguille des poids se déplace directement sur le cadran qui est gradué en densités et dont la graduation se fait par étalonnage avec des corps de densités connues et une fois pour toutes.

Les figures 1 et 2 indiquent clairement le principe de l'appareil et sa réalisation.

La mesure d'une densité dure environ 10 secondes; elle est très fidèle. L'appa-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

reil est entièrement métallique; il pèse environ 3 kg, sa longueur est de 30 cm, sa hauteur de 20 cm. Il peut trouver place sur le bureau d'un directeur ou d'un chef de service, aussi bien qu'au laboratoire.

ANALYSEUR AUTOMATIQUE DES GAZ OU DES FUMÉES.

L'analyse automatique des gaz est une question de la plus haute importance; elle s'applique au contrôle des fabrications où ces gaz sont employés, ainsi qu'à l'analyse des fumées dans le chauffage industriel.

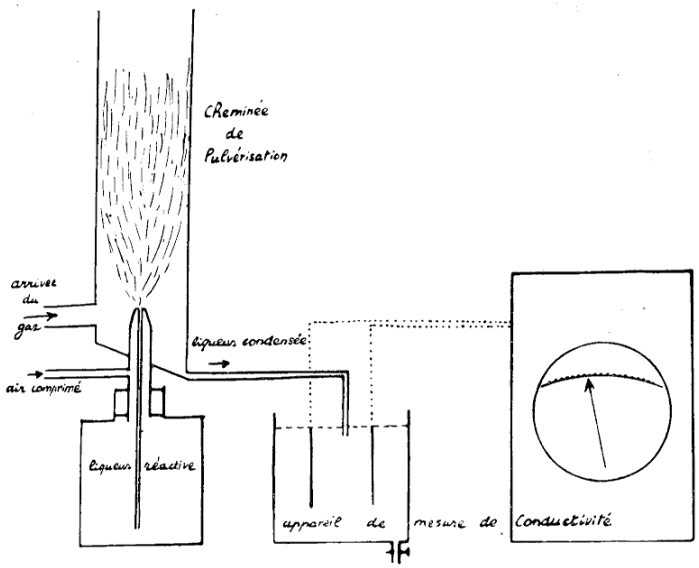


Fig. 3. — Schéma de l'analyseur automatique de gaz ou de fumées.

Tous les appareils existants sont plus ou moins délicats et compliqués; c'est pourquoi j'ai réalisé cet appareil.

Le gaz à analyser passe dans une cheminée (fig. 3) et, dans la cheminée, on pulvérise la liqueur réactive. Cette pulvérisation s'effectue à l'aide d'une sorte de vaporisateur à l'aide d'un gaz auxiliaire convenablement choisi, car il doit être sans action sur la liqueur réactive; ce gaz est à une pression déterminée et constante. Il y a lieu de remarquer que l'absorption est complète, car un liquide pulvérisé présente une surface totale de contact considérable. La liqueur pulvérisée se condense; on mesure sa variation de titre par son changement de conductivité; cette mesure est automatique.

Le dispositif de pulvérisation est infiniment supérieur à tout système de barbotage; il est bien moins encombrant; la réaction s'accomplit plus vite et bien plus complètement car le réactif, toujours renouvelé, conserve toujours la même affinité chimique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les variations de conductivité sont en relation directe avec le pourcentage du gaz en question; on peut donc facilement lire ce pourcentage sur un cadran, l'enregistrer directement et, éventuellement, par un dispositif d'asservissement, on peut commander automatiquement la fermeture de production de ce gaz.

Dans le cas où le gaz est sans pression, une pompe d'aspiration est entraînée par un petit moteur électrique; cette pompe refoule le gaz *à vitesse constante*, dans la cheminée; une autre pompe assure aussi la pression au gaz comprimé nécessaire à la pulvérisation; *la vitesse de pulvérisation doit être constante*; la liqueur réactive usée tombe par gravité dans la cuve de conductivité; elle doit aussi s'en écouler à vitesse constante.

L'appareil est entièrement métallique; tout y est robuste et peu fragile.

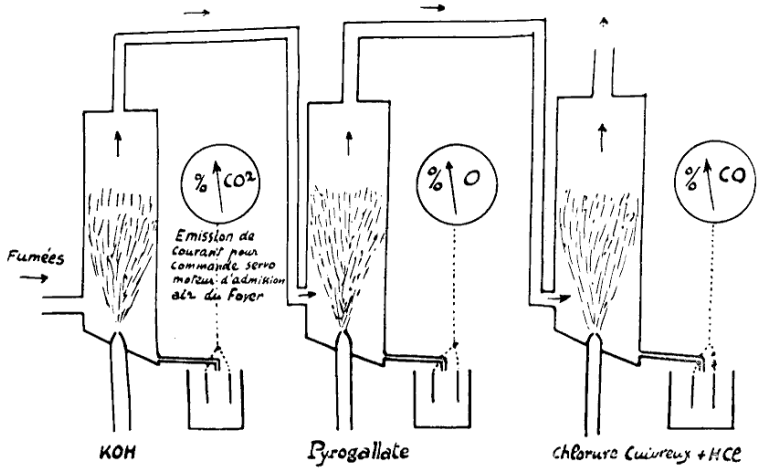


Fig. 4. — Schéma d'un analyseur automatique pour les fumées d'une chaudière.

On pourrait concevoir et construire facilement un ensemble portatif, contenu dans une caisse avec prise de courant électrique.

L'appareil est à fonctionnement continu. Il fonctionne automatiquement; il suffit de renouveler le réactif de temps à autre; la dépense est insignifiante.

Je me suis surtout attaché à l'analyse du gaz carbonique des fumées des chaudières, mais l'appareil pourrait servir au dosage d'autres gaz tels que l'hydrogène sulfuré, l'anhydride sulfureux, le chlorure de soufre, le chlore, le brome, l'oxyde de carbone, l'acétylène, l'ammoniac, etc.... Les réactifs à employer dans chaque cas pour absorber ces gaz sont connus de tous.

Cet appareil se prête à beaucoup d'applications; supposons qu'on veuille résoudre le problème suivant : Déterminer la composition des fumées d'un foyer, notamment le pourcentage en CO^2, CO, O et régler automatiquement l'admission d'air de façon à avoir 12 p. 100 de CO^2 (ce qui correspond, comme on le sait, au pourcentage optimum).

Le schéma de l'appareil serait celui que représente la figure 4.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

APPAREIL POUR MESURER LA PERMÉABILITÉ, LA POROSITÉ ET LE VIEILLISSEMENT DES MATÉRIAUX INDUSTRIELS.

Tous les matériaux sont plus ou moins poreux; les sols, les bois, les cuirs, le caoutchouc, le liège, la pierre, le béton, les mâchefers, les charbons, etc..., sont poreux et perméables. Il est souvent utile de connaître leur porosité et leur perméa-

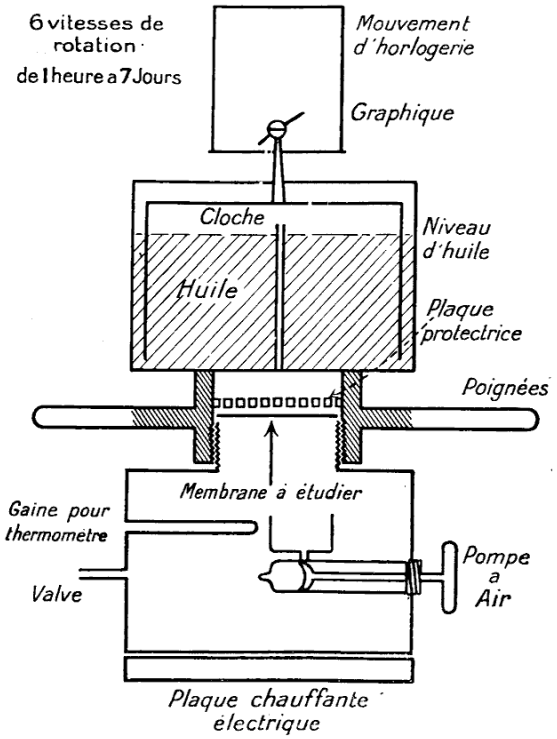


Fig. 5. — Schéma de l'appareil à mesurer la porosité (type enregistreur).

bilité aux différents gaz ou liquides, air et eau par exemple, ainsi que leur vieillissement, c'est-à-dire l'action de ces gaz ou liquides avec le temps.

Ces mesures présentent surtout un intérêt de comparaison entre les différents corps. Jusqu'à présent, à ma connaissance, il n'existait pas d'appareil permettant de faire ces mesures d'une façon pratique, simple, rapide et certaine.

Actuellement, on ne connaît la porosité et la perméabilité que d'une façon empirique.

Le procédé le plus classique est l'imbibition du corps avec de l'eau ou avec le liquide intéressé; l'augmentation de poids et de volume de l'échantillon permet d'établir un coefficient, qui, d'ailleurs, manque de justesse. En ce qui concerne le vieillissement du corps, c'est par l'observation en fonction du temps qu'on l'établit.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

J'ai pensé qu'il serait intéressant de mettre au point des appareils permettant de faire ces mesures d'une façon, rapide et précise.

Avant de vous présenter mes appareils je crois devoir vous exposer comment je considère la porosité, la perméabilité et le vieillissement, car c'est en me basant sur ces considérations que j'ai réalisé ces appareils afin qu'ils soient aussi universels que possible, c'est-à-dire pouvant étudier les matériaux les plus variés aussi bien

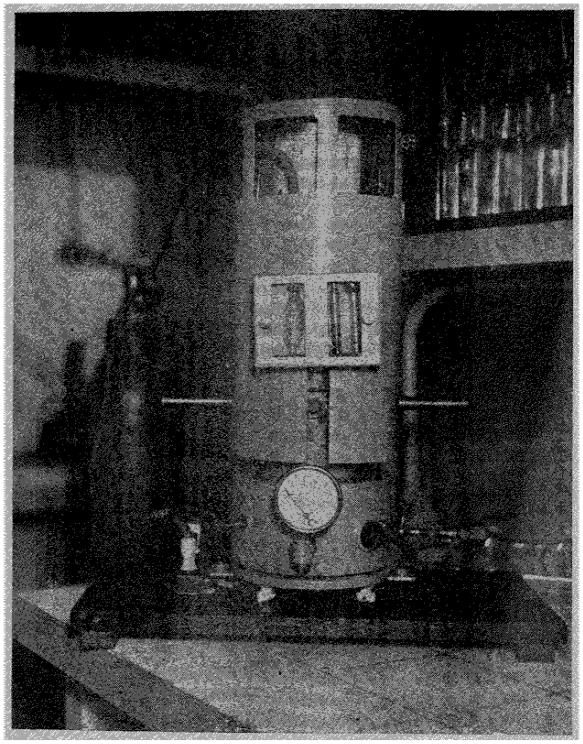


Fig. 6. — Vue de l'appareil à mesurer la porosité (type enregistreur).

à l'état pulvérulent (par exemple des sables) que de lamelles (par exemple le bois, le cuir, le caoutchouc) et quel que soit le liquide ou le gaz qui les traverse et cela à différentes pressions et températures.

Un très grand nombre de corps, naturels ou artificiels, présentent dans leur masse des poches ou des pores plus ou moins grands; on appelle porosité le rapport du volume de ces pores au volume apparent du corps. Cette *porosité*, est donc un phénomène purement physique.

La *perméabilité* se définit autrement; c'est la propriété d'un corps de se laisser traverser par un ou plusieurs fluides; ce passage est un phénomène physico-chimique car non seulement la capillarité entre en jeu mais aussi l'osmose. Le phénomène peut être aussi purement chimique, par exemple dans le cas où le fluide traverse le corps par dissolution et combinaison chimique avec celui-ci.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A vrai dire, toute la question est complexe et je suppose que, dans beaucoup de cas, tous ces phénomènes se produisent simultanément, chacun avec une impor-

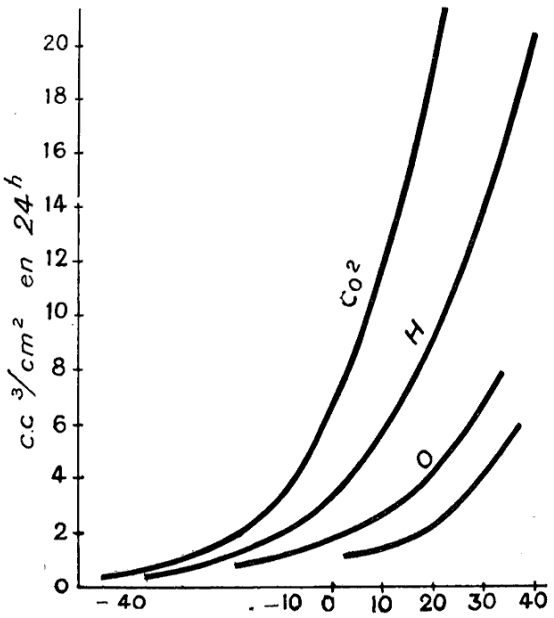


Fig. 7. — Accroissement de la porosité avec l'élévation de la température.

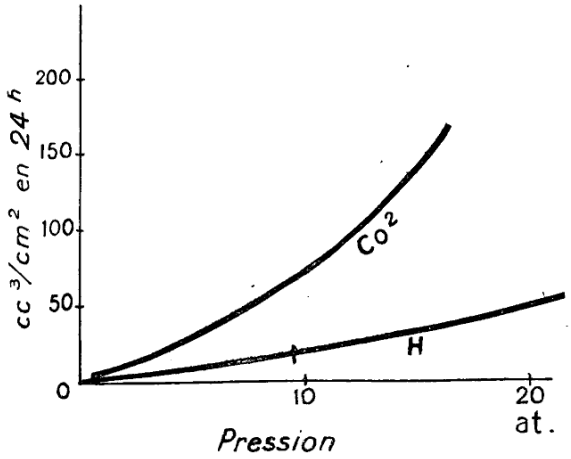


Fig. 8. — Variation de la porosité en fonction de la pression.

tance variable. Aussi dans certains cas, quand un fluide passe à travers un corps, il est difficile de dire si c'est seulement par porosité ou par perméabilité que cela se produit. Quoi qu'il en soit, la porosité et la perméabilité varient en fonction de :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la nature du corps; — sa préparation (s'il s'agit d'un corps artificiel); — du gaz ou du liquide qui doit traverser le corps; — et, pour un même corps, porosité et perméabilité varient en fonction de : *a*) l'épaisseur de l'échantillon, *b*) la pression, *c*) la température.

L'expérience prouve qu'il est absolument impossible de prévoir si une augmentation de pression ou de température augmente ou diminue la porosité et la perméabilité. Tous les corps sont poreux, même les métaux (expérience de la boule d'or de l'Académie de Florence, en 1661), et certains métaux portés à haute température deviennent très poreux pour certains gaz; ainsi le fer au rouge est très poreux à l'hydrogène. Dans ce cas, le passage de l'hydrogène est dû probablement à sa combinaison avec le fer. Enfin, on sait que beaucoup de fontes sont poreuses comme le prouvent certains accidents de compresseurs frigorifiques.

On dit que *les corps vieillissent* quand l'ambiance dans laquelle ils sont plongés finit par avoir une action plus ou moins rapide, néanmoins incontestable. Ainsi, par exemple, le charbon, s'oxyde lentement; à l'air libre, les matériaux de construction se fendillent, les tissus imperméables perdent leur imperméabilité, le cuir et le caoutchouc durcissent, le bois pourrit, les métaux se corrodent, etc....

On peut étudier ce vieillissement d'une façon plus rapide que par le processus naturel, et l'expérience prouve que les résultats obtenus « à l'accéléré » correspondent à ceux de la pratique. En effet, on peut concevoir un dispositif permettant de faire agir le fluide (liquide ou gaz) sur le corps à étudier; celui-ci étant à l'état de membrane d'épaisseur convenable, selon que la pression du fluide agira sur toutes les faces de l'échantillon ou sur un côté seulement, on aura des résultats différents et, dans ce dernier cas, on pourra mesurer la quantité de fluide qui a passé à travers la membrane; et si on peut enregistrer automatiquement le passage de ce fluide, on pourra se rendre compte des variations de porosité et de perméabilité en fonction du vieillissement, le tout figurant sur un graphique.

En ce qui concerne le vieillissement des matières « vivantes » telles que le cuir, le caoutchouc, etc.... il y a lieu de noter que le vieillissement de ces corps, est dû à l'action de l'oxygène libre agissant à une pression et à une température déterminées. Pour leur étude, on emploie un four quand il s'agit de la pression atmosphérique, et une bombe quand il s'agit d'une autre pression. Le four ou la bombe sont portés à une température de l'ordre de 70°, puis le corps est examiné au point de vue de ses caractères physiques, tels que : résistance à la traction, allongement, etc.... J'appelle le vieillissement ainsi réalisé *vieillissement statique*.

En plus de ce processus de vieillissement, et dans une conception toute différente, on peut imaginer, comme je l'ai fait, que la membrane à étudier est placée non pas au sein du fluide mais sur un appareil et de telle façon que ce fluide passe à travers cette membrane, la pression s'exerçant d'un seul côté de la membrane.

Les résultats obtenus sont tout différents car dans le cas du vieillissement statique, on peut supposer, par exemple, qu'une croûte de caoutchouc oxydé (dans le cas d'un échantillon épais) se forme, tandis que dans ce nouveau vieillissement, le fluide oxydant passe à travers la membrane : il est toujours renouvelé, donc son action est plus énergique et on voit aussitôt que le caoutchouc oxydé a une porosité qui change en fonction du degré d'oxydation atteint. En enregistrant ces variations de porosité, on pourra donc faire des comparaisons intéressantes. Enfin, après la mesure,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'échantillon pourra être examiné au point de vue physique; j'appelle ce nouveau processus *vieillissement dynamique*.

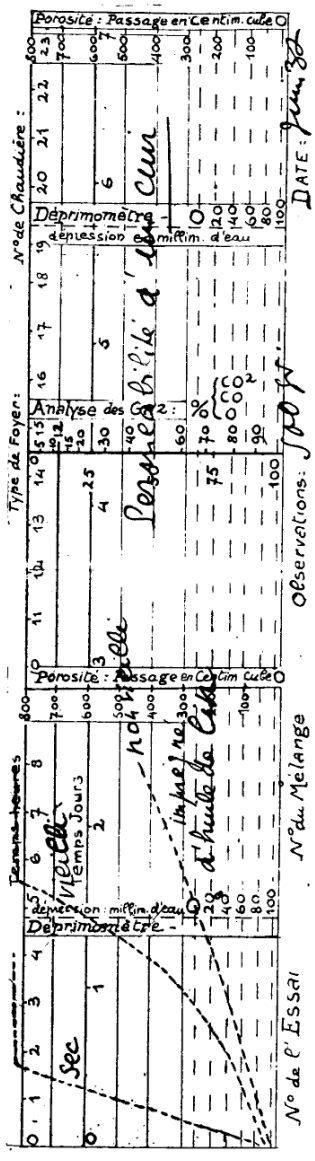


Fig. 9. — Cuir.

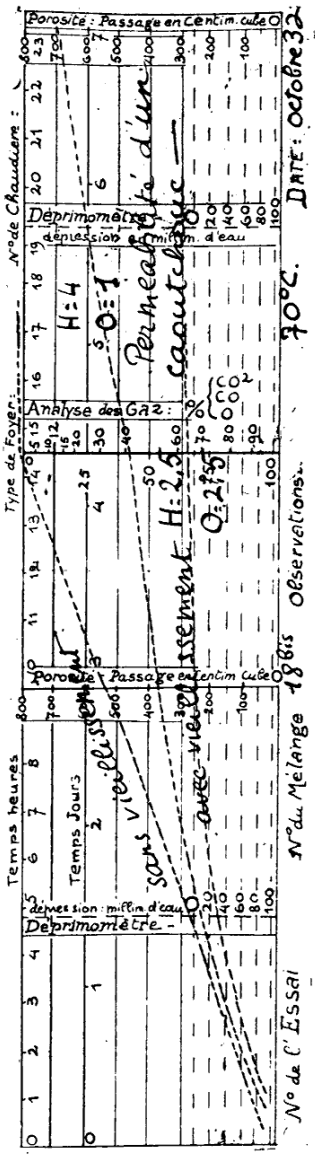


Fig. 10. — Caoutchouc.

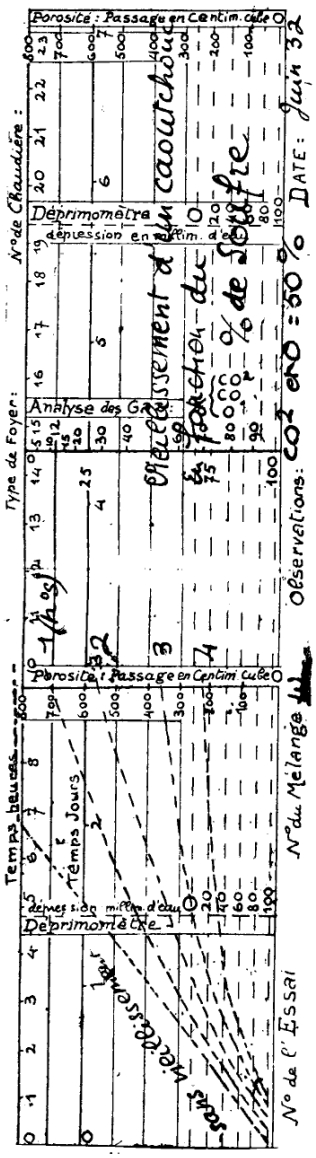


Fig. 11. — Caoutchouc (vieillissement et soufre).

J'ai pu réaliser des appareils qui ont servi à exécuter tous ces essais grâce au généreux concours de M. Lick, industriel; qu'il me soit permis de lui exprimer ici toute ma gratitude.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cet appareil permet d'étudier les corps suivants : tissus, cuir, caoutchouc, papier, bois, produits chimiques, matières minérales, roches, pierres et métaux. Avec les appareils tels qu'ils existent actuellement, on peut opérer jusqu'à une température de 150°; mais on pourrait en construire qui opéreraient à une température plus élevée. Le corps à étudier doit être à l'état de membrane, de 7 ou 8 cm de diamètre; l'épaisseur maximum de l'échantillon est de 30 mm; il n'y a pas de minimum pour l'épaisseur. Ces dimensions sont celles qui correspondent au premier appareil que j'ai construit mais il est clair qu'elles pourraient être modifiées selon les besoins. On peut aussi facilement étudier les corps de forme irrégulière et de taille difficile.

Le gaz, ou le liquide, est contenu dans un récipient rigoureusement étanche; on provoque une pression que l'on lit sur un manomètre. Le gaz qui passe à travers la membrane se dégage dans la cloche d'un gazomètre; un dispositif permet d'enregistrer le volume de gaz ou de liquide qui a passé à travers la membrane, en fonction du temps, et de donner ainsi les variations possibles de la vitesse de passage, dans ce même temps. Si la vitesse de passage est extrêmement faible, le fluide se dégage dans une petite éprouvette graduée.

Un viseur permet de voir de quelle manière s'effectue le passage du fluide à travers la membrane; il suffit de la recouvrir d'un liquide convenablement choisi pour voir se dégager des bulles de gaz ou des filets de liquide. Un dispositif de chauffage électrique à régulation automatique permet d'obtenir la température voulue; cette température est d'ailleurs contrôlée sur un thermomètre placé dans une gaine. N'importe quel liquide peut être employé; les principaux gaz que l'on emploie sont : l'air atmosphérique, l'oxygène, l'azote, le gaz carbonique, le chlore, l'ammoniac, les gaz de combat, etc. Tous ces gaz se trouvent dans le commerce, logés comprimés dans des bouteilles d'acier. Il suffit de raccorder cette bouteille à l'appareil par un tube de remplissage; si on désire préparer soi-même ce gaz, l'appareil a été prévu pour effectuer lui-même cette opération sans aucune modification.

En général c'est l'hydrogène qui passe le plus facilement à travers les corps; c'est le gaz carbonique pour le caoutchouc.

L'appareil peut être utilisé sans modifications, pour étudier l'action des gaz ou des liquides sur les corps, avec ou sans pression, soit à l'état statique soit à l'état dynamique, et cela, à différentes températures. Il peut aussi servir, toujours sans modifications, de déprimomètre enregistreur pour cheminées de chaudières ou de fours et pour l'analyse des principaux gaz ou fumées tels que CO^2, CO, O, Az, etc.; L'appareil permet d'essayer toutes sortes de matériaux même de formes irrégulières ou difficilement taillables, de toutes épaisseurs, extrêmement minces, par exemple 1/10 mm, ou de plusieurs centimètres d'épaisseur. Dans le cas du caoutchouc ou du cuir, la préparation de la membrane est particulièrement facile.

Avec cet appareil, les gaz ou les liquides peuvent être à une pression quelconque. Les figures 7 à 17 donnent un aperçu des résultats qu'on obtient pratiquement.

Résistance des membranes de caoutchouc aux différents gaz et liquides. — J'ai essayé successivement CO^2, H, Az, CO, CH^4, O à 18°; de tous ces gaz, c'est l'azote qui passe le plus lentement. Si on prend sa vitesse de passage pour unité, on constate que le gaz carbonique passe 13 fois plus vite, l'hydrogène 5 fois plus vite, l'oxygène 3 fois, CH^4 2,5 fois, CO, 1,3 fois.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

J'ai aussi étudié la vitesse de passage pour les même gaz à des températures différentes; on en déduit que vers 0°, la porosité et la perméabilité sont du même ordre

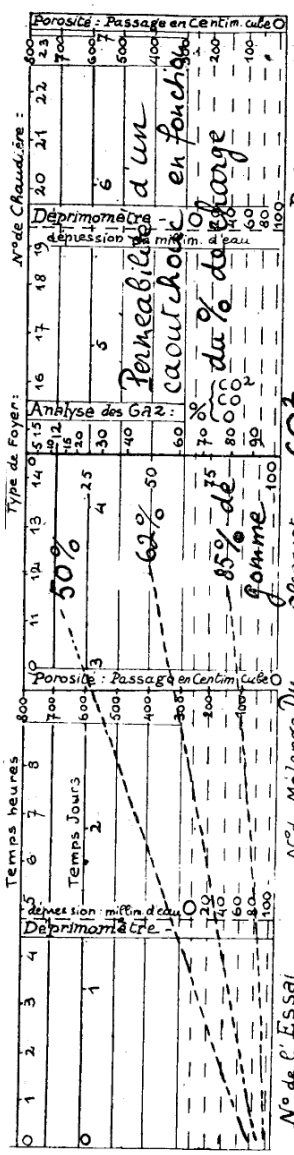


Fig. 12. — Caoutchouc (vieillissement et charge).

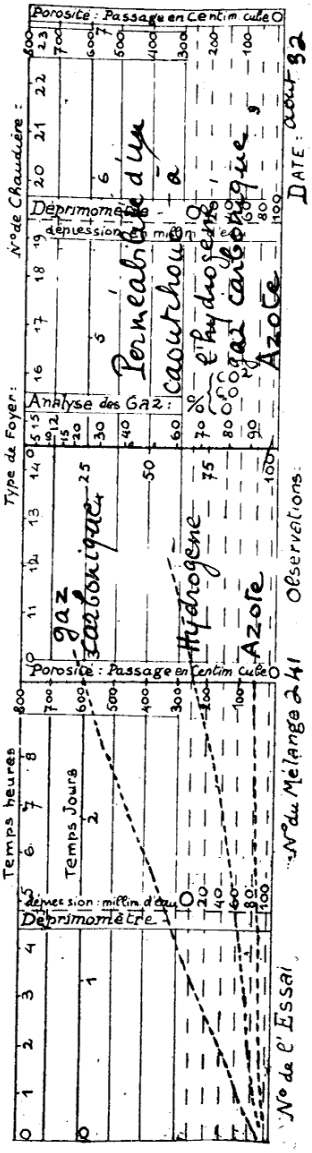


Fig. 13. — Caoutchouc (perméabilité aux différents gaz).

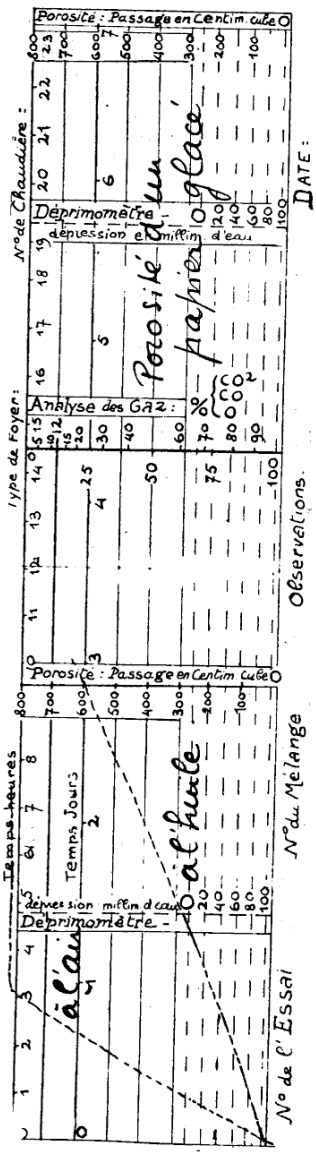


Fig. 14. Papier glacé.

pour les différents gaz mais plus la température s'élève plus la porosité augmente, surtout pour CO^2 et H (fig. 7).

Influence de la pression. — J'ai également fait des mesures de la variation de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

porosité et de perméabilité en fonction de la pression; la vitesse de passage pour H est à peu près une variation linéaire, tandis que pour CO^2, c'est une fonction du second degré; la courbe est très accentuée (fig. 8).

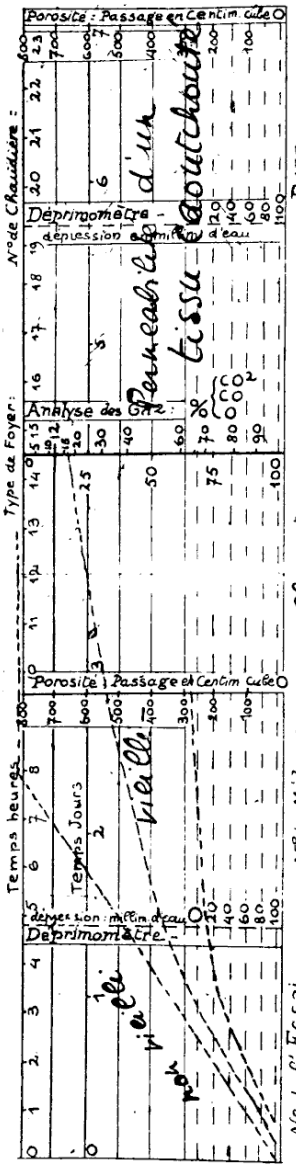


Fig. 15.
Tissu caoutchouté.

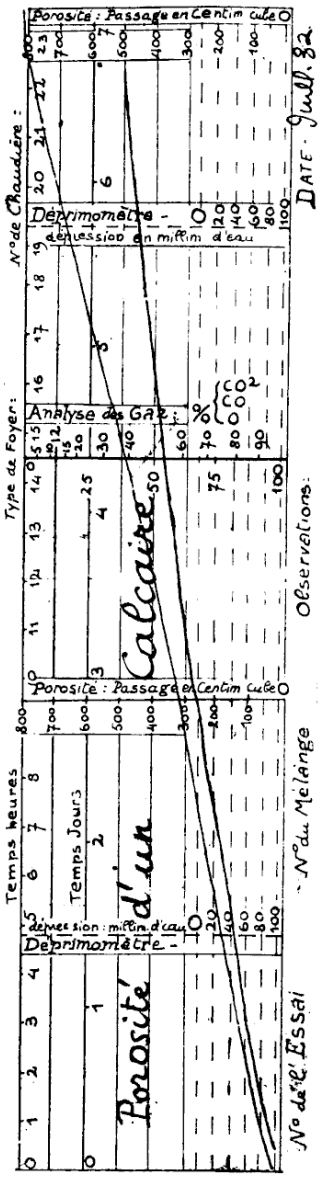


Fig. 16.
Porosité d'un calcaire.

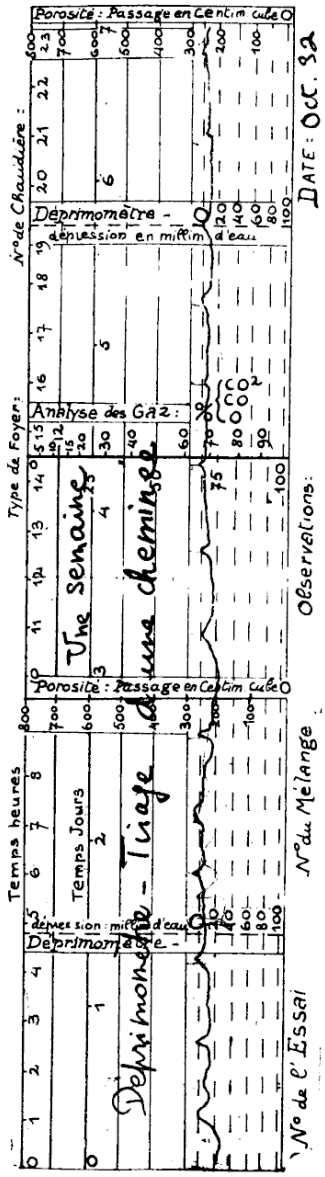


Fig. 17.
Tirage d'une cheminée.

L'étude de la perméabilité aux liquides suivants m'a donné pour vitesses de passage : Eau distillée, 0,5; — Eau saturée d'air, 0,6; — Eau saturée d'hydrogène, 2;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

— Eau saturée de gaz carbonique, 15; — Alcool frais, 0,5; — Alcool saturé d'air, 0,6; — Alcool saturé d'hydrogène, 4; — Alcool saturé de gaz carbonique, 28.

Nature du corps. — Voici les résultats de la mesure de la perméabilité et de la porosité pour différents matériaux :

Avec le même *cuir* (fig. 9), trois essais ont été faits. A sec, on obtient un passage d'hydrogène à la pression de 500 g/cm² à la vitesse de 800 cm³ en 105 minutes; le même cuir a été imprégné d'huile de lin et on l'a fait traverser par un mélange gazeux contenant H = 250 g; O = 250 g; on notera les différences d'aspect des deux courbes : on voit qu'un cuir imprégné vieilli est infiniment plus poreux qu'un autre non vieilli; le vieillissement augmente donc la porosité du cuir; ce résultat est assez curieux car c'est exactement le contraire pour le caoutchouc, comme on peut le voir sur la courbe de la figure 10. Sur ce graphique on voit que le vieillissement se fait sentir après deux heures environ; on notera que plus la proportion d'oxygène est grande, plus le caoutchouc vieillit vite.

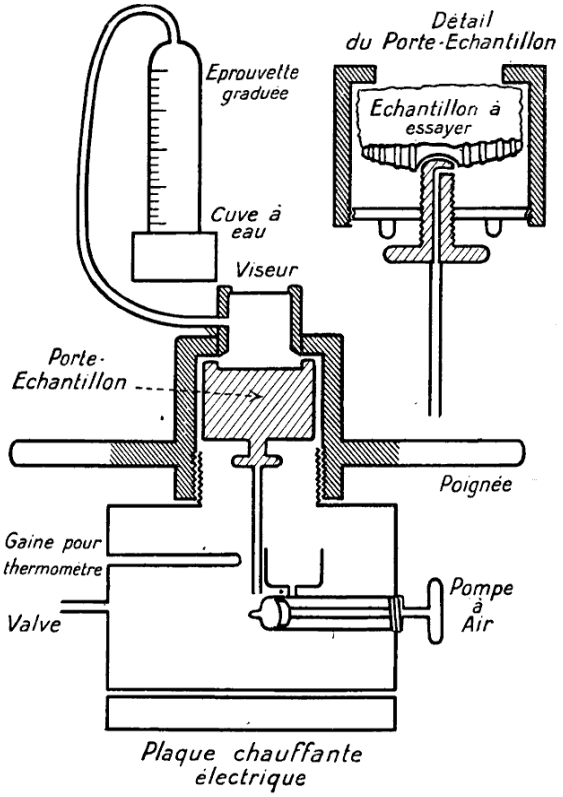


Fig. 18. — Schéma d'un appareil à mesurer la porosité (non enregistreur).

Sur le graphique de la figure 11 on voit l'importance du vieillissement en fonction de la teneur du mélange en soufre, puis de la teneur en charge (fig. 12); cet essai a été fait avec du gaz carbonique.

Un autre essai a porté sur la perméabilité d'un caoutchouc aux différents gaz (fig. 13). Ce sont des graphiques de ce genre qui ont permis de dresser le tableau précédent de la vitesse de passage de plusieurs gaz à travers des membranes de caoutchouc.

La figure 14 est le graphique de la porosité d'un papier glacé.

Celui de la figure 15 donne la porosité et le vieillissement d'un tissu caoutchouté.

Celui de la figure 16 donne la porosité d'un calcaire. La porosité est différente à l'hydrogène et au gaz carbonique; on peut apprécier, en examinant la courbe, la quantité de gaz carbonique qui s'est fixée sur le calcaire.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin la figure 17 donne une courbe de déprimomètre relative au tirage d'une cheminée; on y lit : le nombre d'ouvertures de la porte du foyer, les heures d'arrêt de l'usine, l'échelle d'analyse de gaz et le pourcentage désiré.

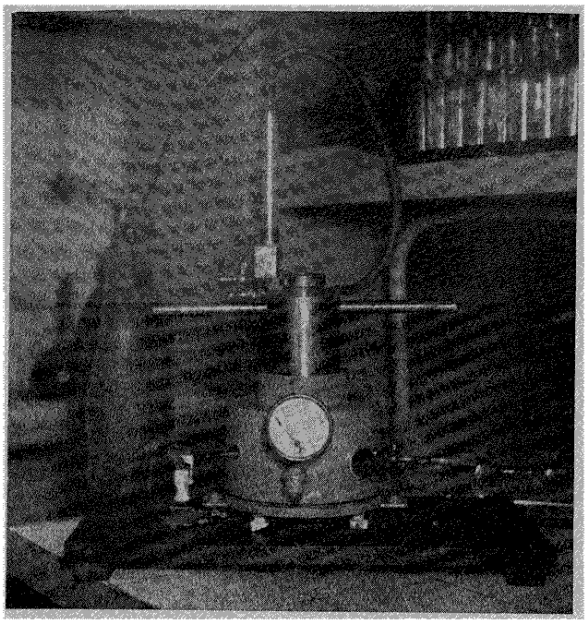


Fig. 19. — Vue de l'appareil enregistreur à mesurer la porosité.

Ces courbes permettent de rendre compte des applications nombreuses de l'appareil.

Voici le schéma d'un autre appareil (fig. 18), indicateur mais non enregistreur. Le principe de son fonctionnement apparaît clairement. J'ai établi un autre modèle, enregistreur (fig. 19) surtout pour une question de prix; car si l'appareil enregistreur est le meilleur, par contre il est plus cher.

Dans tous ces instruments, on peut fixer simplement l'échantillon, point délicat car si les joints sont mal faits, il y a fuite, et les mesures n'ont plus aucune signification.

Les deux appareils sont mobiles; chacun pèse environ 10 kg; leur hauteur est de 0,50 m, leur largeur de 0,50 m; leur prix varie de 2.000 à 6.000 fr selon le type. La mise en route dure de 5 à 10 minutes; la manipulation est des plus simples; elle n'exige aucun effort ni le service d'une personne spécialisée. La durée de l'essai varie de quelques minutes à une semaine, selon la nature de l'échantillon [2].

(2) Tous ces appareils sont visibles dans un laboratoire de la Sorbonne. Les membres de la Société d'Encouragement qui désireraient les voir en fonctionnement sont priés d'en informer directement M. P. Walter, 14, rue Rémilly, à Versailles, quelques jours à l'avance.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

EXPOSITION DES ARTS ET INDUSTRIES TEXTILES ET DES TISSUS DU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

(Paris, 15 octobre-17 décembre 1933)

par M. Jean DUGARD.

L'Exposition des Arts et Industries textiles du Conservatoire national des Arts et Métiers, qui s'est tenue du 15 octobre au 17 décembre 1933, mérite d'appeler l'attention de tous ceux qui, à un titre quelconque, s'intéressent aux arts ou aux industries dans lesquels les textiles sont mis en œuvre.

C'est la première fois que nous voyons en France une exposition de cette nature ; aussi ne saurait-on trop féliciter ceux qui en ont pris l'initiative et en ont été les organisateurs, parmi lesquels il convient de citer deux membres du Conseil de la Société d'Encouragement, MM. les professeurs James Dantzer et André Wahl.

A l'heure actuelle, alors que toutes nos industries nationales sont si profondément atteintes par la crise mondiale, des manifestations de ce genre, et surtout de cette ampleur, sont de nature à agir heureusement sur le moral de ceux qui étudient, travaillent et produisent.

Les industries textiles représentent en effet à elles seules le tiers environ de notre activité économique nationale et touchent un grand nombre de personnes, sans compter le grand public des consommateurs. On doit souhaiter que d'autres expositions du même genre seront organisées dans les mêmes conditions et dans le même esprit que celle-ci, par exemple pour la métallurgie, les industries chimiques, l'électricité, qui sont aussi de la plus grande importance économique. Le grand établissement national qu'est le Conservatoire des Arts et Métiers, permet d'ailleurs de donner une ampleur exceptionnelle à de semblables expositions ; ses collections de modèles et sa documentation, qui remontent quelquefois à plusieurs siècles en arrière, sont d'une valeur inestimable ; elles fournissent la possibilité de montrer les étapes successives de l'évolution d'une industrie ou de la représenter dans un ensemble qui montre son état actuel tant en France qu'à l'étranger, ce qui facilite les comparaisons et fait ressortir la part qui revient à notre pays dans cette évolution.

Comment a-t-on fait pour attirer l'attention des visiteurs? dans quel esprit l'exposition a-t-elle été organisée quelles règles a-t-on suivies pour la présentation des objets exposés?

Pour s'en rendre compte il suffit de parcourir les différentes salles affectées à l'exposition en les suivant dans un ordre méthodique, ce que chacun pouvait faire en s'aidant du catalogue qui en a été dressé, et qui constitue un modèle du genre tant par sa clarté et sa précision que par l'abondance de sa documentation [1].

D'une façon générale, on peut dire tout d'abord que les principales salles de l'Exposition, en commençant par l'escalier d'honneur puis en continuant par le salon d'honneur, la salle du tissage et la salle réservée à la teinture, étaient ornées d'un ensemble de tapis des Gobelins qui en faisaient de véritables salons de luxe, constam-

(1) Les figures de ce compte rendu sont celles de ce catalogue ; les clichés nous ont été prêtés par le Conservatoire des Arts et Métiers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment éclairés à l'électricité. Les plus belles pièces du Mobilier national, choisies judicieusement, donnaient à cette exposition un cadre artistique unique, du plus bel effet et véritablement digne de nos manufactures nationales. Le *Triomphe d'Alexandre* ou l'*Entrée dans Babylone*, la *Bataille d'Arbelles*, la *Famille de Darius aux pieds d'Alexandre*, *Porus blessé et amené devant Alexandre*, *Le paon ou l'air*, *L'aigle ou le feu*, *Neptune ou l'eau*, *Don Quichotte chez les filles de l'hôtellerie*, *Le cheval pommelé ou l'Indien à cheval*, la *Dorothée*, etc.... pour ne citer que quelques-unes de ces admirables pièces, montraient avec quel soin et avec quel goût artistique la décoration générale avait été soignée.

Dans ce qui suit nous indiquerons les objets exposés par les numéros qu'ils portent sur le catalogue.

FILATURE, TRESSAGE, MACHINES A COUDRE, A BRODER, ETC. (SALLE 21)

La salle dite de la filature se trouvait au rez-de-chaussée en descendant le grand escalier; c'est celle qu'il fallait visiter la première si l'on voulait suivre les manutentions textiles dans leur ordre chronologique.

*N*os *2, 3 et 4.* — Joli groupe de rouets de modèles différents et soigneusement choisis pour montrer quelques-uns des moyens employés, jusqu'à la fin du XVIIIe siècle, pour transformer les matières textiles en fils.

*N*os *5 à 16.* — Comme les rouets ne produisent chacun qu'un fil à la fois et que leur production est insignifiante, depuis 1814, par suite d'inventions successives, on a vu naître des machines de plus en plus perfectionnées qui ont permis de filer simultanément d'abord quelques fils, pour arriver à la production intensive actuelle des grandes usines modernes.

On a voulu donner une idée de ces dernières et, à cet effet, on a présenté en réduction le matériel complet d'une filature de coton prise à titre d'exemple. Cette présentation était parfaitement réussie. On pouvait voir en effet : une égreneuse, un batteur, une carde mixte, deux cardes à chapelets, une peigneuse, un banc d'étirage, un banc à broches, un métier à filer mull-jenny et même un métier à filer renvideur, le tout méthodiquement disposé et donnant réellement aux visiteurs un aperçu net et précis du matériel d'une filature moderne.

*N*os *18, 19, 22, 23 et 24.* — Ne pouvant présenter dans les mêmes conditions le matériel des autres genres de filature, attendu qu'il aurait fallu disposer d'emplacements considérables, on montrait cependant la célèbre peigneuse de Philippe de Girard pour fibres longues et une table à étaler, employées toutes deux dans les filatures de lin, de même qu'une effilocheuse, une peigneuse Heilmann perfectionnée par Meunier, un banc d'étirage, une carde à hérissons et un continu à filer diviseur pour laines.

*N*o *1.* — Le long des murs se trouvaient de nombreuses boîtes vitrées destinées à l'enseignement et qui renferment des collections de lin, de chanvre, de jute, de coton au cours de leurs diverses transformations en filature. Ces précieuses collec-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tions ont été données à l'École centrale des Arts et Manufactures par le Comptoir de l'Industrie linière, 9, rue d'Uzès, à Paris.

N° 20. — Le Syndicat des Peigneurs de Laine, de Roubaix-Tourcoing, bien que modestement représenté, a exposé quatre cadres sous verre contenant des diagrammes de laines peignées diverses.

N° 21. — L'Union des Filateurs de Laine peignée, de Roubaix-Tourcoing, présentait une collection de mèches, bobines de fils simples, bobines de fils retors

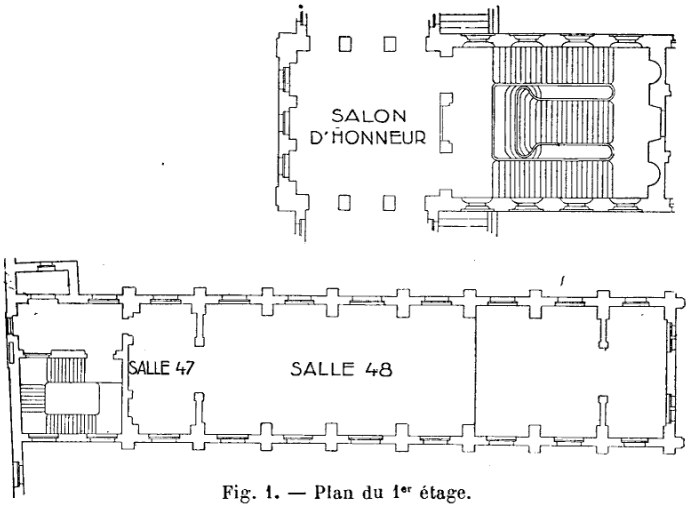


Fig. 1. — Plan du 1er étage.

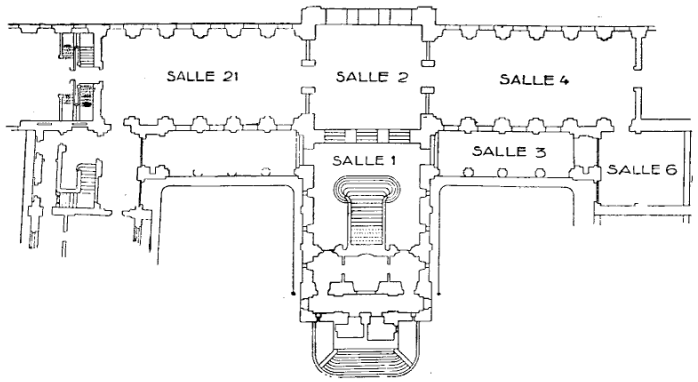


Fig. 2. — Plan du rez-de-chaussée.

et de fils de fantaisie qui montrait nettement les produits de sa fabrication si variée et si appréciée.

N° 25. — La Société Le Ferrodo, rue de Châteaudun, à Paris, qui s'est spécialisée dans le travail de l'amiante, et qui possède des usines de filature, tressage, tissage

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour le travail de ce textile minéral, montrait non seulement des photographies nombreuses et intéressantes de ses établissements et de ses divers ateliers, mais encore une collection complète d'échantillons d'amiante à ses différents états de transformation.

Une remarquable série d'échantillons de tissus imprimés ignifugés, composés de fils d'une finesse surprenante, et destinés notamment à garnir les salles de paquebots, attirait l'attention. Ce fut une véritable révélation.

Dans ses grandes lignes l'exposition de la filature proprement dite était complète, bien comprise car on n'y a pas recherché les grands effets qui n'enseignent rien à ceux qui ont surtout le désir de s'instruire.

Dans cette même salle 21 on trouvait le tressage.

N° 38. — Machine à tresser à deux têtes, présentée par les Établissements L. Debron, 91, rue du Centre, à La Garenne. Elle était présentée en marche et fabriquait normalement des lacets. Une autre machine ingénieuse, présentée par la même maison, ferrait ces lacets devant le public.

Les Établissements L. Debron construisent non seulement toutes les machines à tresser employées dans l'industrie mais encore des machines à dentelles.

N^os^ 36 et 37. — Deux modèles de machines à tresser faisant partie des collections du Conservatoire; l'une, construite par Perrault et entrée au Musée en 1785, est destinée à la fabrication du lacet; l'autre, de Molard, pour la fabrication de la tresse ronde, est entrée au Musée en 1788. Ces deux modèles ont inspiré les constructeurs français qui présentaient en même temps le matériel moderne.

N° 39. — Les Manufactures de Tresses et Lacets de Saint-Chamond (Loire), au nom du Syndicat des Fabricants de Tresses et de Lacets, exposaient un panneau mural peut-être un peu trop sommaire d'échantillons des principaux produits de leur fabrication, qui ne donnait qu'une idée incomplète et imparfaite de sa puissance.

Dans la salle 21, on trouve aussi de nombreuses *machines à coudre* et des types les plus divers.

N° 40. — C'est la machine à coudre originale de Barthélemy Thimonnier qui, pour la première fois en 1830, obtint mécaniquement le point de chaînette, progrès considérable dans l'art de la couture [2]. Cette machine appartient au Conservatoire.

N^os^ 41 et 42. — Le Conservatoire exposait encore la machine à broder au point de chaînette de Bonnaz et le bras brodeur de Michalet et Bourget, dont les dispositifs particuliers ont permis depuis, à nos constructeurs, la réalisation de machines spéciales.

N° 43. — Groupe de trois machines à coudre coupées, et en fonctionnement, de la Société Athos, 38, rue de la Mouzaïa, Paris. Des tableaux explicatifs signalaient en outre toutes les pièces essentielles qui composent ces machines. L'une d'elles est à navette rotative, une autre à navette vibrante et la dernière à navette centrale; tous les systèmes classiques étaient donc ainsi représentés.

(2) Voir sa biographie dans le *Bulletin* de février 1931, p. 70.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La Société Athos exposait aussi des modèles des machines classiques à broder, à festonner, à cannette centrale.

N° 44. — La Société des Établissements R. Cornély et Cie, 87, faubourg Saint-Denis, à Paris, montrait dans son stand : un couso-brodeur à 4 fils avec appareil à soutacher, une machine à broder, une machine à soutacher et à perler à point de navette très ingénieuse. Des albums reproduisaient des spécimens de la production des mêmes constructeurs.

N°s 29 à 32. — Le Conservatoire présentait divers métiers à dentelle à la main choisis dans ses collections.

N° 33. — La Chambre syndicale de la Dentelle de Paris présentait de magnifiques spécimens de broderies et dentelles exécutées à la main, dont certaines sont remarquables par leur grande valeur artistique.

N° 34. — Articles brodés par Louis Brocard, brodeur du Mobilier national.

N° 35. — MM. Iklé frères, 15, boulevard Poissonnière, à Paris, exposaient trois panneaux d'articles, de grande valeur artistique, brodés mécaniquement par les artistes de la région de Saint-Quentin; malheureusement, leur nombre diminue de jour en jour.

N° 103. — L'École nationale des Arts et Industries textiles, de Roubaix, présentait un nombre imposant de tissus artistiques dessinés et exécutés par ses élèves dans ses ateliers.

Dans une vitrine non numérotée et ne figurant pas au catalogue, la Chambre syndicale des Fabricants de Rubans de Saint-Étienne exposait une collection de rubans artististiques qui permettait de juger de la puissance de production du grand centre industriel qu'est Saint-Étienne.

Contre une fenêtre et sous forme d'un panneau malheureux mal présenté, la Chambre syndicale des Fabricants de Dentelles mécaniques de Calais exposait des produits de sa fabrication qui méritaient d'appeler l'attention par leur valeur artistique et technique.

Enfin, contre un mur, et assez mal placé, le Tissage d'Ameublement Parmentier, de Roubaix, exposait un tapis tissé en double pièce à fond spécial parfaitement constitué; ce tapis était certainement une des curiosités techniques de l'Exposition.

BONNETERIE.

En sortant de la salle de filature pour se rendre au tissage, on trouvait au rez-de-chaussée, sur le côté gauche de l'escalier, le stand de la Fédération des Syndicats et Groupements industriels de la Bonneterie française, 12, rue d'Anjou, à Paris, dans lequel on remarquait les trois objets suivants, qui appartiennent au Conservatoire.

N° 45. — Métier à côtes inventé en 1766 et refait en 1785 par Jean Bastide, mécanicien à Paris. Cette merveilleuse machine est remarquable par son fini d'exécution.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

N° 46. — Métier circulaire de petit diamètre offert par Gillet, de Troyes, dont les dispositifs ingénieux ont largement inspiré les constructeurs de machines modernes.

N° 47. — Autre métier circulaire de grand diamètre pour bonneterie à mailles de contextures variées, muni de débrayages électriques de Radiguet, construit par Butorf, de Troyes.

N° 48. — Deux petites vitrines et une troisième, plus grande, renfermant des collections d'articles de bonneterie anciens du plus haut intérêt, comme par exemple, une paire de chaussettes de Napoléon I^er^ et des bas de femmes d'une grande richesse, de la même époque. Tous ces objets constituent des merveilles de l'art de la bonneterie, par la délicatesse de leur travail et leur bon goût.

Une quatrième vitrine de grandes dimensions contenait des spécimens bien choisis d'articles de bonneterie moderne qui montraient la place de plus en plus importante que prend la bonneterie dans l'habillement, comme le prouvaient deux mannequins entièrement habillés avec des articles de bonneterie.

La Fédération des Constructeurs de Métiers à Bonneterie, 48, boulevard Malesherbes, à Paris, exposait dans le même stand que la Fédération des Bonnetiers, une surjeteuse d'un type très ingénieux, construit par M. Lebocey, de Troyes; cette machine est remarquable par sa conception et la précision de son fonctionnement. Des photographies de machines de bonneterie diverses et de construction française montraient la perfection atteinte dans cette branche spéciale par nos constructeurs.

Enfin, des graphiques bien présentés permettaient même à un profane de se faire une idée du travail des fils employés en bonneterie.

L'exposition de la bonneterie française, bien que placée dans un endroit assez retiré, donnait cependant une idée nette et exacte de l'importance et de l'état actuel de cette industrie.

N° 97. — En haut de l'escalier conduisant au tissage, on trouvait le stand de M. Georges Le Manach, fabricant de soieries pour ameublement, dont les usines sont à Tours, Lyon et Fresnoy-le-Grand, et le siège 31, rue du 4 Septembre, à Paris; il offrait un choix judicieux de soieries anciennes et modernes présentées avec goût, en vitrine ou en rideaux et tentures.

N° 88. — Tout à côté, la Société mayennaise de Tissage, 8, rue Pont Lentier, à Mayenne, exposait sous vitrine des articles de sa fabrication : linge de table de couleur, en coton ou en métis teint en fil.

TISSAGE (SALLE 47).

On trouvait, en entrant dans la salle 47, l'exposition de M. Vanoutrijve, de Roubaix, dont le siège est 32, rue du Sentier, à Paris, réduite à une simple vitrine contenant quelques menus échantillons de tissus unis, de soieries et de velours qui ne donnaient qu'une idée très insuffisante de la production de cette importante maison.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*N*os *104 et 105.* — MM. Deffrennes-Duplouy Frères, à Lannoy (Nord), présentaient quatre panneaux intéressants de tapisserie tissés, qui sont l'œuvre de deux lauréats du concours du meilleur ouvrier de France de 1933 : l'un pour les mises en cartes et l'autre pour les produits fabriqués. Le *Jardin d'amour*, d'après Rubens, qui formait un panneau de 1,40 × 2 m appelait spécialement l'attention, de même que la mise en carte qui a servi à l'exécuter; les renseignements qui y étaient joints permettaient à tous de se faire une idée assez précise de l'importance et de la technique de ce genre de fabrication artistique.

*N*o *74.* — La Société des nouveaux Procédés de Tissage, 113 bis, avenue de Neuilly, à Neuilly, exposait : 1° trois petits métiers à tisser de sa fabrication, dits « métiers de salon » d'une conception ingénieuse, qui permettent l'ourdissage direct sur le rouleau de chaîne breveté, de M. Delamarre-Deboutteville, problème qui n'avait jamais été résolu d'une façon pratique; — 2° des bandes d'échantillons de tissus disposés sur trois chevalets montrant quelques-uns des types d'armurés obtenus par le procédé de M. Delamarre-Deboutteville. Ces échantillons qui n'attiraient guère l'attention du grand public retenaient cependant celle des techniciens du tissage, car le procédé de M. Delamarre-Deboutteville, quoique d'une conception difficile, est d'une mise en œuvre très simple. C'est là une nouveauté sensationnelle dans l'art du tissage comme l'avenir le démontrera très certainement.

TISSAGE (SALLE 48).

La salle 48, contiguë à la salle 47, était de beaucoup la plus importante de l'Exposition tant par la richesse des tapis qui en formaient le cadre que par l'ensemble des modèles et des documents qui y étaient réunis et mis en valeur.

Tout d'abord, sur des vitrines, transformées en tables afin de permettre d'admirer les magnifiques tapisseries qui ornaient la salle, se trouvait disposé tout un ensemble de modèles de machines et d'appareils de tissage judicieusement choisis dans les riches collections du Conservatoire. Ils étaient placés d'une façon à la fois méthodique et harmonieuse, ce qui permettait de suivre, avec facilité, l'évolution de l'art du tissage jusqu'à nos jours.

*N*os *52 à 55.* — Types de métiers à tisser anciens ou primitifs : égypto-grec, sénégalais, indien, chinois, types rudimentaires ne travaillant que sur de faibles largeurs et en armure de toile.

*N*os *56 à 60.* — Jolie collection de petits métiers à tisser pour armurés divers, tous complets et prêts à fonctionner, dus à Molozay, et dont on pourrait s'inspirer si l'on devait en monter de mêmes types dans des ateliers de tissage modernes.

*N*os *61 à 67.* — Métiers à tisser du plus grand intérêt au point de vue historique. On y voyait, en effet, le premier métier à la tire de Jean le Calabrais, les métiers plus perfectionnés de Dangon, Bouchon, Falcon, Degenne, Verzier, Vaucanson dont Jacquard s'est inspiré pour construire la fameuse mécanique qui porte son nom et qui a permis la fabrication industrielle des étoffes façonnées les plus complexes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

N° 68. — « Mécanique » originale de Jacquard, donnée au Conservatoire en 1866 par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. La mécanique de Jacquard a reçu bien des améliorations pour pouvoir s'appliquer à tous les cas de la pratique courante ; mais, si l'industrie dispose actuellement d'un nombre considérable de systèmes de mécaniques, ils sont tous basés sur les principes de celle de Jacquard. C'est le cas notamment de la mécanique Vincenzi qui utilise des cartons de faible épaisseur et qui comporte des aiguilles et crochets d'une conception ingénieuse. Il est regrettable qu'elle n'ait pas figuré à l'Exposition car elle est aujourd'hui d'un emploi courant.

N° 69. — Mécanique Verdol, dans laquelle on a substitué le papier au carton; elle permet, avec la plus grande facilité, l'exécution des façonnés de très grandes dimensions car le poids du manchon de cartons y est considérablement réduit. Sans ces machines, il est certain que l'exécution de tapis comme ceux qu'exposait la maison Deffrennes-Duplouy précitée, et notamment la copie de Rubens, aurait présenté des difficultés presque insurmontables.

Sous le N° 71, la maison Lehembre et C^ie^, de Roubaix, montrait une mécanique à deux cylindres, un pour les cartons pairs, l'autre pour les cartons impairs, destinée au tissage des étoffes pour linge de table damassé. Tous ces appareils perfectionnés permettaient de faire ressortir quelques-uns des progrès qui ont été réalisés dans l'art du tissage des façonnés depuis l'invention de Jacquard.

Ne pouvant étendre ce compte rendu outre mesure, il paraît cependant utile d'insister sur l'effort tout spécial qu'a fourni le Conservatoire national des Arts et Métiers afin de rendre son exposition utile, instructive et vivante. Jusqu'alors, en effet, ce qui nous avait toujours frappé quand nous visitions les galeries de modèles, c'était le manque d'explications techniques : on ne voyait guère, en effet, sur les modèles du Musée, que des étiquettes sobres, portant simplement un nom et un numéro d'entrée. Il était donc impossible au premier venu de savoir, même de façon vague, ce que représentait tel ou tel modèle, de sorte que les visites étaient sans aucune valeur éducative.

Actuellement, il n'en est plus ainsi; et nous avons eu la surprise de voir, en regard de chacun des appareils exposés, de magnifiques dessins schématiques, chacun avec sa notice explicative, et des photographies qui permettaient non seulement aux intéressés de se faire une idée exacte mais aussi aux simples curieux de se rendre compte de ce qu'ils voyaient. On s'était approché en somme de ce qui est réalisé depuis longtemps au Deutsches Museum de Munich, où tout ce qui est exposé est expliqué de façon méthodique et avec un luxe de détails peut-être ici un peu exagéré, car il n'est pas mauvais que le visiteur fasse lui aussi un petit effort de compréhension, faute de quoi, s'il n'est pas directement intéressé, il ne lui reste, dans l'esprit, pas grand'chose de ce qu'il a vu.

Cette innovation est donc très heureuse et il est à souhaiter que, quand les modèles auront repris leur place au Musée, le plus grand nombre d'entre eux seront munis d'explications techniques semblables à celles qui figuraient à l'Exposition, car, si le public a le désir de s'instruire, il faut aussi faciliter sa tâche et guider ses pas; au reste, de nombreux visiteurs du Conservatoire, ou élèves de ses cours, ont souvent exprimé le regret qu'il n'en fût pas ainsi.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

N° 73. — En continuant la visite de la salle de tissage 48, on trouvait, sous le n° 73, un très joli modèle de métier à tisser donné par MM. Cornille frères, 45, rue de Richelieu, à Paris, qui représentait en réduction le type du véritable métier à main encore employé de nos jours pour le tissage du velours de Gênes.

N°s 75 à 84. — Outre tous les modèles de métiers à tisser manuels qui viennent d'être mentionnés, l'Exposition était complétée par un choix d'autres modèles indus-



Fig. 3. — Une des premières tapisseries de la fabrique des Gobelins, faisant partie de la série : *Les chasses du roi François* (1601). (Collection de M. Gaston Menier.)

triels se rapportant soit à la préparation du tissage, soit au tissage proprement dit.

C'est ainsi que l'on pouvait voir : Une tête de bobinoir moderne (n° 75); — Une machine à parer les chaînes de tissage d'André Berger, de Thann (n° 76); — Une magnifique encolleuse à tambour pour chaines de coton (n° 77); — Deux types différents de cannetières à broches horizontales (n°s 78 et 79); — Un modèle de métier à tisser mécanique à une navette (n° 80); — Un autre modèle de métier à tisser duite à duite, à boîtes montantes (n° 81); — Un modèle d'une construction parfaite et d'un fini remarquable de métier à tisser la soie (n° 82); — Un métier à tisser automatique normal, à changement de cannette du système Northrop (n° 83); — Un modèle réduit de métier à tisser simultanément un certain nombre de rubans, dit métier à la barre, tel que ceux qui sont employés dans l'industrie de Saint-Étienne (n° 84).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, le *N° 108* était un modèle de métier à tisser, dit à basse lisse, pour la fabrication de tapis et tapisseries genre Aubusson.

N^os 89 à 101. — Présentation des plus heureuses de tissus d'ameublement, de soieries, de velours, de tapis, de toiles de Jouy, etc..., disposés le long des murs sous les tapisseries des Gobelins qui ornaient la salle, ensemble remarquable par sa bonne présentation et par le choix judicieux des pièces exposées. MM. Bouix, Chanet, Cornille, Denerait, Duchesne, Meunie de la Rounière, Presle, Rodier, Tronc Albert, qui étaient les instigateurs que cette présentation, méritent tous les éloges.

N° 87. — Jolis échantillons de linge de table, mouchoirs et tissus éponge exposés sous vitrine par les Établissements Deneux frères, 2, rue d'Uzès à Paris; exposition un peu trop réduite cependant et qui ne donnait pas une idée réelle de la variété des fabrications de cette maison et de sa très grande puissance de production.

SOIE ARTIFICIELLE (SALLE 1).

La salle 1, très vaste, et dite « salle de l'écho », est bien connue des habitués du Conservatoire; elle avait été transformée en un magnifique stand où la soie artificielle était représentée à tous ses états de transformation, depuis la matière première, en passant par les fils, pour aller jusqu'aux tissus teints et imprimés les plus variés.

Le Comptoir des Textiles artificiels, 5, rue Perrier, à Paris, et la société la Soie artificielle, de Calais, 14, boulevard Poissonnière, à Paris, d'un commun accord avaient fait un très grand effort pour présenter au public des produits de fabrication française; ils y sont parvenus d'une façon merveilleuse. Leur exposition, admirablement conçue et parfaitement ordonnée, mérite les plus grands éloges. C'était une exposition de grand style devant laquelle nous nous sommes arrêté longuement en raison de son grand intérêt tant par la présentation que par la richesse de la documentation.

N° 27. — Le Comptoir des Textiles artificiels exposait en vitrine une gamme complète des divers fils de soie artificielle à base de viscose, d'acétate de cellulose, etc., mats, semi-mats et brillants, ainsi que des fils ouvrés à des états très variés, qui prouvaient non seulement l'étendue du domaine considérable actuellement exploré par cette nouvelle branche de l'industrie textile, mais encore sa puissance de production.

Sur un velum et sur les murs du stand étaient disposés, et présentés avec de jolis effets d'éclairage, une profusion de tissus teints ou imprimés, des genres les plus divers et du meilleur goût, employés pour la bonneterie, l'habillement pour dames, l'ameublement, la rubannerie, etc.

Si l'on se rappelle que la soie artificielle n'a commencé à prendre place parmi les textiles que vers l'année 1900 et si l'on considère celle qu'elle occupe actuellement, puisqu'en 1932, sa production mondiale a atteint 225 millions de kilogrammes, on se rendra compte de l'importance qu'elle a prise dans l'activité économique des pays industriels et de la France en particulier.

Le Comptoir des Textiles artificiels a aussi exposé un des premiers modèles de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

métier à filer la soie artificielle au collodion qu'a construit le comte de Chardonnet. Ce modèle extrêmement intéressant était accompagné de nombreuses fiches explicatives. C'est la première fois à notre connaissance qu'on voit exposé dans ces conditions un appareil original, d'une valeur historique considérable.

Sous le *N° 28*, la Société La soie artificielle de Calais, 16, boulevard Poissonnière, à Paris, a eu la bonne idée de présenter des produits venant compléter ceux qui étaient exposés par le Comptoir des Textiles artificiels; le stand de la soie artificielle formait ainsi un ensemble complet. Étaient ainsi présentés : 1° une maquette représentant en fonctionnement les diverses machines servant à la fabrication de la soie artificielle de viscose, maquette qui avait été déposée au Musée du Conservatoire; — 2° des échantillons de pâte de bois blanc constituant la matière première des fils de viscose; — 3° des échantillons de viscose; — 4° différents types de filières; — 5° des pots de filatures centrifuges; — 6° des gâteaux de filature; — 7° des flottes de soie artificielle; — 8° des cannettes, des bobines, une chaîne de tissage encollée.

Il convient de signaler enfin le magnifique modèle de dévidoir pour flottes de soie qu'a présenté la Société des Ateliers mécaniques de Courbevoie, 71, rue de Colombes, à Courbevoie, la seule maison française qui, actuellement, puisse construire tout le matériel employé pour la filature de la soie artificielle.

TISSUS DE SOIE NATURELLE (SALLE 3).

Dans des vitrines parfaitement agencées et bien éclairées, les industriels lyonnais les plus notoires avaient exposé les tissus les plus caractéristiques de leur fabrication, qui ont fait leur réputation mondiale.

Les brocatelles, les damas, les brochés, les lampas, les velours, les crêpes, les taffetas, les mousselines, les lamés, qui étaient présentés formaient un ensemble remarquable et remarqué. On ne saurait trop féliciter les maisons lyonnaises qui ont pris part à cette manifestation : MM. Jean Barrioz, Bianchini, Châtillon, Condurier, Dadole, Deray, Descours, Decharne, Mantellier, Michal Ladichère, Montaland, Nicolas, Romain, Ronet, Schulz, Tassinari, Ugnon, Villaret, Volay.

TAPISSERIES (SALLE 6).

La salle n° 6 n'offrait rien de spécifiquement technique; c'étaient cependant de très beaux spécimens de tapisserie : un paravent, des tentures et du mobilier, le tout d'une très grande valeur artistique.

BLANCHIMENT, TEINTURE, IMPRESSION, APPRÊT (SALLE 4).

La salle 4 était consacrée aux opérations que l'on fait subir aux produits qui proviennent de la filature ou du tissage pour leur donner une valeur commerciale.

On trouvait dans cette salle de nombreux modèles de machines et appareils faisant partie des collections du Conservatoire des Arts et Métiers, présentés dans un ordre méthodique. Cet ensemble extrêmement intéressant a retenu l'attention d'un grand nombre de connaisseurs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Comme pour le tissage et pour la filature, on peut dire que c'est la première fois que l'on présentait au public, sous une forme condensée, les phases principales des industries de la teinture et de l'impression. Il convient en outre de signaler particulièrement parmi les objets exposés : l'appareil Mather et Platt, pour le blanchiment; les machines à imprimer les tissus en une ou plusieurs couleurs; la perrotine; la fabrication du batik; la machine à moirer; les tissus imprimés des Établissements Schaffer et C°, de Pfastatt-le-Château (Haut-Rhin) et ceux de la Manufacture alsacienne de Tissus imprimés, de Mulhouse, qui étaient admirablement présentés.

CONCLUSIONS.

On peut dire que l'Exposition des Arts et Industries textiles du Conservatoire national des Arts et Métiers, la première du genre par son originalité, sa présentation et la richesse de sa documentation, a été une véritable révélation pour le grand public : elle a permis à tous de se faire une idée précise et complète de ce que sont actuellement les industries textiles et des étapes par lesquelles a passé leur évolution depuis l'origine jusqu'à nos jours.

On peut simplement regretter que, pour cette exposition, on se soit trouvé dans l'obligation, faute de locaux appropriés, de déménager une partie importante du Musée. On doit souhaiter que si d'autres expositions du même genre étaient envisagées dans l'avenir, on évite de recourir à cette solution. Peut-être pourrait-on laisser intactes les salles qui ont servi à l'Exposition : il suffirait alors d'y transporter toutes les pièces empruntées au Musée; après l'exposition, elles seraient remises à leur place ordinaire, là où l'on est habitué à les voir.

Quoi qu'il en soit, l'Exposition en elle-même est exempte de critiques et tous ceux qui ont contribué à sa réalisation méritent les plus grands éloges.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LES GRANDS PRÉCURSEURS DES INDUSTRIES TEXTILES[1]

par M. Frédéric MAILLARD, *ancien élève de l'École polytechnique,*
Ingénieur diplômé du Conservatoire national des Arts et Métiers.

Les galeries du Musée du Conservatoire abritent actuellement une exposition des Arts et Indutries textiles et des Tissus [2] dont les promoteurs ont voulu, à côté de précieux modèles historiques, montrer au public quelques-unes des machines les plus modernes, ainsi que les tissus les plus caractéristiques de notre production actuelle.

Il est ainsi en mesure de juger des résultats obtenus par une de nos plus importantes industries qui, il n'est pas inutile de le rappeler ici, au moment où elle traverse une des crises les plus sévères qu'elle ait connues, occupe une population ouvrière de plus de trois millions d'ouvriers, soit le cinquième de la population industrielle de la France.

Devant ce formidable développement et en admirant la beauté de tous les produits présentés à l'Exposition, peut-on aisément concevoir que l'industrie textile soit, tout au moins au point de vue de la mécanisation de ses moyens de production, d'introduction relativement récente puisque les premières installations datent du début du XIX^{e} siècle et que la soie artificielle, invention essentiellement française, n'a vu le jour qu'à la fin du siècle dernier.

On reste stupéfait de constater cet essor si rapide, essor qui n'a pu atteindre toute son ampleur que grâce à un grand nombre d'inventeurs de génie.

Le Comité d'Organisation de l'Exposition a pensé qu'il serait intéressant, et que ce serait remplir également un pieux devoir, que de faire revivre devant vous, pour quelques instants, la figure des plus grands des précurseurs qui sont incontestablement à la base du développement industriel dont nous bénéficions tous aujourd'hui, puisque leurs travaux ont toujours eu pour conséquence la multiplication des moyens de production et, partant, la démocratisation de quantités d'articles qui, avant eux, étaient l'apanage d'une classe privilégiée de la fortune.

Toutefois, si de nombreuses inventions ont immortalisé leur auteur, il faut signaler qu'une foule d'artisans et d'ouvriers, inconnus, ont également contribué, dans leur sphère d'action réduite, à l'avancement de l'industrie. Ils constituent une cohorte d'inventeurs qui, pour être anonymes, n'en sont pas moins intéressants et, à eux aussi, doit aller toute notre reconnaissance.

A ce propos, permettez-moi de vous raconter un petit souvenir de voyage. J'ai admiré récemment à Budapest, devant le Musée d'Agriculture (qui joue là-bas, dans un domaine plus restreint, un rôle analogue à celui de notre Musée du Conservatoire) une statue énigmatique : un personnage assis, semble plongé dans une méditation profonde; sa tête, inclinée, dissimule complètement son visage. Sur le socle, une seule inscription : *Anonymus.* L'anonyme! Demandant des explications, il me fut répondu que le peuple hongrois avait ainsi voulu glorifier l'auteur, resté

(1) Conférence faite par l'auteur au Conservatoire national des Arts et Métiers, le 26 novembre 1933.

(2) Voir son compte rendu dans le présent numéro du *Bulletin*, p. 45. Les figures qui accompagnent le présent texte sont celles du *Catalogue de l'Exposition des Arts et Industries textiles et des Tissus*, dont les clichés nous ont été prêtés par le Conservatoire national des Arts et Métiers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

inconnu, de sa première histoire. Quelle floraison de statues ne verrions-nous pas apparaître si la France voulait rendre un tel hommage à tous les inventeurs inconnus de notre industrie. Heureusement, pour nos squares et nos boulevards, le Français n'a pas besoin de tels signes extérieurs pour marquer sa reconnaissance à tous les anonymes auxquels il doit une grande partie de son confort.

L'histoire des précurseurs des industries textiles se confond naturellement avec l'histoire même de ces industries. Aussi, suivrons-nous, pour notre exposé, un plan tout logique qui nous amènera à vous parler successivement des inventeurs de la filature, du tissage, de diverses industries annexes, pour terminer par les précurseurs de l'industrie toute récente de la soie artificielle.

Filature. — Chacun sait qu'on désigne sous le terme de filature l'ensemble des opérations subies par les matières textiles (coton, laine, lin, jute, chanvre pour ne citer que les principales) pour être transformées en fils. Il est certain que la filature remonte à la plus haute antiquité puisqu'il y a 6.000 ans déjà les Égyptiens pratiquaient d'une manière parfaite la fabrication des fils de lin : nous n'en donnerons pour preuves que les magnifiques étoffes, dont certaines, très fines, retrouvées dans leurs tombeaux, figurent, soit au Musée du Louvre, soit dans les Galeries du Conservatoire, soit encore au Musée des Tissus de Lyon.

La première machine à filer apparue en Europe semble être le *rouet*, instrument bien connu dont l'invention est attribuée vers 1530 à un nommé Burgens, et qui ne tarda pas à se répandre puisqu'au milieu du XVI^e^ siècle, on en comptait plus de 5.000 en Grande-Bretagne seule. Le travail des textiles était alors une occupation essentiellement domestique, les femmes filant les fils que les hommes tissaient pendant les loisirs que leur laissaient leurs occupations rurales. L'esprit commercial des Anglais leur fit bien vite comprendre le parti qu'ils pourraient tirer de la fourniture de tissus aux autres pays. On fabriquait surtout alors, au XVIII^e^ siècle, une étoffe, dite *futaine*, formée d'une chaîne de lin et d'une trame en coton. Le développement rapide de l'exportation anglaise, qui s'étendait jusqu'aux Etats-Unis, provoqua bientôt, pour la fabrication des tissus, un problème angoissant : le rouet ne produit en effet qu'un fil à la fois et il s'avéra bientôt insuffisant pour satisfaire aux besoins toujours croissants d'un tissage lui-même harcelé par une demande commerciale augmentant continuellement. On raconte que les artisans tisserands faisaient, souvent en vain, de longues courses pour essayer d'acheter le fil dont ils avaient un urgent besoin. La légende veut que ce soit en voyant un de ses voisins, tisserand, revenir ainsi découragé d'une longue tournée, qu'un fabricant de peignes de tissage, Thomas Heigh, de Leigh (Lancaster) eut l'idée, en 1764, de construire une *machine à filer mécanique*. C'est ainsi que naquit le premier métier à filer qui n'était en somme, qu'une application du principe du rouet à plusieurs broches : on fabriquait ainsi plusieurs fils à la fois. L'inventeur, du nom de sa fille, baptisa son métier *Jenny*.

Cette jenny rencontra naturellement le plus vif succès mais, à l'usage, on lui reprocha bientôt de ne convenir qu'au filage des fils de trame. La régularité et la résistance du fil de coton produit ne permettait pas son usage pour la chaîne. Heig reprit ses essais et, appliquant pour l'étirage du coton le système comportant deux paires de cylindres tournant à des vitesses différentes, disposition due à un mécanicien

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

français, Paul Lewis qui l'inventa dès 1738, réalisa une machine beaucoup plus importante, dite *throstle* ou *métier hydraulique*, car son fonctionnement nécessitait la force hydraulique (la machine à vapeur étant à cette époque à peine connue), contrairement à la jenny qui fonctionnait à bras.

Le manque de capitaux empêcha Heigh d'installer, comme il le désirait, une filature mécanique et le priva du bénéfice matériel de son invention. Il appartenait à un ancien barbier, Richard Arkwright, esprit pratique et avisé, d'échafauder une immense fortune grâce à l'industrie qui venait de naître, et on le considère avec raison comme le créateur de l'industrie cotonnière anglaise.

Jusqu'en 1779, la jenny et le throstle constituent toute la filature mécanique du

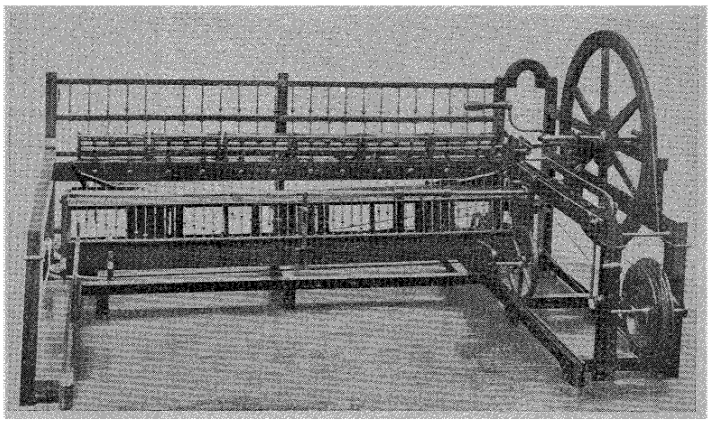


Fig. 1. — Modèle d'un métier à filer, dit mull-jenny, pour le coton.

coton. C'est à cette date que Samuel Crompton créa une nouvelle machine, combinaison ingénieuse des deux précédentes et qu'il appela pour cette raison *mull-jenny*.

Le mull-jenny opéra une véritable révolution en filature par les résultats très intéressants qu'il donnait tant au point de vue de la production qu'au point de vue de la qualité des fils obtenus. Son emploi ne se généralisa toutefois qu'après 1785, à l'apparition des machines à vapeur de Watt. On voit ici un exemple frappant de l'interdépendance des industries, les progrès de l'une favorisant le développement de toutes les autres.

Le mull-jenny, dans tous ses principaux organes, est l'ancêtre direct des *métiers à filer renvideurs*, utilisés actuellement en filature de coton et de laine.

Le matériel de préparation de filature de coton, *cardes* et *bancs d'étirage*, vit également le jour en Angleterre où il se développa parallèlement aux métiers à filer.

Si, pour l'industrie du coton, nous n'avons jusqu'à présent rencontré que des inventeurs anglais, ce fait s'explique facilement par le grand développement, signalé précédemment, qu'avait pris en Angleterre, le commerce des tissus de coton.

Par contre, la promptitude avec laquelle ce nouvel outillage industriel s'intro-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

duisit en France est, en tous points remarquable. Les premières applications datent, en Angleterre, de 1784, et, dès 1790, un fabricant de velours d'Amiens obtenait un privilège exclusif de 12 ans pour la construction du matériel de filature. On vit alors une floraison d'usines paraître à Paris, Orléans, en Normandie et dans le Midi. Au début du XIX^e^ siècle, Napoléon I^er^, dont les préoccupations militaires n'abolissaient pas les soucis économiques, porta tous ses efforts pour implanter une nouvelle industrie en France. Il ordonna qu'une collection complète de machines de filature fût groupée ici même, au Conservatoire, pour servir de modèles aux constructeurs.

Une figure curieuse à signaler, au sujet du développement de l'industrie cotonnières en France, est celle de RICHARD, plus connu, du nom de son associé, sous le nom de Richard Lenoir. Esprit aventureux, il se lança avec toute sa fougue dans la nouvelle industrie, commençant à louer faubourg Poissonnière un terrain pour, dit-il dans ses mémoires, « installer les machines qu'il n'avait pas et les ouvriers qu'il espérait avoir ». Son industrie prit rapidement une extension considérable. Soutenu par l'Empereur, il créa de très nombreuses usines puisqu'en 1808 il en possédait 39 et occupait plus de 20.000 ouvriers.

La chute, malheureusement, arriva, brutale, provoquée par la création d'une taxe d'importation sur les cotons, et consommée par les conditions économiques imposées par les Anglais après leur victoire. Il mourut dans la misère en 1839, entouré de la considération du monde ouvrier, en raison de sa grande philanthropie.

La filature de coton, travaillant toujours avec le matériel imaginé par les Anglais, ne devait subir de bouleversements profonds qu'au milieu du XIX^e^ siècle, lorsqu'apparut la *peigneuse* HEILMANN, dont l'inventeur mérite, à plus d'un point, que nous vous le présentions avec quelques détails.

Josué Heilmann, alsacien, né en 1796, de parents négociants en tissus, à Mulhouse, arriva à Paris en 1816. Ses parents voulaient installer une filature de coton et ils l'envoyèrent faire, à cet effet, un stage dans une usine parisienne. Il resta ici un an. Non content de se perfectionner en filature dans l'établissement où il travaillait, il devint rapidement un auditeur assidu du Conservatoire des Arts et Métiers, et il passait tous ses moments disponibles dans le Musée, où il recueillit des notes et renseignements nombreux sur le matériel de filature.

Heilmann est donc un ancien élève de cette maison, qui peut s'en enorgueillir à juste titre car il est certain que l'enseignement, théorique et pratique, qu'il y reçut eut la plus heureuse influence sur sa carrière de mécanicien et d'inventeur. Il fournit d'ailleurs lui-même une preuve certaine des résultats de sa formation puisque, dès son retour en Alsace, il installait complètement en 1817 une filature de coton de 10.000 broches. Si l'on songe qu'il fit construire sur ses plans et indications toutes les machines composant cette filature et qu'il n'avait, à ce moment, que 22 ans, on peut juger du véritable tour de force qu'il réalisa.

Quelques années plus tard, il perfectionna très sérieusement le métier à tisser mécanique, mais sa première invention marquante date de 1828 et concerne un *métier mécanique à broder*. Il avait été frappé de constater qu'aucune recherche n'avait été faite pour mécaniser la broderie. On raconte qu'il se fit tout d'abord expliquer par sa femme la technique de la broderie manuelle et qu'il chercha à obtenir des résultats analogues par des moyens mécaniques. Une des difficultés

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

provenait de l'impossibilité pratique de retourner l'aiguille à broder derrière l'étoffe : il la surmonta en inventant une *aiguille à double pointe*, percée en son milieu d'un trou destiné au passage du fil. Il suffisait alors, par un système de pinces appropriées, de communiquer à l'aiguille un mouvement horizontal de va et vient à travers le tissu tendu verticalement pour obtenir la broderie. Mais, les aiguilles se déplaçant toujours au même endroit, il fallait encore déplacer le tissu suivant le dessin à broder. Il imagina alors de tendre le tissu sur un cadre vertical mobile dont le déplacement était réglé par un pantographe : l'ouvrier brodeur promenait une des extrémités sur les contours du dessin à reproduire, l'autre extrémité du pantographe étant reliée au cadre portant le tissu. C'est par la combinaison de ces deux moyens, absolument inconnus avant lui, qu'il réalisa son métier à broder qui jouit, dès son apparition, de la plus grande faveur. Des usines se montèrent aussitôt à Manchester et à Saint-Gall en Suisse; les Français se montrèrent plus réfractaires, craignant les caprices d'une mode essentiellement variable. Il est remarquable de signaler que tous les métiers à broder construits encore aujourd'hui sont des adaptations de la machine d'Heilmann qui reste, ainsi, le créateur incontesté de la broderie mécanique. Des régions comme celles de Saint-Quentin et Caudry, notamment, lui doivent certainement une grande partie de leur développement.

C'est en 1843 qu'en collaboration avec BOURCART, il put réaliser une idée qui le poursuivait depuis longtemps : le *peignage des cotons à longues soies*. On sait que le but de cette opération est d'éliminer toutes les impuretés du coton et surtout de ne retenir que des fibres ayant une certaine longueur minimum. On obtient ainsi une matière beaucoup plus homogène, permettant le filage de fils plus réguliers et plus résistants. Sa peigneuse, du type à fractionnement, opère le peignage en deux temps par des peignes portés sur un cylindre rotatif et un peigne rectiligne spécial, ces deux peignes différents peignant chacun une moitié des mèches de coton présentées à leur action.

Il pressentit, dans ses écrits, l'énorme développement que devait prendre sa machine car il indiqua très clairement qu'elle pourrait traiter indifféremment le coton, la laine, les déchets de soie. Il n'eut malheureusement pas le temps de mettre au point toutes ces applications puisqu'il disparut prématurément en 1848, à l'âge de 53 ans.

Des inventeurs successifs perfectionnèrent sa peigneuse qui reste encore à l'heure actuelle le type de tous les modèles utilisés industriellement. Si nous indiquons que l'on rencontre des peigneuses à fractionnement en filature de coton, de laine, de déchets de soie et d'étoupe de lin, on pourra apprécier à sa juste valeur l'invention de Heilmann et il n'est pas exagéré de le considérer comme l'un des très grands précurseurs des industries textiles.

Depuis 1850, de nombreux progrès furent réalisés dans le matériel de filature de coton, le plus souvent, perfectionnements des machines dont nous venons de retracer l'historique. Signalons enfin, l'apparition, vers 1865, du *métier à filer continu* et, plus près de nous, la découverte des procédés de *filature par grands étirages*. Mais, nous sortirions du cadre que nous nous sommes fixé en abordant ces inventions relativement modernes.

La filature mécanique de la laine a suivi le développement de l'industrie cotonnière. On adapta les machines existantes au travail des fibres de laine, tenant compte

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

notamment des différences de longueur entre la laine et le coton. Parmi les inventions marquantes, nous citerons l'adoption de *barrettes métalliques* garnies de pointes pour soutenir la laine pendant l'étirage réalisée par DECLANLIEU en 1820, avec la collaboration, tout au moins morale et financière, de TERNAUX, ce grand industriel sedannais qui fit tant pour le développement de l'industrie lainière française (il mit notamment au point la *fabrication des châles cachemire*) et mérite, en raison des nombreuses usines qu'il créa dans les régions les plus diverses, d'être cité parmi les précurseurs. Le *peigne circulaire*, dit *hérisson*, qui facilita grandement le travail des laines mérinos, plus courtes, fut réalisé par LAURENT quelques temps après l'invention de Declanlieu.

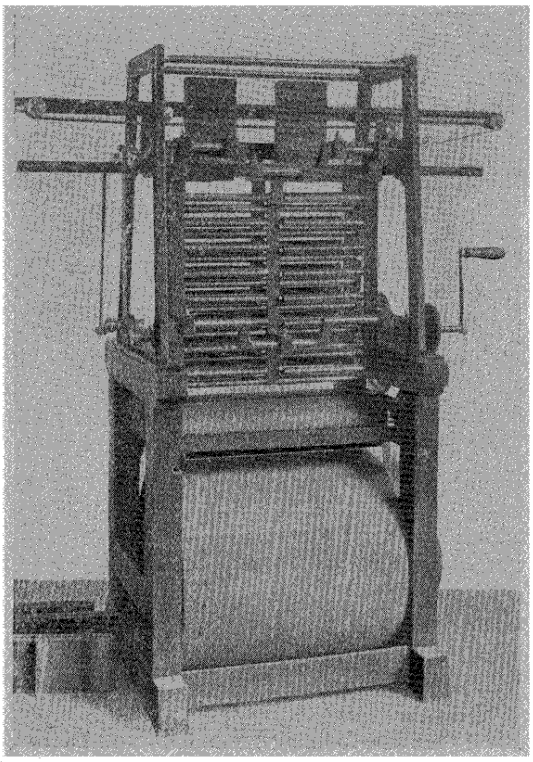


Fig. 2. — Machine à peigner le lin de Philippe de Girard.

Si, dans le travail de mécanisation de la filature de la laine, nous ne rencontrons pas de grand précurseur, cela tient, comme je viens de vous l'indiquer, au fait qu'on adapta simplement les machines de la filature du coton. Les principes de travail restaient les mêmes pour ces deux textiles.

Il n'en fut pas de même lorsqu'on voulut créer les machines propres à transformer le lin en fils. Les essais faits sur le matériel de coton modifié, n'apportèrent que des déboires qui s'expliquent facilement en raison de la nature très différente du lin : si le coton et la laine se présentent au filateur sous l'aspect de fibres isolées, le lin, par contre, est une filasse dont les filaments, très longs, sont formés de la réunion des fibres élémentaires, agglutinées par un ciment spécial de matières gommo-résineuses.

Il appartenait à un Français de génie, PHILIPPE DE GIRARD, de surmonter toutes les difficultés du problème. Sa vie, en raison de l'importance de son œuvre et des malchances qui s'acharnèrent sur lui, mérite de vous être retracée car elle est une preuve de ce que peuvent le génie et la tenacité lorsque ces qualités sont associées comme elles l'étaient chez ce grand inventeur.

Philippe de Girard, né en 1775 à Lourmarin, petit village de Provence, s'était déjà signalé à l'attention du monde savant au début du XIX[e] siècle par des inventions (une lampe hydrostatique notamment) qui obtinrent des récompenses méritées lors

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de l'Exposition de 1806; mais, c'est la *filature du lin* qui permit à son génie inventif de donner toute sa mesure.

En 1810, Napoléon Ier, dont nous avons déjà signalé les préoccupations économiques, voulant donner à son empire la puissance industrielle capable de combattre la concurrence anglaise, organisa un concours d'une durée de trois années, destiné à inciter les chercheurs à réaliser la filature mécanique de lin. L'enjeu était d'importance puisqu'un prix d'un million de francs était promis à qui réaliserait cette invention.



Fig. 3. — Philippe de Girard, ingénieur français, inventeur de la machine à filer le lin, né à Lourmarin (Vaucluse) en 1775, mort à Paris en 1845.

Je ne puis mieux faire, pour marquer l'intérêt apporté par Napoléon à la solution de ce problème, que de vous lire un extrait d'un discours du grand savant Monge, rapporteu du jury :

« L'Empereur, animé d'une cons-
« tante sollicitude pour tout ce qui
« peut agrandir le domaine de notre
« industrie, a pensé, qu'en encoura-
« geant la filature du lin, il encou-
« ragerait aussi la culture de cette
« plante et qu'on pouvait en obtenir
« des résultats aussi étendus qu'on
« obtient du coton. Sa Majesté a
« pensé, en même temps, qu'il con-
« venait de stimuler l'industrie active
« des Français sur cet objet qui tient
« de si près à la prospérité natio-
« nale. »

Peut-on, en si peu de mots, définir plus clairement une politique industrielle et des matières premières qui était déjà, à cette époque, une question d'importance primordiale pour le pays? Ces paroles, vieilles de plus d'un siècle, gardent encore aujourd'hui toute leur importance, au moment où de sérieux efforts sont faits, ainsi que M. le sénateur Cavillon l'a signalé tout récemment ici-même, pour intensifier la production linière de la France qui, ne l'oublions pas, récolte sur son sol les meilleurs lins du monde entier.

Philippe de Girard, dès qu'il eut connaissance de ce concours, médita longuement sur le problème de la filature, cherchant à analyser jusque dans ses moindres détails les mouvements exécutés par la fileuse à la main. Armé pour tout matériel d'une poignée de lin, d'une loupe, d'une aiguille et d'une soucoupe remplie d'eau, il observa qu'en présence de l'eau, les filaments de lin paraissent se ramollir et sont alors susceptibles de supporter l'étirage par glissement des fibres entre elles. Cette simple observation fut une révélation pour le cerveau si inventif de Philippe de Girard : il comprit du même coup qu'il était possible d'affiner les filaments de lin

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en les refendant dans le sens de leur longueur, ce qui est l'origine et le principe du *peignage* du lin et de les étirer en ramollissant leurs matières gommeuses en présence de l'eau, origine de la *filature au mouillé*. On reste stupéfait de l'indigence des moyens matériels dont disposait Philippe de Girard pour arriver à ses conclusions d'où devait sortir toute une nouvelle industrie, ce qui prouve que, pour un cerveau de génie, des faits d'apparence insignifiante sont souvent l'éclair ouvrant toute une voie de découvertes importantes; l'histoire de Newton et de sa pomme, de Papin et de sa marmite, et bien d'autres encore n'illustrent-elles pas de façon éclatante cette constatation?

On raconte qu'enthousiasmé par sa découverte, Philippe de Girard renouvela ses expériences devant sa famille réunie et, sautant au cou de son père, s'écria : « Le million est à nous! » Hélas, le pauvre inventeur devait vérifier une fois de plus qu'il y a loin de la coupe aux lèvres et il ne se doutait certainement pas que sa découverte ouvrait pour lui une ère de difficultés qui dureraient à peu près toute sa vie.

Voulant s'assurer sans discussion possible la propriété de ses découvertes, il prit un brevet dès le mois de juillet 1810, et il est absolument remarquable de constater, dans ce document, la clarté et la précision avec lesquelles Philippe de Girard énonce les deux principes du peignage et du filage du lin au mouillé, absolument inconnus à ce jour.

Confiant dans son invention et pour faire une preuve éclatante de sa valeur, il décida d'installer à Paris une filature mécanique de lin. Avec les ressources de sa famille et l'aide de son frère, il créa une première usine de 2.000 broches rue Meslay, puis une seconde rue de Charonne. Ces installations, propres, d'après Philippe de Girard, à lui assurer le prix d'un million promis par le concours de 1810, épuisèrent rapidement la fortune familiale et il dut largement s'endetter pour mener à bien l'exécution de son programme. Mais à la clôture du concours, en 1813, les circonstances politiques ne permirent pas de réunir à Paris le jury qui devait consacrer l'œuvre de Philippe de Girard. On était à la veille de l'invasion : d'autres soucis que son programme économique accablaient l'Empereur et le fameux million, en l'espérance duquel avait vécu Philippe de Girard et qu'il avait largement escompté, ne lui fut jamais versé. Ce fut la catastrophe, véritable débâcle qui conduisit le malheureux inventeur à la prison pour dettes, première étape de son calvaire.

Ses créanciers, toutefois, se rendirent bien vite compte que l'emprisonnement ne leur apporterait aucune satisfaction matérielle et ils pressèrent Philippe de Girard d'accepter la proposition de l'Empereur d'Autriche qui l'invitait à venir installer la filature du lin dans son pays. Une usine fut créée à Hirtenberg puis, cédant aux sollicitations d'un de ses amis, il fut bientôt appelé en Pologne en qualité d'ingénieur en chef des mines. Son cœur de Français souffrait d'être ainsi obligé de travailler pour l'étranger, et on raconte que, amené à prêter serment au gouvernement russe, il exigea dans la formule consacrée la réserve suivante : « Mon « intention n'ayant jamais été de renoncer à la qualité de Français, je n'ai jamais « prêté et ne crois pouvoir prêter un serment qui me rendrait sujet d'un autre « état. »

Quelle manifestation de patriotisme empreinte de noblesse de la part du malheureux inventeur qui n'avait pu trouver dans sa patrie les appuis nécessaires à la réalisation de ses idées géniales!

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ses nouvelles fonctions l'amenèrent en Angleterre en 1826 : une curiosité bien naturelle le poussa à visiter une filature de lin. Quelle ne fut pas sa douloureuse surprise d'y reconnaître en fonctionnement, tout son matériel : Philippe de Girard avait été trahi par deux de ses collaborateurs sans scrupules, qui avaient vendu, comme leur propre invention, ses procédés, lors de la débâcle de 1814. Un Anglais, nommé Key, avait même poussé l'impudence jusqu'à faire breveter en son nom le procédé de filature au mouillé. Devant une spoliation si révoltante, Philippe de Girard protesta de toute son énergie et fit annuler les brevets de Key qui tombèrent dans le domaine public. Il put ainsi dire qu'il avait fait alors un immense cadeau à l'Angleterre.

Revenu en Pologne, après réorganisation des mines, le gouvernement russe décida de créer une filature de lin. Philippe de Girard, reprenant une idée qui lui était chère, réalisa une véritable concentration industrielle en groupant filature, tissage et blanchiment sur le même emplacement. Une petite ville fut ainsi édifiée, que le gouvernement baptisa, en reconnaissance, Girardow, en lui donnant pour armes celles de la famille de Girard. Cette ville existe encore et, curieuse coïncidence, elle comporte un centre textile important, exploité par un groupe cotonnier français, qui assure, dans cette lointaine contrée, la continuité de l'influence française. Le présent rejoint ainsi le passé parmi les vicissitudes politiques et économiques.

La fin de la vie de l'inventeur se passa en luttes pour se faire reconnaître la paternité de son invention de la filature du lin, car, en raison des brevets qui avaient été pris, nous avons vu comment, en Angleterre, le nom de Philippe de Girard était tombé dans l'oubli.

C'est en 1840, à la suite d'un mémoire qu'il avait adressé à ce sujet sans succès au roi Louis-Philippe, que la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale s'honora en lui décernant sa grande médaille d'or portant l'inscription : « A Philippe de Girard, inventeur de la filature mécanique du lin. »

Il rentra en France en 1844 pour participer à l'Exposition universelle, mais il n'eut pas le plaisir de recevoir la consécration officielle qui lui était due : il mourut en 1845, épuisé par toutes ses luttes, ne laissant à ses héritiers que ses dettes qui n'étaient pas encore éteintes. Il n'était même pas chevalier de la Légion d'Honneur!

Le mouvement d'opinion qui avait débuté en 1840, fortement appuyé par Arago, finit toutefois par obtenir l'octroi, en 1853, d'une petite rente viagère à son frère et à sa nièce en raison « de l'importance des services rendus par la famille de Girard, qui avaient été pour elle une cause de ruine », précisait le décret instituant cette donation.

Il est triste de constater quelle destinée fut celle de Philippe de Girard. Et cependant, le fait n'est plus contesté aujourd'hui : il est le créateur indiscutable de toute l'industrie linière. Sa première peigneuse, que le Conservatoire s'enorgueillit de posséder dans ses collections et qui figure à une place d'honneur à l'Exposition, est le type, dans tous ses détails, des peigneuses actuellement en service dans toutes les usines.

Son procédé de filage au mouillé permet, seul, d'obtenir les fils les plus fins qui sortent de nos filatures. Nous lui devons tous une très grande reconnaissance car, sans ses inventions géniales, le lin n'aurait certainement pas la place de premier plan qu'il occupe actuellement parmi tous les autres textiles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tissage. — Il est certain que l'art du tissage, dont l'origine remonte à la préhistoire et naquit dès que les hommes renoncèrent aux fourrures comme vêtements exclusifs, fut porté, dès la plus haute antiquité, à un grand degré de perfection.

La mécanisation du *métier à tisser à bras* prit naissance en Angleterre. On attribue le premier métier mécanique à CARTWRIGHT, un docteur que rien ne désignait pour cette invention, qu'il mit au point de 1784 à 1787. Le développement du tissage mécanique des tissus simples et unis marcha de pair avec celui de la filature du coton. De nombreux inventeurs perfectionnèrent le modèle primitif pour l'amener à sa forme actuelle. Citons, entre autres : Robert MILLER, Thomas JOHNSON, en Angleterre; VIGNERON, CALLA, RISLER et DIXON, HEILMANN en France, sans oublier les différents constructeurs modernes qui, par des améliorations de détail, cherchent toujours à augmenter la production et la qualité des tissus fabriqués sur leurs machines.

L'industrie du tissage subit une véritable révolution à la fin du XIX^e^ siècle lorsque l'on vit apparaître le premier *métier automatique*, dû à l'Américain NORTHROP. Dans ce type de métier, un dispositif mécanique ingénieux change, automatiquement et en pleine marche, la canette du métier à tisser dès que la trame qu'elle porte est épuisée. Depuis, on inventa toute une série de métiers automatiques inspirés soit de l'idée de Northrop soit d'une autre idée consistant à changer la navette du métier lorsqu'elle est vide de trame. Le problème de l'automatisme des métiers à tisser est, encore actuellement, à l'étude et c'est un des domaines où l'on rencontre le plus de demandes de brevets, ce qui prouve d'une manière indiscutable qu'il reste encore beaucoup à faire dans cette voie.

Mais, nous nous éloignerions de notre but en faisant l'historique des métiers à tisser automatiques et, après cette petite digression, nous revenons aux précurseurs du tissage.

Si la mécanisation des métiers simples, pour tissus unis, s'est déroulée normalement et n'a été, en somme, qu'une création continue de perfectionnements de détail, il n'en est pas de même des dispositifs destinés au tissage des tissus plus compliqués dits façonnés et comportant notamment des dessins plus ou moins importants obtenus par l'entrelacement des fils de chaîne et de trame. Nous rencontrons dans ce domaine toute une pléiade d'inventeurs dont certains sont des précurseurs de grande valeur en raison du retentissement mondial qu'ont eu leurs découvertes.

Le tissage des tissus façonnés était déjà pratiqué couramment au moyen âge car nous possédons des tissus de cette époque qui rivalisent avec les créations les plus luxueuses d'aujourd'hui. On utilisait, pour leur fabrication, un métier à bras, dit *métier à la tire*, dans lequel, par l'intermédiaire d'un système compliqué de cordes, on levait, au fur et à mesure des besoins du tissage, les différents fils de chaîne. Ce procédé nécessitait naturellement un travail préparatoire très long qui avait pour but, avant le tissage, de fixer l'ordre dans lequel devaient s'exécuter les mouvements de la chaîne. Cette sélection des fils de chaîne disparaissait au fur et à mesure que l'étoffe se fabriquait si bien que, la pièce terminée, on devait, pour la reproduire, recommencer entièrement le travail de préparation. De plus, au fur et à mesure que les dessins, suivant les caprices de la mode, augmentaient de dimensions et de complication, le travail nécessaire pour manœuvrer les fils de chaîne, travail exécuté

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par des ouvriers dits « tireurs de lacs » devenait très pénible. Enfin, le fonctionnement d'un seul métier nécessitait, outre le tisserand, plusieurs tireurs de lacs.

Pour toutes ces raisons, on comprend aisément que les tissus façonnés avaient été, durant de longs siècles, l'apanage exclusif de la classe fortunée. On comprend également que le problème de la simplification de cette fabrication devait naturellement solliciter l'esprit inventif des chercheurs, ce qui ne manqua pas de se produire.

Le Musée du Conservatoire a l'heureuse fortune de posséder la réduction des métiers les plus marquants réalisés successivement pour le tissage des façonnés. Ces modèles figurent à l'Exposition où on peut voir rassemblées les machines de : DANGON (1606), GARON (1717), BOUCHON (1725) et FALCON (1734). C'est sur ce dernier type qu'on voit apparaître les *cartons perforés* servant à la sélection, par l'intermédiaire d'aiguilles, des fils de chaîne à manœuvrer pour le tissage.

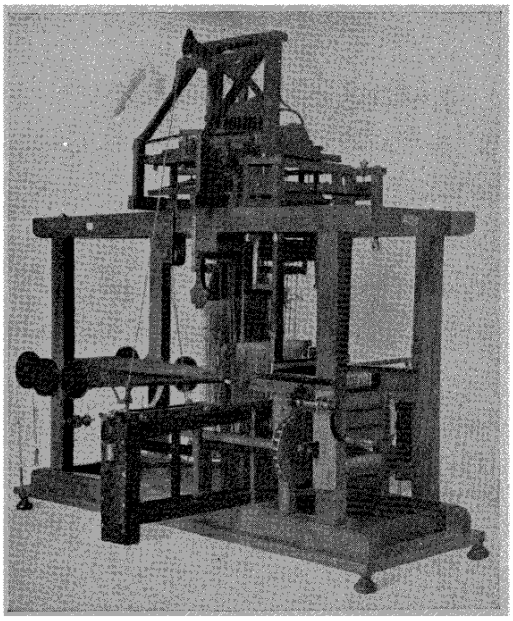


Fig. 4. — Modèle du métier à tisser Vaucanson (réduction du métier original du Musée du Conservatoire).

Toutes ces machines ne supprimaient pas le tireur de lacs : elles simplifiaient simplement son travail.

En suivant un ordre chronologique, nous arrivons ensuite au métier de VAUCANSON qui, s'il n'eut pas à son apparition tout le succès qu'attendait son inventeur, marque toutefois une étape des plus importantes dans l'évolution du tissage des façonnés. La grande figure de son inventeur mérite d'ailleurs, comme vous allez le constater, l'hommage que nous lui offrons.

Jacques Vaucanson, né à Grenoble en 1709, appartenait à une famille de gantiers. Nous passerons rapidement sur ses débuts dans la vie, où ses talents de mécanicien ne tardèrent pas à se manifester par la réalisation d'automates universellement connus. Mais un pareil génie ne devait pas limiter son action à des inventions fort ingénieuses, mais plus curieuses qu'utiles. Tel fut l'avis du cardinal Fleury qui, en 1740, pour utiliser tout son talent au profit de l'industrie nationale, fit nommer Vaucanson inspecteur général des manufactures et de celles des soieries en particulier. Malgré les quelques inventions antérieures dont nous venons de parler, l'industrie lyonnaise du tissage ne disposait encore que de procédés manuels, lents et limités dans leur action.

Vaucanson en fut immédiatement frappé, et son esprit inventif lui suggéra de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nombreuses améliorations qui, introduites dans la préparation des matières et dans le travail des tissus façonnés, devaient faciliter toutes les opérations en permettant d'en varier et d'en multiplier les produits.

Ses travaux l'amenèrent à réaliser, vers 1750, un métier qui existe encore, dans tout son ensemble, au Musée du Conservatoire et dont une réduction fidèle figure à l'Exposition. L'une des pièces principales du métier est un cylindre percé de trous, recouvert d'un carton également percé de trous disposés selon le dessin du tissu à exécuter et qui permet, à point nommé, la levée des fils de chaîne entre lesquels doit passer la navette. On retrouve ainsi certains éléments du métier Falcon; mais Vaucanson avait obtenu, dans son métier, de manœuvrer, par un balancier et les aiguilles et le cylindre portant le carton. Toutes les opérations nécessaires au tissage des façonnés se trouvaient ainsi, pour la première fois, concentrées sous la commande du tisseur. On supprimait donc du même coup les tireurs de lacs.



Fig. 5. — Jacques de Vaucanson, membre de l'Institut, mécanicien, Inspecteur des Manufactures de Soie, né à Grenoble le 24 février 1709, mort à Paris le 21 novembre 1782.

Le métier de Vaucanson n'eut pas le succès que son intérêt lui promettait. Les temps n'étaient pas encore révolus : on regardait comme nuisible aux intérêts des travailleurs l'emploi de toute machine qui, en simplifiant le travail manuel, rend cependant à l'intelligence de l'ouvrier sa liberté. De plus, les industriels soyeux eux-mêmes craignaient la mécanisation de leur industrie : les tireurs de lacs formaient à Lyon une pépinière d'ouvriers qui n'avaient pas leurs pareils en Europe et assuraient la suprématie mondiale de la fabrique lyonnaise. Vers le milieu du XVIII^e^ siècle, les bénéfices des fabricants lyonnais étaient copieux (de l'ordre de 20 p. 100) et ils craignaient que toute simplification de leurs procédés de fabrication ne bouleversât de fond en comble cette industrie prospère.

L'invention de Vaucanson tomba dans l'oubli. Comme beaucoup de créations géniales, elle était arrivée 50 ans trop tôt; mais son intérêt, et surtout l'influence

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'elle eut sur les inventions postérieures, nous fait un devoir de considérer Vaucanson comme un des plus grands précurseurs de nos intérêts textiles.

La grande figure de Vaucanson mérite notre reconnaissance à un autre titre qui, s'il est moins connu et glorieux, n'en est pas moins des plus intéressants.

Parvenu aux honneurs et à la fortune, mais toujours passionné pour les arts industriels, il avait fondé dès 1775, dans l'Hôtel de Mortagne, qu'il habitait rue de Charonne à Paris, une collection des principales machines de son invention. Il se faisait un plaisir d'y introduire le public et notamment les ouvriers capables de le comprendre et auxquels il se chargeait lui-même de donner des explications.

Devançant de près d'un siècle les efforts que tant d'esprits poursuivent encore aujourd'hui, Vaucanson avait compris que l'étude des arts industriels exige tout à la fois celle des principes de la science et celle des procédés pratiques : enseignement qui constitue l'enseignement technique actuel du Conservatoire.

C'est dans cette pensée qu'à 74 ans, il légua sa collection au roi Louis XVI sous la seule condition qu'elle serait ouverte au public et qu'il y serait attaché un conservateur chargé de donner les explications nécessaires.

Cette donation fut accueillie et l'État acheta, peu après, l'Hôtel de Mortagne.

A ce noyau de collection, une commission composée d'hommes dévoués à la science et aux arts, parvint, au milieu de la tourmente révolutionnaire de 1793, à réunir un fonds d'objets précieux et l'importance de cet ensemble détermina bientôt la Convention à décider la création du Conservatoire national des Arts et Métiers, qui ne fut d'ailleurs définitivement installé à l'ancienne abbaye des Bénédictins (emplacement actuel) qu'en l'an VIII (1802).

Vaucanson doit donc être considéré comme un des fondateurs de cet établissement et c'est un titre de plus pour lui octroyer toute notre reconnaissance.

Mais, revenons au tissage des façonnés. Il appartenait à JACQUARD de résoudre définitivement le problème de la mécanisation de cette industrie.

Aucun inventeur n'a, je crois, été aussi popularisé que Jacquard : tous les épisodes de sa vie (et certains même inexacts) ont été l'objet de récits qui les ont fait connaître de tous. Et cependant, que de discussions autour de son invention : les uns le considéraient comme un plagiaire sans aucune valeur, les autres comme l'inventeur exclusif du tissage des façonnés. Comme souvent, la vérité se tient dans un juste milieu.

Fils d'un ouvrier en soie de Lyon, Jacquard naquit en 1752. On trouve ses premières traces dans le domaine de l'invention en 1802 lorsque la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale fonda un prix de 1.000 fr pour la création d'un métier mécanique à fabriquer les filets de pêche. Jacquard concourut et obtint le prix. On raconte que Carnot, de passage à Lyon, s'était fait présenter l'inventeur qu'il accueillit ironiquement en lui disant : « C'est donc toi, citoyen, qui as la prétention de faire un nœud avec une corde tendue? » Il fut appelé à Paris à la suite du concours pour mettre sa machine au point. On l'installa au Conservatoire où il travailla jusqu'en 1804.

C'est là que se produisit un fait, d'apparence peu importante, qui devait cependant décider de toute sa vie. Un de ses amis, Dutilleu, fabricant à Lyon, lui écrivit pour lui signaler le métier de Vaucanson et lui demander d'en prendre modèle pour le reproduire à son retour à Lyon.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Jacquard se mit à la recherche de ce métier qu'il retrouve oublié et poussiéreux et qui, sans son invention, aurait très probablement disparu depuis longtemps. Il le monta, le fit fonctionner, ce qui fut un éclair de lumière pour lui, il serait puéril de le nier.

Retourné à Lyon, il se met à l'œuvre pour perfectionner le métier de Vaucanson dont il avait reconnu tous les défauts : coûteux, compliqué et beaucoup trop volumineux pour une industrie qui s'exerçait alors presque exclusivement en chambre.

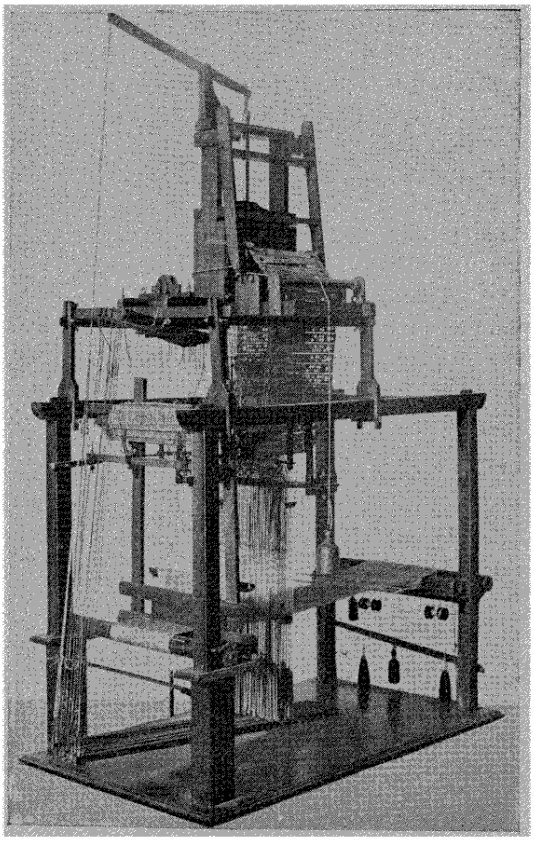


Fig. 6. — Métier à tisser original de Jacquard avec sa « mécanique » pour tissus façonnés.

Il s'assimile Vaucanson sous une forme plus positive et plus élégante. Avec son engin de dimensions beaucoup plus restreintes, il arrive à des résultats plus considérables et plus précis; grâce au perfectionnement des aiguilles et des crochets qu'il sut harmonieusement grouper, grâce surtout à l'idée vraiment heureuse qu'il eut de reprendre l'ancien cylindre carré de Falcon au lieu du cylindre rond de Vaucanson.

Il a ainsi obtenu plus de sûreté dans le jeu des aiguilles et conquis la possibilité d'exécuter des dessins plus grands et plus compliqués en employant des cartons rectangulaires enlacés en une chaîne sans fin. La pratique lui permit, un peu plus tard, de perfectionner son métier en assouplissant le travail des crochets par l'addition de petits ressorts.

Telle est, dans ses grandes lignes, la genèse de l'invention de Jacquard.

Nous n'insisterons pas sur les déboires rencontrés par l'inventeur sur la fin de sa vie : ce sont des faits connus de tous, popularisés par tant de récits et d'illustrations.

Ce que nous voulons seulement indiquer c'est que Jacquard, par la combinaison et le perfectionnement de moyens connus, peut être considéré comme le père incontesté du *métier à tisser façonné* pratique. Il ne l'a évidemment pas inventé de toutes pièces; il s'est directement inspiré de Vaucanson et de Falcon; mais il n'y a là rien qui doive l'amoindrir. Est-ce que Watt ne demeure pas grand après Papin, de même que Robert Estienne après Gutenberg?

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il a eu le grand mérite de rendre facile le tissage des façonnés, exécutés sur son métier par un seul ouvrier et d'en permettre la reproduction à l'infini, sans nouveaux frais, dès qu'on possède un jeu de cartons perforés. Il a ainsi permis la démocratisation des tissus les plus compliqués et l'essor prodigieux d'une industrie qui, avant lui, ne s'alimentait que par les commandes de la classe la plus favorisée du pays.

La *mécanique* JACQUARD, dont un modèle original figure à l'Exposition, a naturellement été perfectionnée depuis son apparition mais elle reste encore actuellement, en son principe, la base de toutes les machines qui lui ont succédé.

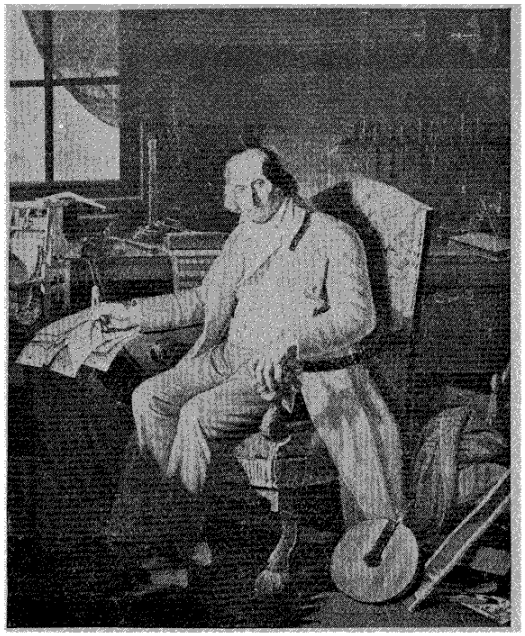


Fig. 7. — Joseph-Marie JACQUARD, né à Lyon en 1752, mort à Oullins (Rhône) en 1834.

Machine à coudre. — En parcourant l'Exposition, je ne sais si vos yeux ont été attirés par une petite machine qui paraît presque un jouet si ce n'était, à sa partie supérieure, la présence d'un gros ressort qui rappelle un peu un piège à rat : cet ensemble, qui ne paie pas de mine, est cependant l'ancêtre de toutes nos machines à coudre actuelles et son inventeur, THIMONNIER, mérite bien d'être placé parmi nos grands précurseurs [3].

Barthélemy Thimonnier, né en 1793 à L'Arbresle, chef-lieu de canton du Rhône, d'un père teinturier à Lyon, passa sa jeunesse à Amplepuis où, après quelques études au petit séminaire, il s'installa tailleur. Il devait en 1825 se fixer à Saint-Étienne; mais Amplepuis resta toujours sa terre de prédilection où il aima à se retremper au cours de sa carrière, assez mouvementée comme vous allez le voir.

Il raisonna, en exerçant son métier, sur ses efforts et la disproportion du résultat obtenu. De plus, il était entouré de brodeuses au crochet qui travaillaient pour les centres de Lyon et de Tarare. Il trouva certainement, dans ce travail manuel qu'il observait chaque jour, les premières idées de son invention car le mouvement du crochet de sa machine rappelle en bien des points le travail de la brodeuse.

Dès le début de ses recherches, il pressentit d'emblée l'impossibilité de reproduire mécaniquement le travail de la couture à la main, et il s'oriente aussitôt vers la réalisation mécanique du *point de chaînette*, beaucoup plus facile à exécuter. Sa première machine, qui figure comme je viens de vous le dire à l'Exposition et constitue un

(3) Voir sa biographie détaillée, par M. M. MATAGRIN, dans le *Bulletin* de février 1931, p. 69-94.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des modèles les plus précieux du Musée du Conservatoire, fut réalisée dès 1828 et, en 1830, associé à un répétiteur de l'École des Mines de Saint-Étienne, Ferrand, il prenait son premier brevet.

Ce dernier, ayant quelques relations, entraîna Thimonnier à Paris où ils fondèrent une société pour l'exploitation de la nouvelle machine. Les prétentions des deux associés étaient assez modestes : 18 p. 100 sur les bénéfices à venir et Thimonnier était directeur général aux appointements annuels de 1.800 fr! Un atelier fut installé rue de Sèvres et, dès 1831, il occupait 80 ouvrières qui cousaient à la machine à la vitesse merveilleuse pour l'époque de 100 points à la minute. Les commandes ne faisaient pas défaut : c'était l'époque de la conquête de l'Algérie et les besoins des armées alimentaient largement le nouvel atelier de confection mécanique, le premier qui fût installé en France.

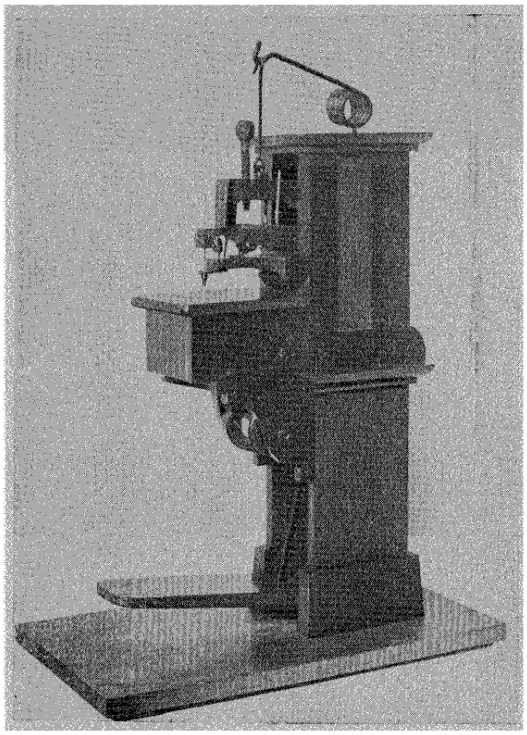


Fig. 8. — Première machine à coudre de Barthélemy Thimonnier.

Malheureusement, la classe ouvrière, déçue des résultats de la révolution de 1830, s'agitait; son cri était alors : « Le machinisme, voilà l'ennemi. » La confection mécanique était particulièrement attaquée et 200 ouvriers tailleurs essayèrent de prendre d'assaut, nouvelle Bastille, l'atelier de Thimonnier.

Ce dernier s'enfuit et, les menaces continuant de s'accumuler, se retira à Amplepuis en 1832. Après les bateliers de la Weser brisant la chaudière de Papin et retardant d'un siècle la navigation à vapeur, le soulèvement des tailleurs parisiens devait retarder de 20 ans l'essor de la machine à coudre.

Thimonnier profita de sa retraite pour perfectionner sa machine en vue de réaliser notamment l'arrêt périodique du point de chaînette qui, sans cela, présentait le grave inconvénient de se défiler facilement. Confiant en son invention, il revient à Paris pour tenter à nouveau la fortune; mais ses efforts sont vains et, en 1836, sans argent, il doit retourner chez lui à pied. On a souvent raconté ce calvaire de l'inventeur et l'image d'Épinal l'a popnlaré en moutrant le pauvre Thimonnier, cheminant, sa machine sur le dos, se créant des ressources en la montrant, comme une curiosité, dans les villages qu'il traversait.

Il s'associa par la suite avec un avocat de Villefranche en Beaujolais, Magnin, qui orienta Thimonnier vers la réalisation d'une machine plus précise et plus légère; il semble qu'à ce moment, les deux associés aient prévu l'immense avenir

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'avait, en dehors de l'atelier, dans la vie familiale, la machine à coudre.

Un nouveau brevet fut pris, presque aussitôt négocié en Angleterre où ce fut encore la machine de Thimonnier qui fonctionna la première industriellement. Mais toutes ces inventions n'enrichirent pas l'inventeur : il tomba même dans l'oubli peu après l'apparition des machines de l'Américain Elias HOWE, qui réalisait, en s'inspirant des travaux de Thimonnier, un nouveau point : le *point de navette*.

Lors de l'Exposition de Paris de 1855, où il n'exposait d'ailleurs pas, il eut la consolation morale de se voir reconnaître la paternité de son invention, puisque le rapporteur, étudiant les différentes machines à coudre, écrit que « manifestement, la machine de Thimonnier a servi de type à toutes les machines à coudre modernes ». C'était un peu de baume sur ses blessures morales. Il devait mourir, peu de temps après, en 1857, dans un état voisin du dénument complet puisqu'il subsistait en gagnant 7 à 8 sous par jour en dévidant du coton.

Le cœur se serre en pensant que cet inventeur de génie, à qui on doit tous les bienfaits (et ils sont nombreux) que la machine à coudre a apportés dans notre existence, a eu une telle fin alors qu'Elias Howe, qui n'a qu'interprété les principes inventés par Thimonnier, gagnait à la même époque 200.000 dollars par an.

Soie artificielle. — Je ne voudrais pas terminer mon exposé sur une note aussi triste et je vais maintenant, dans les dernières minutes qui me restent, vous entretenir de l'industrie de la soie artificielle.

L'idée de reproduire le fil de soie naturelle, secrété par les glandes du bombyx du mûrier, a été émise dès 1667 par le professeur anglais HOOKE et fut reprise en 1734 par le physicien RÉAUMUR ; mais les connaissances chimiques et mécaniques de l'époque n'étaient pas assez développées pour en permettre la réalisation pratique.

Après différents travaux de AUDEMARS, OZANAM et SWAN, notamment, effectués au cours du XIX^e^ siècle, mais qui n'aboutirent à aucun résultat appréciable, il appartenait à un Français, le comte Hilaire DE CHARDONNET, de réaliser d'une manière pratique la fabrication de la soie artificielle.

Ancien élève de l'École polytechnique, de Chardonnet se passionna pour les travaux de Pasteur sur les maladies des vers à soie et étudia dans tous ses détails le mécanisme de la formation de la soie. Il se convainquit, à la suite de ces travaux, de l'impossibilité d'effectuer une synthèse du fil naturel et établit ensuite que la nitro-cellulose pouvait donner un fil ayant l'aspect de la soie.

Après 6 années de recherches, en 1884, il présentait sa méthode à l'Académie des Sciences, dans un mémoire désormais célèbre. « Sur une matière textile artificielle ressemblant à la soie. »

Il sut, et c'est là une des caractéristiques de son génie, industrialiser sa découverte, et une fabrication régulière fut bientôt organisée.

A l'Exposition universelle de Paris de 1889, il exposa sa première *machine à filer* en fonctionnement et les premiers échantillons de tissus fabriqués avec la nouvelle soie artificielle de nitro-cellulose.

Il remporta un succès de curiosité sans précédent. Les esprits, heureusement pour l'inventeur, étaient beaucoup plus ouverts qu'un siècle auparavant et il n'eut pas à connaître les angoisses de presque tous les grands précurseurs dont je viens de vous parler. Le jury de l'Exposition disait, notamment, dans son rapport, au sujet de cette nouvelle matière : « On a lieu d'espérer que d'ici quelques années, la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« soie artificielle réduira l'énorme tribut de 150 à 200 millions de francs que « l'industrie française paie chaque année à l'Extrême-Orient pour l'achat de ses « matières premières », pressentant ainsi l'immense développement qu'allait prendre ce nouveau textile.

Dès 1890, une usine fonctionnait à Besançon sous le nom de soie artificielle de Chardonnet, et l'Exposition du Conservatoire est fière de pouvoir montrer au public, grâce à l'obligeance du Comptoir des Textiles artificiels, une des premières machines de filage de la soie artificielle.

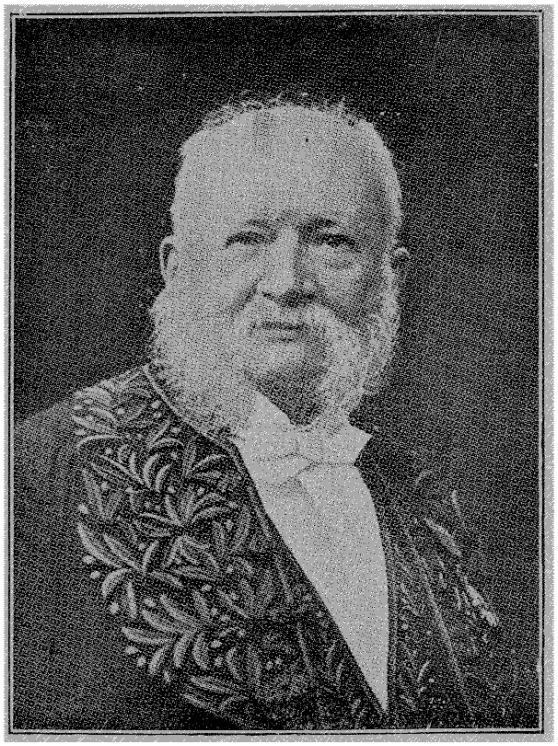


Fig. 9. — Hilaire de CHARDONNET, membre de l'Académie des Sciences, ingénieur, ancien élève de l'École polytechnique, né à Besançon le 1er mai 1839, mort a Paris le 11 mai 1924.

La jeune industrie prit rapidement un essor prodigieux; de nouveaux procédés, viscose, acétate de cellulose, soie cuproammoniacale, apparurent. Je n'insisterai pas sur ce sujet; une voix beaucoup plus autorisée que la mienne, celle de M. Quantin[4], s'élèvera ici même mercredi prochain pour vous entretenir de l'industrie de la soie artificielle.

Pour vous permettre toutefois de juger le développement de la soie artificielle, vous pourrez admirer à l'Exposition toutes les merveilles qu'elle permet de réaliser et je vous dirai seulement que la production, commencée en 1890, atteint actuellement 225 millions de kilogrammes par an pour le monde entier! Ce seul chiffre indique quelle voie féconde a ouverte le comte Hilaire de Chardonnet qui, comme créateur incontesté de la soie artificielle, est bien l'un de nos plus grands précurseurs.

Il me resterait bien des choses à vous dire, tant le domaine des industries textiles est vaste : l'histoire de la bonneterie et le rôle joué par Jean HINDRET, qui créa, avec l'appui de Louis XIV, en 1666, le *premier atelier de bonneterie* au Château de Madrid, au Bois de Boulogne; l'histoire d'OBERKAMPF, véritable précurseur de l'*impression des toiles de Jouy*, et bien d'autres encore.

Mais, je me suis volontairement limité, en raison du temps qui m'était accordé,

(4) Voir dans le *Bulletin* d'avril 1931, p. 239, *La soie artificielle, sa fabrication et ses applications*, par M. J. QUANTIN.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à quelques inventeurs marquants, cherchant à faire surtout ressortir la part immense tenue par le génie inventif français dans la création et le développement des industries textiles. Notre pays peut être à juste titre fier d'avoir donné naissance à tous ces inventeurs dont les travaux ont tant fait pour l'amélioration des conditions de vie de tous.

Qu'il me soit enfin permis de rappeler qu'au cours de mon exposé, je vous ai bien souvent parlé du Conservatoire des Arts et Métiers : c'est la preuve que cette maison a été intimement liée au développement industriel de notre pays et je crois qu'il est juste de lui attribuer une part de la reconnaissance que nous devons accorder à tous nos grands précurseurs.

*
* *

J'apprécie d'autant plus le grand honneur qui m'a permis de faire devant vous, aujourd'hui, cette conférence sur les grands précurseurs des industries textiles, que c'est dans cette maison qu'il m'a été donné, en suivant un enseignement du plus haut intérêt, de compléter ma propre formation technique.

J'en remercie bien vivement M. Nicolle, le si distingué directeur du Conservatoire national des Arts et Métiers, ainsi que mon maître, M. le Prof. James Dantzer.

Je remercie aussi très sincèrement les personnes qui ont bien voulu m'accorder le témoignage de sympathie de leur présence et notamment M. l'Intendant militaire Jarillot des Services techniques de l'Intendance, sans oublier M. Lévi, le si aimable bibliothécaire du Conservatoire, dont la science est immense et qui a mis, avec tant de bonne grâce, tous les trésors de sa documentation à ma disposition.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 16 DÉCEMBRE 1933

Présidence de M. ALBY, *président.*

La séance est ouverte à 17 h.

M. ALBY, *président,* rappelle que la réunion est une assemblée générale ordinaire, pendant laquelle il doit être procédé à l'élection des membres du Bureau pour l'année 1934 et à la ratification de la nomination, pendant l'année 1933, de nouveaux membres du Conseil d'administration. Le scrutin sera clos à 17 h. 30 m.

M. ALBY, *président.* — J'ai le très vif regret de vous annoncer la mort de M. RAPHAËL-GEORGES LÉVY, survenue le 8 décembre. Il était âgé de 80 ans. Notre collègue, qui était entré au Conseil en 1899, faisait partie du Comité de Commerce dont il resta membre jusqu'au moment où, en 1928, son mauvais état de santé l'obligea à renoncer à toute activité. En reconnaissance des services qu'il avait rendus à notre Société, elle l'avait nommé membre honoraire de son Conseil. Elle l'avait aussi porté à la vice-présidence de 1921 à 1923.

Né à Paris, en 1853, R.-G. Lévy avait fait de brillantes études au lycée Louis-le-Grand; en 1870, il remporta, au concours général, le prix d'honneur de discours latin et le prix de mathématiques. Après avoir fait son droit, il devint, en 1890, professeur à l'École des Sciences politiques où il fonda deux chaires, l'une de banque, l'autre de budgets comparés. Il collaborait alors à de nombreux périodiques : la *Revue des Deux Mondes*, l'*Économiste français* et le *Journal des Économistes*. Ses qualités d'écrivain et d'économiste lui ouvrirent, en 1913, les portes de l'Académie des Sciences morales et politiques, où il succéda à M. de Foville, et dont il devint le président en 1926.

Sa compétence lui avait valu d'être appelé à faire partie de la commission chargée de reviser la législation sur les sociétés, de celles du chômage et des banques coloniales.

Raphaël-Georges Lévy avait été président de la Société de Statistique de Paris et de la Société d'Économie politique, de la Commission de Surveillance de la Caisse nationale des Retraites, de l'École supérieure d'Enseignement financier, du Comité d'Encouragement aux Études commerciales en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

France; il avait été membre du Comité consultatif de l'Exploitation technique et commerciale des chemins de fer.

Il avait été élu membre de l'Académie royale de Belgique et de l'Accademia dei Lincei.

Élu sénateur de la Seine le 11 janvier 1920, R.-G. Lévy fit partie de la Commission des Finances et eut à intervenir à maintes reprises dans les débats en séance publique. Il a déposé une proposition de loi sur la refonte des monnaies d'argent et a été chargé de rapporter les budgets des régions libérées, les projets d'emprunt de la ville de Paris et de l'emprunt marocain.

R.-G. Lévy a écrit de nombreux ouvrages parmi lesquels il convient de citer : *Les conversions de rentes*, *Le péril financier*, *Du relèvement du marché financier français*, *Des mélanges financiers*, *Les tendances de la législation fiscale au dix-neuvième siècle*, *Le monopole de l'alcool*, *Banques d'émission et trésors publics*, *Un demi-siècle de civilisation française*, *La juste paix ou la vérité sur le traité de Versailles*, *L'initiation financière*, *Saine monnaie, saines finances*.

Administrateur de grandes affaires de banque, esprit vigoureux et réaliste, Raphaël-Georges Lévy a toujours défendu avec énergie les droits de l'activité privée contre l'emprise toujours plus menaçante et plus dangereuse de l'État.

Il était officier de la Légion d'honneur.

Nous adressons l'expression de notre sympathie émue aux enfants de notre regretté collègue.

M. Alby, *président*. — J'ai le plaisir de vous annoncer qu'en payant leur cotisation de membre pour l'année 1934, M. Quenelle nous a versé en plus 40 fr, soit 100 fr, et les Établissements Kuhlmann en plus 880 fr, soit 1.000 fr. Nous leur adressons nos très vifs remerciements. D'accord avec nous, ces généreux donateurs nous ont autorisés à verser les différences au compte de notre *Bulletin* qui reste, comme vous le savez, le poste des dépenses le plus chargé de notre budget.

M. Alby, *président*. — Je crois devoir vous dire quelques mots d'une vieille filiale de la Société d'Encouragement, la Société de Protection des Apprentis. Cette société, fondée par Jean-Baptiste Dumas, alors qu'il était président de la Société d'Encouragement, a son siège social dans notre hôtel depuis sa fondation, soit depuis plus d'un demi-siècle. Elle a toujours eu à sa tête des membres de notre Conseil. Son dernier président était notre regretté collègue Édouard Gruner.

La Société de Protection des Apprentis a tenu hier, ici même, son assem-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

blée générale. A l'ordre du jour figurait la nomination de son Bureau. Voici sa nouvelle composition : M. Maurice LACOIN, *président*; MM. PAULET, ROUX et SAUVAGE, *vice-présidents*; M. H. SERVONNET, *secrétaire général*; M. RIOUX, *secrétaire adjoint*; M. COLLEVILLE, *trésorier*; MM. LEMAIRE et MAMY, *censeurs*.

Vous voyez figurer dans ce Bureau les noms de plusieurs de nos collègues du Conseil de la Société d'Encouragement. La Société de Protection des Apprentis reste donc fidèle à ses traditions et continue à travailler en étroite collaboration avec nous.

Je crois devoir vous rappeler que, l'année dernière, cette Société a publié un *Guide de l'Apprenti* qui rend les plus grands services; on y trouve un répertoire, très méthodiquement classé, d'environ 800 œuvres de la région parisienne qui peuvent être utiles aux apprentis des deux sexes; ces œuvres ne s'occupent que de la vie de l'apprenti en dehors de l'atelier, puisque maintenant des dispositions législatives ont pourvu à sa formation professionnelle. Mais la loi n'a rien prévu en ce qui concerne le logement, la nourriture, la formation générale, physique, intellectuelle et morale des apprentis et des jeunes employés. Le *Guide de l'Apprenti* comble cette lacune.

La Société de Protection des Apprentis oriente donc son activité selon les besoins du moment et elle évolue de telle sorte qu'elle continue à protéger l'apprenti sinon contre les dangers de l'atelier, du moins contre les dangers du dehors.

La crise actuelle va très probablement fournir à la Société de Protection des Apprentis l'occasion d'orienter son activité dans une nouvelle direction. Le chômage a jeté hors des usines un grand nombre de jeunes gens et elle empêche que d'autres, plus jeunes, ne puissent y entrer. Il faut dire, à la louange de notre jeunesse ouvrière, que la plupart de ces jeunes gens ne veulent pas rester inactifs; les uns veulent apprendre un métier, d'autres se perfectionner dans le leur ou en apprendre un nouveau. Malheureusement, les ateliers d'apprentissage sont insuffisants en nombre; ils sont obligés de refuser des postulants. Plusieurs, peut-être les plus intéressants parce que dus à l'initiative privée, ne pouvaient vivre que grâce à des subventions de l'état, des communes ou des patrons; plusieurs d'entre eux, en raison des difficultés de l'heure présente, sont menacés de disparition. La Société de Protection des Apprentis étudie en ce moment les moyens les plus propres à leur assurer la vie pendant la période critique que nous traversons. Fort heureusement, elle a à sa tête des hommes capables et dévoués, d'une autorité reconnue, qui leur confère une grande influence.

Nous adressons nos très vives félicitations aux nouveaux membres du Bureau de la Société de Protection des Apprentis, et nous lui souhaitons de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

réussir dans la nouvelle tâche, très difficile mais fort utile, qu'elle se propose d'entreprendre.

MM. Ch. de Fréminville et G. Wery, *secrétaires généraux*, présentent et analysent des ouvrages entrés récemment dans la *Bibliothèque*.

M. de Fréminville présente les ouvrages suivants :

Structure du bilan, sa confection, sa présentation, ses pourcentages, ses rapports et ses rotations, par E. René Delaporte. Neuilly-sur-Seine (Seine), chez l'auteur, 130, avenue de Neuilly (Don de l'auteur);

La banque. Ses opérations, son organisation, son exploitation aux points de vue juridique, administratif et comptable, par René Delaporte. 5e édition. Neuilly-sur-Seine (Seine), Éditions « France Comptable », 130, avenue de Neuilly, 1927 (Don de l'auteur);

La comptabilité d'après des principes rationnels basés sur les mouvements des valeurs et leurs grandeurs arithmétiques, par René Delaporte. 2e édition. Paris, Syndicat des Employés du Commerce et de l'Industrie, 5, rue Cadet (9e), 1927 (Don de l'auteur);

La lecture du bilan à l'usage des actionnaires de Sociétés anonymes et des élèves des Écoles supérieures et pratiques de Commerce et d'Industrie, etc., par René Delaporte. 4e édition, revue et augmentée. Paris, Syndicat des Employés du Commerce et de l'Industrie, 5, rue Cadet (9e) (Don de l'auteur);

Notes et souvenirs, par Paul Janet. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands Augustins (6e), 1933;

Agendas Dunod 1934. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e) :

Automobile, par G. Lienhard, mis à jour par Georges Mohr. 22e éd.;

Bâtiment, par E. Aucamus, revisé par J. Couderc. 53e éd.;

Béton armé, par V. Forestier. 7e éd.;

Chemins de fer, par P. Place. 53e éd.;

Chimie, par Émile Javet. 53e éd.;

Commerce, par E. Rachinel. 20e éd.;

Constructions mécaniques, par J. Izart. 53e éd.;

Électricité, par L.-D. Fourcault. 53e éd.;

Métallurgie, par R. Cazaud. 50e éd.;

Mines, par F.-J. Dorion. 53e éd., refondue par Stalinski, suivie d'une annexe par Segaud;

Physique industrielle, par J. Izart. 14e éd.;

Ministère des Travaux publics. — Organisme d'Études du Chemin de fer transsaharien. — *Rapport d'études économiques pour l'Afrique du Nord*, pré-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

senté par le lieutenant-colonel GODEFROY et le professeur E.-F. GAUTIER, (dactylographié) (Don de M. Waton, membre de la Société);

Un précurseur des bateaux à vapeur : John Fitch (1743-1798). Communication présentée à la séance du 16 juin 1933 de l'Académie de Marine, par Paul AUGUSTIN-NORMAND. Paris, Société d'Éditions géographiques, maritimes et coloniales, 184, boulevard Saint-Germain (6e), 1933 (Don de l'auteur, membre de la Société);

Réorganisation du garage des Galeries Lafayette, par Paul PLANUS. Genève, Institut international d'Organisation scientifique du Travail, 2, boulevard du Théâtre, 1933;

Contre la vie chère. Les magasins à prix uniques, par Jean DE PIERREFEU.

M. WERY, présente les ouvrages suivants :

Manuel du conducteur de machines agricoles (B. Machines), par A. GOUGIS. 2e édition revue et mise au point par A. GOUGIS FILS. Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, 26, rue Jacob (6e);

L'organisation des relations extérieures scientifiques et techniques en France, par Albert RANC (ex *Chimie et Industrie*, vol. 30, n° 4, octobre 1933). Paris, Chimie et Industrie, 49, rue des Mathurins (8e).

M. Charles DUFRAISSE, professeur de chimie organique à l'École de Physique et de Chimie industrielle, fait une communication sur *l'autoxydation des hydrocarbures et quelques-uns de ses inconvénients : vieillissement du caoutchouc; choc dans les moteurs; gommage des carburants; altération des lubrifiants; dépôts dans les huiles de transformateurs, etc. Les améliorations apportées par les antioxygènes.*

L'oxydation d'un corps, simple ou composé, minéral ou organique, par de l'oxygène libre, c'est-à-dire à l'état moléculaire, qui se traduit par la formation d'un corps stable tel que CO^2 ou H^2O, n'est ni instantanée, ni simple : elle se fait en plusieurs temps : il y a formation de composés intermédiaires en nombre quelquefois très grand, qui sont tous des peroxydes plus ou moins oxygénés et doués d'une grande activité chimique car l'oxygène y est à un état voisin de l'état atomique avec des valences presque libres. Ces faits ont été reconnus expérimentalement depuis assez longtemps pour les hydrocarbures, notamment en 1882, par Perkin qui, malheureusement, n'en a pas reconnu la généralité, ni vu toutes les conséquences. Ces conséquences résultent des propriétés des peroxydes.

1° Les peroxydes d'autooxydation sont des corps instables, très oxydants, plus que l'oxygène libre, capables de se décomposer facilement en corps plus simples avec un dégagement d'énergie quelquefois considérable, ce qui leur donne le caractère d'explosifs;

2° Ils sont autooxydants et peuvent provoquer des combustions vives dont la vitesse croît de plus en plus, d'où certains incendies autrefois inexplicables;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

3° Ce sont des catalyseurs de polymérisation. La polymérisation qu'ils provoquent confère des propriétés nouvelles, souvent indésirables, au corps oxydé : sa couleur change (furfurol); il se trouble (acroléine); il s'épaissit, devient visqueux et même solide (huiles siccatives, styrolène : il suffit de 1 p. 100 de peroxyde pour solidifier le styrolène); s'il est mou et élastique, il peut devenir dur et cassant (caoutchouc); il peut se gommer (carburants). Ces modifications sont progressives : elles s'accélèrent avec le temps et avec une élévation de la température, avec celle de la pression si le corps oxydable est gazeux ou à l'état de vapeur.

On peut empêcher ces modifications très simplement : il suffit d'ajouter au corps oxydable une très petite quantité d'un des corps, appelés antioxygènes par Moureu, qui les a étudiés dès 1920. Les antioxygènes sont extrêmement nombreux; ils appartiennent à presque toutes les espèces chimiques. Ils ont fait, depuis leur découverte, l'objet de plus de 40 mémoires ou publications, de plus de 100.000 mesures et de 6.000 graphiques. Ils ont en commun trois propriétés.

1° Leur activité est considérable : il suffit de moins de 1 p. 100 d'hydroquinone pour empêcher complètement l'oxydation du styrolène et moins de 1 p. 10.000 pour empêcher celle de l'acroléine, qui est déjà notablement retardée à la concentration de 1×10^{-6};

2° Le phénomène est général : le même antioxygène peut agir sur un grand nombre de corps autooxydables et à tous les corps autooxydables correspondent souvent plusieurs antioxygènes très efficaces. Les antioxygènes qui agissent sur le plus grand nombre de corps, et les plus énergiques, se rencontrent parmi les phénols, les amines, les alcools, les aldéhydes; ce sont aussi, l'oxybromure de phosphore $POBr^3$, l'acide cyanhydrique, les halogènes, le soufre et leurs dérivés, les composés azotés et phosphorés. Il n'y a guère que les gaz rares qui ne soient pas des antioxygènes;

3° Les antioxygènes sont des catalyseurs. Bien entendu, ils agissent en présence d'oxygène libre; leur présence a simplement pour effet d'empêcher la formation des peroxydes d'autooxydation; ce sont des inhibiteurs.

Des antioxygènes existent naturellement en petites quantités dans presque tous les corps naturels sujets à l'autooxydation par simple exposition à l'air, sinon leur instabilité serait complète; tel est le cas du caoutchouc qui, quand il a été trop bien purifié et ne renferme plus que la gomme, perd très rapidement sa souplesse et son élasticité.

De nombreuses théories ont été proposées pour expliquer l'action des antioxygènes, mais aucune ne rend compte de toutes les particularités observées; la meilleure théorie est celle qui a été proposée par Moureu; elle explique cette action en se basant sur le fait que les peroxydes sont antagonistes, et que, lorsqu'ils sont en présence, ils se réduisent l'un l'autre en perdant leur oxygène en excédent. Tel est le cas pour le permanganate de potassium en solution sulfurique et l'eau oxygénée. Dans le mécanisme de la protection par les antioxygènes, il y aurait deux réactions intermédiaires par lesquelles il se formerait deux peroxydes instables, l'un provenant du corps à protéger, l'autre de l'antioxygène : ces deux peroxydes se détruiraient mutuellement en régénérant : le corps à protéger, l'antioxygène et de l'oxygène libre, d'où un état final identique à l'état initial.

Mais, selon les conditions expérimentales, l'une des réactions intermédiaires peut l'emporter sur l'autre, de sorte que le résultat obtenu avec un antioxygène

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

employé mal à propos peut être l'inverse de celui que l'on cherche : c'est une accélération de l'oxydation qu'on obtient au lieu d'une inhibition. C'est ce que l'expérience vérifie : ainsi l'oxybromure de phosphore qui stabilise l'aldéhyde benzoïque (il est bien alors antioxygène) favorise l'oxydation du styrolène, qui est 100 fois plus rapide qu'en son absence; il est alors prooxygène. Il suffit quelquefois de très peu de chose pour changer le sens de l'action; on peut donc, dans certains cas, avoir des mécomptes aussi bien que des réussites complètes; et chaque nouvelle application doit faire l'objet d'une étude particulière, souvent très minutieuse.

Applications. — Les antioxygènes rendent stables les hydrocarbures oléfiniques, les essences de craquage, le caoutchouc (hydrocarbure polyéthylénique), et même les hydrocarbures saturés à chaîne ouverte, ramifiée ou non. Leur autooxydation s'effectue très rapidement à une température assez basse, à 100°-150° et, comme l'a montré Perkin en 1928, elle s'accompagne de luminescence (lumière froide de Perkin), ce qui permet de se faire une idée du degré de leur autooxydabilité. Mais on la mesure plus exactement aujourd'hui par la méthode manométrique qui est basée sur la vitesse de disparition de l'oxygène libre à une température déterminée. Certains hydrocarbures, comme les aromatiques dérivés du benzène ou du naphtalène, ne s'oxydent pas à l'air, à température basse ou élevée et ne deviennent pas luminescents.

Le caoutchouc, à l'emploi, ne périt presque jamais par usure, mais bien par vieillissement, c'est-à-dire par autooxydation, ce qui le rend dur, cassant, friable et inutilisable. Pour empêcher ce vieillissement, il n'est pas toujours nécessaire d'introduire l'antioxygène dans la masse : si le caoutchouc n'est pas en couche trop épaisse, on peut opérer par diffusion en badigeonnant simplement une feuille de caoutchouc, par exemple, avec une solution à 1 p. 100 d'hydroquinone dans l'éther; on arrive à lui conserver sa souplesse et son élasticité pendant un si grand nombre d'années qu'il n'est pas encore déterminé.

Les produits extraits du pétrole brut présentent le phénomène du gommage, dû à leur autooxydation, par exemple en cours de stockage, ou celui du cognement dans les moteurs. C'était sans inconvénient quand ils ne servaient qu'à l'éclairage; s'ils sont employés comme carburants, leur autooxydation donne des produits détonants qui provoquent le cognement dans les moteurs, ou des gommes qui, difficilement combustibles, abaissent le rendement mécanique du moteur, s'évacuent difficilement, gênent le graissage et provoquent le calaminage du cylindre. Les antidétonants, tels que le plomb-éthyle, sont des antioxygènes; c'est pourquoi ils agissent à des doses infimes.

On doute encore que la cause du cognement soit la présence des peroxydes d'autooxydation, bien que le fait ait été reconnu par Moureu dès 1925, démontré dès 1927 par M. Dufraisse, et confirmé la même année, en Angleterre, par Callendar. L'odorat permet déjà très facilement de déceler leur présence, car ils ont tous une odeur piquante très forte, caractéristique de tous les peroxydes et perceptible à une très faible concentration dans l'air.

Par une expérience très simple, on peut d'ailleurs démontrer que les peroxydes se forment facilement et en abondance; l'expérience est tout à fait démonstrative avec le mélange d'air et de vapeur d'éther : ce mélange est sans action sur l'iodure

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de potassium à froid, mais il suffit de le chauffer à 100°-150° pour que ce sel soit oxydé et donne avec l'amidon la coloration caractéristique de l'iode.

E. L.

M. ALBY, *président*. — M. Dufraisse nous a entretenu ce soir d'un ensemble de questions qui sont intéressantes non seulement du point de vue de la chimie pure mais aussi du point de vue des applications que peuvent avoir les antioxygènes dans l'industrie et qu'ils ont déjà. Au nom de notre Société je remercie très vivement M. Dufraisse d'être venu ce soir nous donner la conférence promise malgré son mauvais état de santé. Tous ceux qui viennent de l'entendre souhaiteront comme moi qu'il nous donne un texte aussi développé qu'il le voudra sur les antioxygènes et leurs applications, notre intention étant de le publier dans notre *Bulletin*. Je le félicite chaleureusement des résultats qu'il a obtenus dans ses travaux de recherches sur cette question si importante et encore trop peu connue des antioxygènes, ainsi que ses collaborateurs, et notamment ceux qui l'ont aidé ce soir dans l'exécution des expériences si démonstratives qu'il a faites devant nous.

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

1° *Bureau pour 1934.*

Ont voté par correspondance		297	sociétaires
Ont voté à la séance		7	—
Total		304	sociétaires
Bulletins blancs ou nuls		3	
Reste		301	bulletins.
Ont obtenu :			
comme *président* :	M. Alby	300	voix
comme *vice-présidents* :	M. Lecornu	301	voix
	Dr Bordas	299	—
	M. Mangin	300	—
	M. Taillefer	300	—
	M. Lacoin	301	—
	M. Dumanois	1	—
	M. Mesny	1	—
comme *secrétaires généraux* :	M. de Fréminville	301	voix
	M. Wery	301	—
comme *trésorier* :	M. Matheron	301	voix
comme *censeurs* :	M. de Rousiers	301	voix
	M. Colmet Daâge	301	—

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En conséquence, le *quorum* statutaire de 100 membres votants étant atteint, sont déclarés élus membres du Bureau de la Société pour 1934 :

Président : M. ALBY; — *Vice-présidents* : MM. LECORNU, Dr BORDAS, MANGIN, TAILLEFER et LACOIN; — *Secrétaires généraux* : MM. DE FRÉMINVILLE et WERY; — *Trésorier* : M. MATHERON; — *Censeurs* : MM. DE ROUSIERS et COLMET DAAGE.

2° *Nouveaux membres du Conseil.*

Ont voté par correspondance		297	sociétaires
Ont voté à la séance		7	—
Total		304	sociétaires
Bulletins blancs ou nuls		7	—
Reste		297	bulletins.
Ont obtenu :	M. R. Mesny	297	voix
	M. Jean Fressinet	297	—
	M. Eugène Freyssinet	296	—
	M. R. Duchemin	296	—
	M. Lefranc	1	—

En conséquence, le *quorum* statutaire de 100 membres votants étant atteint, sont déclarés membres du Conseil d'administration :

M. MESNY (*Comité des Arts économiques*); MM. FRESSINET (Jean) et FREYSSINET (Eugène) (*Comité des Constructions et des Beaux-Arts*); M. DUCHEMIN (*Comité de Commerce*).

Ont signé, les scrutateurs : MM. DE FRÉMINVILLE et WERY.

La séance est levée à 18 h. 45 m.

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE EN NOVEMBRE-DÉCEMBRE 1933.

PAILLOT (A.). — **L'infection chez les insectes. Immunité et symbiose.** In-8 (25 × 16) de 535 p., 279 fig. Index bibliographique, p. 471-520. Trévoux (Ain), Imp. G. Patissier, 1933. (*Don de l'auteur.*) **18285**

L'Union internationale pour la Protection de la Propriété industrielle, 1883-1933. Sa fondation et son développement. Mémoire publié par le Bureau international pour la Protection de la Propriété industrielle à l'occasion du cinquantenaire de la création de l'Union. In-8 (24 × 19) de 162 p., XL planches. Berne, 1933. **18286**

BRÉCHEMIN (LOUIS). — **L'élevage moderne et l'industrie du lapin.** In-8 (20 × 13) de 195 p., 45 fig. Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, 26, rue Jacob (6e). **18287**

ANCEAU (M.). — **L'industrie du contreplaqué et ses applications.** In-12 (18 × 12) de 137 p., 74 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1933. (*Don de l'auteur.*) **18288**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ANCEAU (M.). — **Manuel de graissage.** (*Bibliothèque professionnelle.*) In-8 (16 × 10) de VIII + 336 p., 100 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1934. (*Don de l'auteur.*) **18289**

BUNET (PAUL). — **Courants de Foucault.** Résistance effective en courant variable. Effet Kelvin ou de peau. Conducteurs uniques rectilignes. Noyaux magnétiques. (Mises au point électrotechniques, publiées sous le patronage et avec la collaboration de la Société française des Electriciens. Directeurs : Paul BUNET et Jean FALLOU.) In-12 (19 × 12) de 180 p., 50 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1933. (*Don de l'auteur.*) **18290**

CAULLERY (MAURICE). — **La science française depuis le XVIII^e siècle.** (*Collection Armand Colin, Section de philosophie, n° 165.*) In-16 (17 × 11) de 215 p. Paris, Librairie Armand Colin, 103, boulevard Saint Michel (5^e), 1933. **18291**

LEMOINE (JULES) et BLANC (AUGUSTE). — **Traité de physique générale et expérimentale**, d'après le cours du Conservatoire national des Arts et Métiers. 3^e tome : *Electricité générale.* In-8 (25 × 17) de VI + 799 p., 591 fig. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, Léon Eyrolles, 3, rue Thénard (5^e), 1933. **18292**

Charles-Louis Fremont, 1855-1930, métallurgiste, illustre technicien, bienfaiteur de l'humanité, iconographe parisien. Sa vie et son œuvre. Bibliographie, biographie, souvenirs, hommages, commémoration du 4 mai 1933 à Montmartre, éloges et discours. In-4 (27 × 22) de 114 p., X planches. Rambouillet (Seine-et-Oise), Imp. P. Leroy, 1933. (*Don de Mlle Fremont.*) **18293**

CHAMBRE DE COMMERCE DE PARIS. — **Catalogue de la Bibliothèque.** 4^e supplément et Table générale des matières. In-4 (28 × 18) de XXII + 307 p. Paris, 27, avenue de Friedland (8^e), 1933. **18294**

Le chauffage et la réfrigération dans leur technique et leurs applications. Journées d'études organisées au Palais de la Foire internationale de Lyon les 13, 14 et 15 mars 1933. Compte rendu et communications. M. C. CHALUMEAU, commissaire général. In-4 (28 × 23) de 348 p., fig. Lyon, Éditions « Foire de Lyon », passage Ménestrier, 1933. (*Don de M. Chalumeau, membre de la Société.*) **18295**

DE FRANCE (HENRY). — **Le sourcier moderne.** Manuel de l'opérateur à la baguette et au pendule. Eaux. Minerais. Biologie. 4^e édition entièrement remaniée. In-12 (19 × 12) de 194 p., 14 fig., IV planches. Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, 1933. **18296**

DELAPORTE (E.-RENÉ). — **Structure du bilan, sa confection, sa présentation, ses pourcentages, ses rapports et ses rotations.** In-8 (25 × 16) de 81 p. Neuilly-sur-Seine (Seine), chez l'auteur, 130, avenue de Neuilly. (*Don de l'auteur.*) **18297**

DELAPORTE (RENÉ). — **La banque. Ses opérations, son organisation, son exploitation aux points de vue juridique, administratif et comptable.** 5^e édition. In-8 (26 × 17) de VIII + 347 p. Neuilly-sur-Seine (Seine), Édition « France Comptable », 130, avenue de Neuilly, 1927. (*Don de l'auteur.*) **18298**

DELAPORTE (RENÉ). — **La comptabilité d'après des principes rationnels basés sur les mouvements des valeurs et leurs grandeurs arithmétiques.** 2^e édition. In-8 (26 × 17) de 298 p. Paris, Syndicat des Employés du Commerce et de l'Industrie, 5, rue Cadet (9^e), 1927. (*Don de l'auteur.*) **18299**

DELAPORTE (RENÉ). — **La lecture du bilan à l'usage des actionnaires de sociétés anonymes et des élèves des écoles supérieures et pratiques de commerce et d'industrie, etc.** 4^e édition, revue et augmentée. In-4 (28 × 18) de 301 p. Paris, Syndicat des Employés du Commerce et de l'Industrie, 5, rue Cadet (9^e). (*Don de l'auteur.*) **18300**

JANET (PAUL). — **Notes et souvenirs.** In-8 (25 × 16) de 142 p., XX pl. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6^e), 1933. **18301**

Agendas Dunod 1934. 11 volumes in-18 (15 × 10). Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6^e), savoir :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Automobile, par G. LIENHARD, mis à jour par Georges MOHR. 22e éd., de XXIV + 547 p., 293 fig. **18302**

Bâtiment, par E. AUCAMUS, revisé par J. COUDERC. 53e éd., XXIV + 512 p., 67 fig. **18303**

Béton armé, par V. FORESTIER. 7e éd., de XVI + 365 p., 246 fig. **18304**

Chemins de fer, par P. PLACE. 53e éd., de XXVIII + 446 p., 63 fig. **18305**

Chimie, par ÉMILE JAVET. 53e éd., de XLIV + 405 p. **18306**

Commerce, par E. RACHINEL. 20e éd., de LX + 432 p. **18307**

Constructions mécaniques, par J. IZART. 53e éd., de XVI + 340 p., 136 fig. **18308**

Electricité, par L.-D. FOURCAULT. 53e éd., de XXIV + 408 p., 112 fig. **18309**

Métallurgie, par R. CAZAUD. 50e éd., de XX + 345 p., 54 fig. **18310**

Mines, par F.-J. DORION. 53e éd., refondue par STALINSKI, suivie d'une annexe par SEGAUD, de XX + 343 p., 145 fig. **18311**

Physique industrielle, par J. IZART. 14e éd., de XXVIII + 358 p., 120 fig. **13812**

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. — ORGANISME D'ÉTUDES DU CHEMIN DE FER TRANSSAHARIEN. — **Rapport d'études économiques pour l'Afrique du Nord,** présenté par le lieutenant-colonel GODEFROY et le professeur E.-F. GAUTIER. In-4 (31 × 21) de 222 p. (dactylographié). (*Don de M. Waton, membre de la Société.*) **18313**

GOUGIS (A.). — **Manuel du conducteur de machines agricoles (B. Machines).** 2e édition revue et mise au point par A. GOUGIS FILS. In-12 (18 × 12) de 246 p., 104 fig. Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, 26, rue Jacob (6e). **18314**

COMITÉ DE NORMALISATION DE LA MÉCANIQUE (FÉDÉRATION DE LA MÉCANIQUE), 92, rue de Courcelles, Paris (8e). — **Feuilles de normes** (novembre 1933). **CNM 4014** : *Barres d'alésage.* — **CNM 4015** : *Outils cylindriques clavetés et leurs clavettes.* — **CNM 4016** : *Bouterolles pour rivets à chaud. 1° Bouterolles demi-finies. Alésage des marteaux pneumatiques.* — **CNM 4017** : *Bouterolles pour rivets posés à chaud. 2° Empreintes pour rivets à tête ronde.* — **CNM 5003** : *Engrenages droits interchangeables de mécanique générale (Nombre de dents, largeur de denture, alésage)* — **CNM 5004** : *Chapes pour organes de manœuvre et mécanismes accessoires. Diamètres de 18 à 100 mm.* — **CNM 6016** : *Classification des appareils de tuyauterie industrielle.* — **CNM 6017** : *Représentation conventionnelle des appareils de tuyauterie industrielle. 1° Signes généraux.* — **CNM 6018** : *Représentation conventionnelle des appareils de tuyauterie industrielle. 2° Signes particuliers.* — **CNM 6019** : *Représentation conventionnelle des appareils de tuyauterie industrielle. 3° Signes additionnels.* **17836**

∴

GARNIER (HENRI), président de la Chambre de Commerce de Paris. — **Discours prononcé au banquet de la Confédération des Groupements commerciaux et industriels de France, le 17 octobre 1933.** In-8 (24 × 16) de 22 p. Paris, Librairie-Imprimerie réunies, 7, rue Saint-Benoît (6e). **Pièce 13814**

PORTEVIN (ALBERT). — **Les bases scientifiques de la soudure autogène.** Conférence faite à la Société des Ingénieurs soudeurs le 27 avril 1933, suivie d'un complément relatif aux *Modifications physico-chimiques et structurales accompagnant la soudure* (extrait d'une conférence sur « La soudure autogène et la métallographie » faite aux Journées de la Soudure autogène appliquée aux constructions navales, 15-16 mai 1931). In-8 (24 × 16) de 32 p., 3 fig. Paris, Institut de Soudure autogène, 32, boulevard de la Chapelle (18e). **Pièce 13815**

MIÈGE (EM.). — **Étude de la valeur semoulière des blés durs marocains.** In-8 (24 × 16) de 59 p., II pl. Rabat, Imp. franco-marocaine, 1933. **Pièce 13816**

MICHOTTE (FÉLICIEN). — **La crise mondiale, son étude, ses causes.** (Cahiers de l'Économie scientifique). 1er cahier : *Le pouvoir d'achat, ses lois, son rôle.* In-8 (24 × 16) de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

31 p. Paris, Publications de la Société d'Économie scientifique, 45, avenue Trudaine (9e), 1933. **Pièce 13817**

TOURNEUR (M.). — **Essais de locomotives Diesel électriques de manœuvres sur le réseau P.-L.-M.** (ex *Revue générale des Chemins de fer*, août 1933.) In-4 (30 × 22) de 15 p., 7 fig. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1933. **Pièce 13818**

ANCEAU (M.). — **La cémentation et le traitement thermique des petites pièces de mécanique.** (*Encyclopédie industrielle et commerciale.*) In-8 (22 × 14) de 31 p., 11 fig. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, Léon Eyrolles, 3, rue Thénard (5e), 1931. (*Don de l'auteur.*) **Pièce 13819**

ANCEAU (M.). — **La fabrication des meubles modernes en grande série.** (Organisation industrielle.) In-8 (24 × 16) de 75 p., 40 fig. Paris, « Travail du bois », 15, rue Bleue (9e), 1931. (*Don de l'auteur.*) **Pièce 13820**

FILHOL (M.-J.). — **Production mondiale du pétrole en 1932.** (ex *Annales de l'Office national des Combustibles liquides*, 1933, n° 5.) In-8 (22 × 14) p. 945-956. Paris, Imp. nationale, 1933. (*Don de l'auteur.*) **Pièce 13821**

AUGUSTIN-NORMAND (PAUL). — **Un précurseur des bateaux à vapeur : John Fitch** (1743-1798). Communication présentée à la séance du 16 juin 1933 de l'Académie de Marine. In-8 (25 × 17) de 34 p., 12 fig., 1 pl. Paris, Société d'Éditions géographiques, maritimes et coloniales, 184, boulevard Saint-Germain (6e), 1933. (*Don de l'auteur, membre de la Société.*) **Pièce 13822**

PLANUS (PAUL) — **Réorganisation du garage des Galeries Lafayette.** In-4 (30 × 21) de 28 p., 30 fig. Genève, Institut international d'Organisation scientifique du Travail, 2, boulevard du Théâtre, 1933. **Pièce 13823**

DE PIERREFEU (JEAN). — **Contre la vie chère. Les magasins à prix uniques.** In-8 (21 × 13) de 21 p., 1933 **Pièce 13824**

RANC (ALBERT). — **L'organisation des relations extérieures scientifiques et techniques en France.** (ex *Chimie et Industrie*, vol. 30, n° 4, octobre 1933.) In-4 (27 × 22) de 6 p. Paris, Chimie et Industrie, 49, rue des Mathurins (8e). **Pièce 13825**

***

INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE. (Ministère de l'Agriculture.) — **Annales.** Tome XXV (41e volume de la collection). Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e); Librairie agricole de la Maison rustique, 26, rue Jacob (6e), 1932. **Pér. 20**

ASSOCIATION DES ANCIENS ÉLÈVES DE L'ÉCOLE SPÉCIALE DE MÉCANIQUE ET D'ÉLECTRICITÉ. — **Annuaire pour 1933.** Paris, 161, rue de Sèvres (15e). **Pér. 92**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Circular n° 403** : *A discussion of some of the principles of acoustical insulation*, 12 p., 5 fig., (1933). **Pér. 61**

SMITHSONIAN MISCELLANEOUS COLLECTIONS (Washington). — **Smithsonian Physical Tables.** 8th revised edition. (Vol. 88, publ. 3171.) 1933. **Pér. 27**

Science et Industrie. N° 231 bis (hors série), édition 1933 : *Les ports maritimes français*, 248 p., fig. Paris, 29, rue de Berri (8e). **Pér. 111**

SOCIÉTÉ DE SECOURS DES AMIS DES SCIENCES. — **Annuaire de 1933.** *Compte rendu du soixante-seizième exercice et de la soixante-dixième séance publique annuelle, tenue le 13 juin 1933, à l'Institut Pasteur.* Paris, Gauthier-Villars, 1933. **Pér. 151**

COMITÉ DES TRAVAUX HISTORIQUES ET SCIENTIFIQUES (Ministère de l'Éducation nationale). — **Bulletin de la Section de Géographie.** Tome XLVII, année **1932.** Paris, Imp. nationale : E. Leroux, 28, rue Bonaparte (6e), 1932. **Pér. 21**

ASSOCIATION TECHNIQUE DE L'INDUSTRIE DU GAZ EN FRANCE. — **Compte rendu du 56e Congrès, Côte basque, 26-30 juin 1933.** Paris, 21, rue Blanche (9e). **Pér. 298**

UNION SYNDICALE DE L'INDUSTRIE DU GAZ EN FRANCE. — **Compte rendu du 56e Congrès. Côte basque, 26-30 juin 1933.** Paris, 21, rue Blanche (9e). **Pér. 298**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ASSOCIATION TECHNIQUE MARITIME ET AÉRONAUTIQUE. — **Bulletin**, n° **37**, session de 1933. Paris, Firmin-Didot et Cie, 56, rue Jacob (6e), 1933. **Pér. 480**

ASSOCIATION DES ANCIENS ÉLÈVES DE L'INSTITUT DE CHIMIE DE PARIS. — **Annuaire de 1933**. Paris, 11, rue Pierre Curie (5e). **Pér. 92**

Mémorial des Poudres, publié par les soins du SERVICE DES POUDRES, avec l'autorisation du Ministre de la Guerre. — Tome XXV (3e fascicule). Paris, Les Presses universitaires de France, 40, boulevard Saint-Michel (5e), 1933. **Pér. 223**

INSTITUT D'ÉGYPTE. — **Bulletin**. Tome XV (2e fascicule), session 1932-1933. Le Caire, 1933. **Pér. 32**

INSTITUT D'ÉGYPTE. — **Mémoires présentés**. Tome XXI : *Mission Robert Ph. Dollfus en Égypte (décembre 1927-mars 1929)*, VII + 279 p., fig., pl. Le Caire, 1933. **Pér. 32**

INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS. — **Proceedings**. Vol. **124**, 1933 (January-June). London, Storey's Gate, St. James's Park, S.W.1. **Pér. 111**

L'agent général, gérant,

E. LEMAIRE.

BRODARD ET TAUPIN, Coulommiers-Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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

LE CLIMAT TROPICAL, L'ACCLIMATEMENT [1]

par le médecin-colonel S. ABBATUCCI, *membre du Conseil de la Société d'Encouragement.*

LE CLIMAT TROPICAL, L'ACCLIMATEMENT.

Grâce à un confortable paquebot et aux conseils d'hygiène que vous avez reçus avant le départ, vous avez fait un beau voyage. Mais déjà, pendant que le navire naviguait sur la mer lointaine, vous avez senti que des phénomènes nouveaux se préparaient autour de vous. Vous n'avez plus respiré dans la même atmosphère, qui est devenue plus chaude, plus lourde, d'une humidité pesante et presque voluptueuse. Le mystérieux machiniste qui prépare ce changement de décor est le climat tropical.

C'est un personnage somptueux, vêtu de pourpre et d'or, drapé dans une écharpe tissée par la déesse Iris. Mais ne vous y fiez pas. Vous avez en face de vous un ennemi implacable, devant lequel vous devrez répandre les libations nécessaires si vous voulez le rendre favorable.

Pour mieux le saisir dans ses attaques bruyantes ou sournoises, dirigeons notre bateau vers les rivages de l'Afrique, pour nous arrêter à Libreville, capitale du Gabon, bâtie sur le méridien équatorial. Si nos voyageurs, partant de cette localité, s'avisaient de remonter le long du méridien de longitude jusqu'à la rencontre du Pôle Nord, ils constateraient que les téguments des divers échantillons de races qui s'offrent à leur curiosité subissent des changements de teinte et se dérobent progressivement aux regards sous des vêtements destinés à les protéger contre le froid. Le noir Gabonnais pâlit de plus en plus, pour suivre toute une gamme décroissante, allant du bronze Peuhl jusqu'à la blancheur blafarde de l'Esquimau, en passant par le café au lait de l'Arabe, les tons bruns des Méridionnaux français et le teint clair des hommes blonds qui vivent dans le Nord. En même temps, le simple lambeau d'étoffe, qui sert à peine à voiler le sexe équatorial, se complique de plus en plus pour se résoudre en enveloppes de fourrures épaisses et résistantes au voisinage du Pôle. En ce point, sous l'influence d'un froid rigoureux, toute trace de vie humaine disparaît. C'est le grand silence blanc, décrit par notre romancier ROUQUETTE, jeté comme un linceul sur de vastes étendues mornes et désertiques, recouvertes par des glaces éternelles.

(1) Conférence faite par l'auteur à l'École coloniale, sous les auspices de la Fédération française des Arts ménagers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Au fur et à mesure de son ascension, l'émigrant devra s'astreindre à s'organiser non seulement contre les facteurs climatiques qui s'attachent à ses pas, comme l'ombre suit le corps, mais encore contre les diverses maladies particulières aux milieux qu'il traverse.

L'expression de cette lutte constitue ce que l'on a convenu d'appeler *l'acclimatement*, et l'on conçoit que ce dernier sera d'autant plus facile à réalisé que l'étranger ira s'installer dans des contrées dont le climat se rapproche de celui de son pays d'origine. C'est ainsi, par exemple, que les Français et les Anglo-Saxons qui sont allés s'établir en Amérique du Nord ont pu non seulement s'y adapter, mais y créer une race dont les rejetons sont égaux en vigueur aux ascendants. Les terres américaines sont donc, pour l'Européen, des *terres de peuplement*.

Si, au contraire, nous jetons un coup d'œil sur les colonies françaises, dont la superficie est égale à celle de l'Europe, nous voyons qu'à part les îlots de Saint-Pierre et Miquelon[2], elles sont toutes comprises dans la zone équatoriale ou tropicale, milieux qui s'opposent absolument à ceux des pays tempérés, où il est reconnu que le blanc ne peut vivre qu'à titre d'hôte de passage, et sous la condition de s'astreindre à des règles hygiéniques particulières. Ces colonies ne peuvent être considérées par suite que comme des *terres d'exploitation*.

La notion d'acclimatement acquiert ici une importance capitale, car elle conditionne toute la colonisation. Elle comporte un programme sanitaire contre les menaces climatiques et les agents endémo-épidémiques, un arsenal industriel pour modifier le milieu, l'ajuster aux besoins de l'organisme européen, et un arsenal thérapeutique pour la stérilisation des porteurs de germes et le traitement des affections dont on n'a pu parvenir à empêcher l'éclosion. Il est inutile d'ajouter que le bénéfice de l'entreprise s'étendra aussi bien à la collectivité indigène, qui ne manque pas, de son côté, de payer le tribut le plus lourd à une hygiène défectueuse et à la maladie livrée à des traitements empiriques.

Après ces préliminaires, nous allons pénétrer d'un pas plus assuré dans les *régions intertropicales*. Elles sont représentées par ces grandes bandes de terre qui se déroulent de part et d'autre de l'équateur, devant les sources calorifiques les plus abondantes du foyer solaire, limitées au Nord et au Sud par deux grands cercles : les tropiques du Cancer et du Capricorne. Elles représentent plus du tiers de la surface terrestre, et comprennent une *zone tropicale* proprement dite, allant de 12° de latitude à 28°5 dans chaque hémisphère, et une zone équatoriale comprise entre 0° et 12° de latitude.

Lorsque, tout à l'heure, nous avons supposé un observateur cheminant le long du méridien vers les pôles, nous avons paru admettre que la chaleur diminuait au fur et à mesure de sa marche ascensionnelle. En réalité, il n'en est pas tout à fait ainsi et l'*équateur thermique* ne coïncide pas avec l'*équateur géographique*, par suite de diverses circonstances que nous indiquerons dans quelques instants.

Il arrive aussi que des points situés sur le même parallèle reçoivent des quantités de chaleur très inégales. Le physicien Humboldt a tracé sur la sphère des

(2) L'Algérie, la Tunisie et le Maroc, situés en dehors de la zone tropicale, ne sont pas à proprement parler des colonies, car la première dépend du Ministère de l'Intérieur, et les deux autres des Affaires étrangères.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lignes, dites *isothermes*, qui réunissent les points du globe où la température est la même. Une classification des climats a été basée sur les isothermes :

les *climats torrides*, compris entre l'équateur thermique et les isothermes de + 25° ;
les *climats chauds*, compris entre + 25° et + 15° ;
les *climats tempérés*, compris entre + 15° et + 5° ;
les *climats froids*, compris entre + 5° et — 5° ;
les *climats polaires*, compris entre — 5° et — 15° et au-dessous.

Or, c'est dans la zone torride que se trouve à peu près complètement inscrit notre domaine exotique.

Mais ce serait une erreur d'interpréter le climat tropical uniquement par son facteur thermique, et il convient d'apprécier non seulement la quantité de chaleur qu'il reçoit, mais aussi la *qualité* de cette chaleur. C'est ici que se place l'action d'un phénomène météorologique que les marins français appellent d'un nom pittoresque, le *pot au noir*, et les Anglais, *cloud ring*, ou anneau de nuages.

Le pot au noir est, en effet, un immense anneau de nuages qui entoure l'équateur et qui est fixé dans cette forme par la rencontre des vents alizés, dont l'origine est la suivante : lorsque l'air équatorial surchauffé s'élève à plusieurs kilomètres de hauteur dans l'atmosphère, il s'étale en deux nappes divergentes qui se dirigent vers les pôles. Ce mouvement de translation atmosphérique produit à son tour un appel d'air des régions froides vers l'équateur qui y donne naissance à des vents constants soufflant toujours dans la même direction : N.-E. pour l'hémisphère Nord, S.-E. pour l'hémisphère Sud. Ce sont les vents alizés.

Leur domaine géographique s'étend de 30° de latitude Nord au 30° de latitude Sud. Mais le vent alizé du S.-E. a une plus grande vitesse que le vent alizé du N.-E., car, passant par-desssus les vastes étendues liquides des océans Indien, Pacifique et Atlantique, il rencontre moins d'obstacles terriens sur la route. Étant à la fois plus frais, plus puissant, plus rapide que son congénère, il le bousculera, et l'interférence des deux vents constants, productrice des calmes équatoriaux et du cloud ring, ne se fera que vers le 5° de latitude N. C'est en ce point également que se placera l'équateur thermique.

Maintenant que nous avons entre les mains les définitions du pot au noir et des alizés, avec le secours de quelques notions d'astronomie, nous allons pouvoir surprendre tous les secrets de la climatologie tropicale.

On sait que le soleil, dans son mouvement apparent autour de la Terre, décrit deux fois par an une série de révolutions, suivant un grand cercle appelé écliptique, qui sont comprises entre le Tropique du Cancer (hémisphère Nord) et le Tropique du Capricorne (hémisphère Sud), limites des solstices d'été et des solstices d'hiver (*sol stare*, arrêt du soleil). Il passe donc deux fois par an au zénith [3] d'un même point. Ces époques seront très rapprochées pour les points dont la latitude est voisine de celles des tropiques, beaucoup plus espacées pour l'équateur. Enfin, au tropique même, il n'y aura qu'un seul passage au zénith. Or, le soleil, dans son voyage d'un hémisphère à l'autre, entraîne avec lui l'écran nuageux, le cloud ring,

(3) Le zénith est un point où la direction du fil à plomb percerait la sphère céleste au-dessus de la tête de l'observateur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

grand facteur des pluies tropicales, qui s'interpose entre lui et un point de la terre lorsqu'il est au zénith du point considéré. Il s'ensuit que, dans la zone équatoriale, il y aura deux saisons de pluies, et dans la zone tropicale, une seule saison de pluies.

Ces considérations météorologiques nous permettent maintenant de préciser les caractéristiques du milieu tropical :

1° *Chaleur excessive*, car les rayons du soleil, qui sont verticaux deux fois par an, ne sont jamais éloignés de la verticale et arrivent plus vite sur le crâne de l'émigrant. En Afrique occidentale, nous avons vu, en mai et juin, le thermomètre dépasser 45° et même atteindre 50° à Podor sur le Sénégal. On vit alors dans une atmosphère embrasée et déprimante, même la nuit, car les différences nycthémérales sont souvent très faibles, de quelques degrés à peine.

2° *Humidité excessive* au moment de la saison des pluies diluviennes, connue sous le nom d'*hivernage*, par opposition avec la *saison sèche* plus fraîche et plus salubre, pendant lequel l'organisme épuisé devient la proie facile de la maladie. L'état hygrométrique est si élevé que l'on vit dans une véritable étuve, à la recherche d'une fraîcheur introuvable, à moins de ventilateurs électriques.

En quelques jours, les meubles, les objets en cuir se couvrent de moisissures, contre lesquelles les boys s'acharnent par des frictions quotidiennes. Après plusieurs années, les cantines qui nous ont accompagné pendant nos séjours en Indochine gardent encore l'odeur de moisi des hivernages sino-annamites. Nous ne pensons pas avoir jamais connu de sensation d'étouffement analogue à celle que nous éprouvâmes un jour en visitant le jardin botanique de Singapour. Les ombrages étaient si touffus qu'aucun rayon de soleil ne parvenait à les traverser et, cependant, on se sentait en état d'asphyxie imminente.

3° *Intensité de la lumière solaire* plus grande.

4° *Brusques dépressions barométriques*, connues sous le nom de tornades en Afrique, de cyclones ou de typhons en Asie, d'une violence inconnue dans les pays tempérés et qui menacent même les maisons construites à l'européenne.

5° *Les variations du champ électrique* de l'atmosphère, ou gradient potentiel qui, d'après les récentes expériences du prof. Pech, exerce une si grande influence sur la nutrition des êtres vivants.

Tous ces facteurs météorologiques exercent de véritables agressions permanentes contre l'organisme de l'homme blanc, et le soumettent à de dures épreuves pour maintenir son équilibre fonctionnel.

Le métabolisme cellulaire est profondément troublé. Par suite de l'état hygrométrique élevé de l'atmosphère, des molécules d'eau viennent prendre la place des molécules d'oxygène, et il en résulte un déficit de 40 litres environ d'oxygène inspiré par 24 heures, une des causes de l'anémie climatique.

Aussi, la respiration devient plus rapide, et la tension vasculaire s'abaisse. Ce qui prédispose aux congestions viscérales.

Les fonctions digestives deviennent lentes et capricieuses, avec des symptômes d'hypochlorhydrie [4].

(4) Des expériences de M. Borchart ont montré que dans un climat tropical artificiel, présentant un état hygrométrique de 0,95 à 0,98, la quantité de suc gastrique chez le chien n'est que de 96 cm³ et l'acide libre de 82 cm³ alors que dans l'atmosphère normale la quantité de suc gastrique atteint 242 cm³ et le chiffre d'acide libre 141 cm³.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le foie et les reins, encombrés par les déchets toxiques, s'acheminent volontiers vers l'insuffisance.

Enfin, le système nerveux, le grand régulateur, surmené, exprime sa souffrance particulière par ces manifestations qui ont été décrites sous le nom de cafard, avec des qualificateurs variables suivant la colonie où elles ont pris naissance : *tonkinite*, *soudanite*, etc. C'est une sorte de misanthropie, de grincherie agressive, qui vous conduit parfois à des gestes impulsifs et violents.

Le cafard habite surtout les postes isolés de la brousse où l'on est obligé de vivre sans distractions, constamment replié sur soi-même. Peu de coloniaux peuvent y échapper. Pendant un séjour au Soudan, nous étions quatre officiers vivant en popote au poste de Dori, bâti sur une dune de sable; mais nous ne nous voyions guère qu'aux heures des repas. Lorsque le soleil tombait à l'horizon, chacun de nous montait à cheval et prenait une direction opposée à celle du voisin pour ne pas le rencontrer. Je me souviens qu'un soir, l'officier de spahis et l'officier d'artillerie se prirent de querelle sous le prétexte le plus futile et faillirent tirer leurs sabres. L'un deux prétendait que la selle d'un cavalier Peuhl, qui se profilait devant nous, penchait à droite, tandis que l'autre soutenait le contraire !

Vous devez encore avoir présent dans la mémoire le triste drame de la mission Voulet-Chanoine, qui se déroula dans le mystère de la brousse soudanaise, et coûta la vie au lieutenant-colonel Klob. J'avais connu Voulet en Afrique et nous avions vécu 15 jours ensemble à la même table au poste de Bandiagara. C'était un homme robuste, à l'aspect sage et pondéré, et rien ne pouvait faire prévoir à cette époque le geste tragique qu'il allait accomplir deux ans après. Mais, dans les pays chands, il faut toujours compter, ainsi que je l'ai dit, avec les rayons perpendiculaires du soleil qui vrillent le crâne de l'homme blanc. Jules LEMAITRE a écrit, à propos de la Carthage de FLAUBERT, que « partout où l'homme est en proie à un soleil trop fort, il semble qu'il devienne monstrueux. Les faibles se perdent dans des rêves bouddhiques, les forts n'ont plus d'entrailles ».

Par l'exagération de la respiration cutanée, l'individu s'efforce de lutter contre les hautes températures extérieures. On connaît le mécanisme de cette régulation : dès que la température du sang dépasse la normale, ce dernier produit une irritation du centre thermique qui, à son tour, par l'intermédiaire de fibres nerveuses, provoque à la fois une vaso-dilatation de la peau, ce qui augmente la transpiration et une suractivité pulmonaire qui soustrait au corps une partie de sa chaleur. La sécrétion sudorale, dans les pays chauds, a été évaluée au double de celle des pays tempérés, et occasionne souvent une éruption cutanée, sans gravité, qui donne des démangeaisons insupportables, *les bourbouilles*.

Mais si, pour une cause quelconque (fatigue, travail musculaire, excès alimentaires, vêtements trop serrés, etc.), l'équilibre thermique ne peut être réalisé, l'individu tombe foudroyé, sans connaissance, frappé par un *coup de chaleur*. Remarquons que le coup de chaleur peut se produire en dehors de l'action directe des rayons solaires, dans une chambre de chauffe par exemple. Il dépend uniquement, en effet, de l'intensité des rayons *calorifiques* du soleil, à laquelle s'ajoute généralement une cause occasionnelle analogue à celles que nous venons de signaler.

Au contraire, l'action solaire directe, par le moyen de ses rayons *chimiques*, peut se contenter de produire un simple érythème de la peau : le *coup de soleil*, le hâle

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

esthétique recherché par les baigneurs des plages à la mode pendant la saison estivale. Le hâle est d'ailleurs beaucoup plus difficile à obtenir sous les tropiques, par suite de la vapeur d'eau atmosphérique qui forme un véritable filtre et arrête les rayons ultra-violets producteurs de la vitamine D, par irradiation de l'ergostérine qui circule dans le sang.

Quelques esprits contemporains, enthousiasmés par la lutte victorieuse contre les maladies, ne semblent plus accorder au facteur climatique l'importance qui lui revient. A la suite des considérations que je viens de vous exposer, il vous semblera, comme à moi, que cette opinion ne peut être soutenue. Pour créer un processus morbide, un microbe ou un protozoaire ne sont pas toujours nécessaires et il suffit, par exemple, pour engendrer la maladie alcoolique de se livrer à l'abus de ces mauvais alcools comme ceux que l'on consommait dans l'Amérique sèche, et qui sont pourtant des liquides éminemment stériles. A notre avis, le poison climatique agit également à la manière d'un toxique, et voici ce qu'écrivait récemment dans le *Bruxelles médical* un médecin distingué, le Dr Bertrand, qui exerce à Vichy, où viennent aboutir un grand nombre de dyspeptiques et d'hépatiques coloniaux :

« Un climat chaud et humide, écrit-il, agit un peu comme un coup de chaleur chronique. Il épuise notre potentiel nerveux et voici d'autres conséquences qui vont en découler. Le système nerveux est le grand régulateur de nos fonctions. C'est lui qui règle nos sécrétions. Sous l'influence de la dépression nerveuse, il y aura un fléchissement général de notre activité. Nos sécrétions digestives seront déficientes. Elles deviendront insuffisantes à digérer nos aliments et notamment les matières albuminoïdes. Celles-ci, encombrant nos voies digestives de leur substance incomplètement transformée, deviennent la proie des microbes de la putréfaction. Les poisons fournis seront la source de troubles divers, d'abord intestinaux, puis hépatiques. Le foie qui recevra des aliments mal préparés, incomplètement transformés, et avec eux les produits toxiques nés de la putréfaction intestinale, s'irritera à la longue, et deviendra à son tour insuffisant à la tâche. D'où les conséquences : intoxication générale, vieillissement prématuré [5] ».

S'il fallait faire appel au témoignage de nos anciens, qui étaient d'excellents observateurs, nous n'avons qu'à ouvrir l'*Histoire médicale de l'armée française à Saint-Domingue en l'an X*, par Gilbert, le médecin en chef de cette armée :

« C'est ainsi, dit-il, qu'en arrivant dans les climats situés sous la zone torride, le médecin connaît d'avance l'état habituel de l'économie animale; il sait que les solides y tendent à la flaccidité, que le système musculaire s'y trouve dans un état de débilitation habituelle; que les organes de la digestion y sont frappés d'une énervation singulière; que les humeurs les moins animalisées y ont un caractère plus sensible de carbonisation; qu'en même temps, l'action d'une chaleur forte y rend la constitution très nerveuse, le tempérament très bilieux, l'âme très ardente, l'imagination très exaltée. Ces principes généraux doivent toujours être présents à l'esprit du médecin qui exerce sa profession dans les pays chauds. »

Malgré un langage un peu moliéresque, on voit que les observations de notre confrère de l'an X concordent assez bien avec celles que nous exprimons

(5) *Pourquoi nous vieillissons si vite dans les pays chauds* (*Bruxelles médical*, du 1er décembre 1929).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nous-mêmes en l'an 1933 sur les troubles digestifs, hépatiques et nerveux engendrés par le climat tropical.

L'acclimatement est donc l'ensemble des mesures que prescrit la technique sanitaire aux colonnies, pour essayer de réaliser sous les tropiques une vie physiologique normale. Notons que les actions hygiéniques, mécaniques, hydrauliques, agricoles jouent dans l'assainissement du milieu exotique un rôle aussi important que l'œuvre médicale proprement dite. Le mot acclimatement est un mot impropre, auquel on devrait substituer celui d'adaptation, car il tient plus encore à la flexibilité de notre industrie qu'à celle de notre organisme.

Mesdames, je ne voudrais pas cependant vous laisser sur une trop mauvaise impression tropicale. Le rayon de soleil implacable qui vous poursuit depuis que l'aurore, aux doigts de rose, entr'ouvre les portes de l'horizon, jusqu'à l'heure où Morphée répand les ombres de la nuit, était surtout dangereux pour nos anciens qui, aux époques des explorations et de la conquête, étaient obligés de l'accueillir sans pouvoir prendre contre lui les mesures de protection nécessaires.

Mais cette aventure aujourd'hui est très rare, et vous trouverez aux colonies des milieux déjà préparés à vous recevoir, transformés par nos contacts et où la vie européenne circule à l'instar de la métropole. Si Mgr Pigneau de Behaine, le vénérable évêque d'Adran, pouvait revoir aujourd'hui l'Indochine, dont il a amorcé la conquête il y a 140 ans et où il est mort, il n'aurait plus devant ses yeux de misérables paillotes habitées par une pauvre population de pêcheurs ravagés par les incursions des pirates, mais de grands ports bien outillés et des villes florissantes, aux rues larges, bordées de belles maisons et sillonnées par tous les moyens de locomotion de l'urbanisme [6].

Il y a encore une autre manière de corriger les effets nocifs du climat tropical. C'est :

1° De ne point faire de trop longs séjours outre-mer. Il serait sage de revenir tous les deux ans se retremper dans la métropole. Dans les pays où existe une saison fraîche, on pourrait adopter sans inconvénient la formule de trois hivers et de deux étés, ce qui porterait le séjour à deux ans et demi. En tout cas, même dans les régions les plus favorisées, une absence de trois années nous apparaît comme un maximum. En prolongeant davantage, on risque en effet une anémie coloniale plus difficile à réparer et aussi de plus grands embarras pour une réadaptation métropolitaine. Au début de ma carrière coloniale, après un séjour de trois années au Soudan, accompli dans des conditions pénibles et aventureuses, j'étais en état de bonne santé apparente en débarquant à Bordeaux. Mais mon psychisme était complètement transformé. La vie de la métropole me paraissait étriquée et sans horizon, et je ne rêvais qu'au nouveau départ, lorsque, quelque mois après, un ictère, dû à des troubles hépatiques, vint me rappeler au sens des réalités organiques, en me clouant sur un lit d'hôpital pendant un mois;

2° De rechercher, dans les milieux tropicaux eux-mêmes, des stations d'altitude ou maritimes, capables de réaliser des effets climatiques se rapprochant de ceux des pays tempérés et où l'homme blanc puisse se réfugier pendant les mois de l'hivernage.

(6) Voir *Le parfum de la longue route*, par S. ABBATUCCI, Fournier, édit., Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cette recherche a été entreprise et a donné des résultats remarquables.

Sans parler de nos vieilles colonies comme La Guadeloupe et La Réunion, où se trouvent des altitudes propices pour l'installation de sanatoria exploités depuis longtemps, on a reconnu à Madagascar le plateau d'Antsirabé, à 1.500 m d'altitude, qui jouit d'un climat salubre et tempéré, avec une température moyenne de 17°. Les gelées y sont fréquentes en juillet et août. La station est bien aménagée et possède, en outre, des eaux thermales radio-actives étudiées par MM. Moureu et Le Pape, et dont l'action thérapeutique est un peu comparable à celle de Vichy. C'est ainsi que les appellent d'ailleurs les Malgaches : Rana-Vichy.

Mais c'est en Indochine surtout que la prospection climatique a donné les meilleurs résultats. Tous les pays de l'Union ont dans leur voisinage des stations, dont un grand nombre sont pourvues d'excellents hôtels qui peuvent rivaliser avec ceux de Font-Romeu et de Superbagnères [7].

Au Cambodge, le Bokkor (en cambodgien bosse de zébu), plateau ensellé à 1.080 m d'altitude qui s'avance comme la proue d'un navire au milieu d'une vaste plaine, bordée par la côte d'opale, en plein golfe de Siam.

En Annam, les stations de Dalat (1.475 m d'altitude) dans le massif du Lang-Biang exploré par le Dr Yersin, et Banat à 1.467 m sur la chaîne Annamitique, à 5 km à vol d'oiseau de la baie de Tourane.

Au Tonkin, Chapa, dans la haute région, à 1.500 m d'altitude, dans une contrée boisée pittoresque, où poussent les chênes, les châtaigniers et les fruits de France.

Au Laos, le plateau de Tranninh entre 1.000 et 1.500 m, favorable aux Européens arrivés depuis peu de temps dans la colonie.

Toutes ces stations ont un service médical.

Ce système climatique est complété par des stations maritimes, qui sont plus faciles à atteindre et où l'été est moins pénible à supporter grâce à la brise de mer, parmi lesquelles nous citerons les plages à la mode du Cap-Saint-Jacques pour la Cochinchine, Do-Son pour le Tonkin, à 22 km d'Haïphong, et même le « petit trou pas cher » de Samson, en Annam, qui est abordable aux bourses les plus modestes.

Mais la meilleure manière de lutter contre le climat, n'est-ce pas encore de lui opposer celui que toute femme française transporte avec elle, même dans ses lointaines pérégrinations et qui a fait le titre d'un beau livre d'André Maurois? C'est lui qui réalise partout la douceur de vivre grâce aux objets charmants dont vous savez peupler le foyer domestique.

Le *climat psychologique* d'André Maurois est un climat métropolitain saturé par des excès de civilisation, un peu faisandé si j'ose dire, et combien je leur préfère le climat colonial que vous ont décrit deux expertes conférencières, Mesdames Chivas Baron et Quérillac, où circule, encouragée par les arts ménagers, la tendresse du dévouement conjugal.

Mesdames, s'il vous arrive un jour d'aller cueillir les fleurs merveilleuses écloses sur les rivages du Pacifique et de l'Atlantique, tentez l'aventure avec vaillance. Malgré l'hostilité des milieux, le succès récompensera vos efforts, si vous avez su

(7) Voir sur cette question : *Le bréviaire thermal des coloniaux*, par Abbatucci et Matignon. Maloine, édit., et *Les stations climatiques en Indochine*, par S. Abbatucci. (*Revue d'Outre-Mer*, 1930, 3e trimestre, Larose, édit.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

emporter à la semelle de vos escarpins un peu de terre du sol natal et dans votre cœur le souvenir des dieux lares qui veillent sur les destinées de la famille française.

Ainsi firent autrefois quelques-unes de vos aînées, comme sœur Élise Brière, qui reçut la croix de la Légion d'honneur pour le motif : « Quarante-six ans de colonie. Soigne depuis trente-cinq ans les lépreux de La Désirade », et la vénérable mère Javouhet, l'apôtre de la colonisation guyanaise, sur la tombe de laquelle ses amis noirs gravèrent cette inscription :

ANNE-MARIE JAVOUHET (1779-1851).
Elle fut, de Mana, la fondatrice et la mère.

Vos sœurs contemporaines continuent la tradition, et l'une d'elles, la marquise de la Souchère, faisait émerger naguère de la brousse cochinchinoise toute une plantation de caoutchouc de 2.000 ha, avec son village, son infirmerie, sa chapelle, sa pagode, etc., ce qui valut à cette fée bienfaisante le nom de « princesse de l'Hévéa ».

COMMENT ABORDER LE CLIMAT TROPICAL ? L'HABITATION COLONIALE. LE MODE RATIONNEL D'EXISTENCE AUX COLONIES.

Je vous ai présenté le climat tropical. Une femme prévenue en vaut deux, et il vous sera maintenant plus facile de vous préserver de ses atteintes.

Je vais essayer de vous montrer aujourd'hui de quelle manière il convient de l'aborder, comment il faut construire sa maison et disposer le train de sa vie journalière.

En premier lieu la question d'âge. On ne doit partir aux colonies que lorsque l'organisme n'a plus à faire les frais de sa croissance, c'est-à-dire qu'après 21 ans révolus. C'est la règle qui est suivie pour ceux qui sont appelés à servir dans l'armée coloniale.

Il faut ensuite que cet organisme soit sain, robuste et bien constitué, sans tares physiques ou psychiques apparentes. Les conditions d'aptitude exigées par le Service de Santé au Ministère des Colonies sont, en effet, celles du service armé. Dans les pays chauds, les lésions anciennes qui, dans la métropole, demeuraient en sommeil, se réveillent parfois avec une telle violence qu'elles nécessitent un rapatriement rapide, avec interdiction de retour dans le pays où elles se sont manifestées, pour le plus grand dommage du malade et aussi de l'état et des compagnies qui sont obligées de subvenir aux frais onéreux et sans objet d'un voyage d'aller et retour.

En un mot, il ne faut exporter aux colonies que des élites physiques et nous ajouterions volontiers, pour notre part, morales et intellectuelles. On ne doit pas oublier que nous nous heurtons là-bas à la loi du nombre et que l'homme blanc, accidenté climatique, doit être égal à des milliers d'indigènes. Pour résoudre ce problème d'apparence insoluble, que nous avons appelé « équation tropicale », il est de toute nécessité de maintenir notre prestige. Cette suprématie politique, créée par les forces de la conquête et les manifestations de notre activité bienfaisante, doit être précieusement sauvegardée.

Nos distinguées conférencières vous ont donné à ce sujet des conseils fort judicieux, dictés par leur longue expérience, et M. HARDY, l'éminent directeur de cette

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

école, qui nous offre une si généreuse hospitalité, les commentera à son tour dans la dernière causerie, qui clôturera le cycle de l'enseignement colonial des arts ménagers et qui porte le titre suggestif « La femme et la politique indigène ».

Il faut aussi s'efforcer de faire coïncider le départ de France avec l'arrivée dans la colonie pendant la bonne saison.

Mais revenons à notre voyageuse. On vous a déjà décrit les précautions de la traversée qui devront se continuer durant tout le séjour dans la colonie. Du point de vue strictement médical, nous ajouterons que le vêtement doit être de préférence de couleur blanche, qui est celle qui absorbe le moins les rayons solaires, et non serré, de manière à laisser autour du corps la libre circulation de l'air. Pas de corset qui emprisonne votre transpiration et gêne vos mouvements respiratoires, mais la ceinture idéale préconisée par Mme Quérillac. Des chaussures en toile, à talons plats, pour vos courses quotidiennes en ville, et des brodequins hauts pour les randonnées dans la brousse; une ceinture de flanelle la nuit pour éviter les refroidissements; des verres de conserve pour abriter vos yeux contre l'intensité de la lumière solaire, et enfin le casque.

J'ai réservé le casque pour la fin de mon énumération, car il mérite une attention particulière. C'est une coiffure d'une esthétique relative, un peu incommode et obsédante, car on est obligé de la porter depuis le lever du soleil jusqu'à son coucher, mais à laquelle vous serez obligées aussi de sacrifier, surtout depuis la mode des cheveux courts. Elle consiste essentiellement en une calotte de liège retombant sur la nuque et recouverte de toile blanche, munie à son sommet d'un bouton ventilateur, imperméable aux rayons solaires, et d'un tour de tête double, de manière à laisser pénétrer l'air à l'intérieur. Grâce à cette ventilation interne et permanente, le casque réalise un excellent moyen de protection contre la canicule. On peut en avoir la preuve en plaçant un thermomètre sous un casque et une coiffure ordinaire exposés au soleil : la différence des températures constatées sera toujours de plusieurs degrés au bénéfice du premier.

Vous voilà immunisées ou plutôt prémunies contre les intempéries extérieures. Le moment est venu de vous mettre à l'abri et de retrouver le home familial, qui doit à la fois satisfaire aux exigences de l'exotisme et vous rappeler celui que vous avez laissé derrière vous.

Il est probable, à l'heure contemporaine, que vous vous trouverez, à votre arrivée, devant des villes organisées où, pour avoir un logement, il vous suffira de recourir aux renseignements des résidents européens qui font là-bas office d'agence de location. Mais il pourrait se faire que les circonstances vous conduisent dans la brousse et que vous soyez appelées à diriger vous-mêmes la construction de votre maison. Dans ce cas, voici les conseils qui peuvent être suivis :

Recherche de l'emplacement. — On choisira de préférence un plateau bien aéré, dont la pente facilite l'asséchement du sol, à condition qu'il ne se trouve dans le voisinage de marais ou exposé aux vents qui les traversent, en entraînant des moustiques, comme les anophèles, qui sont les agents vecteurs du paludisme.

On a avantage, à ce point de vue, à se renseigner auprès des habitants du pays, instruits par leurs observations personnelles. Nous en connaissons un exemple typique, recueilli en Syrie. A l'occasion de l'expédition anglaise contre les Turcs,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pendant la guerre de 1914, le commandant de la force expéditionnaire de Beyrouth voulait choisir comme cantonnement des troupes des mamelons élevés et pierreux, dominant la ville vers l'Est au-dessus de la rivière le Nahr-Beyrouth. Un de leurs nationaux, résidant en Syrie depuis de longues années, essaya, mais en vain, de l'en dissuader, en lui conseillant, au contraire, de vastes terrains sablonneux et désertiques, à l'Ouest, au bord de la mer. Les événements lui donnèrent raison. Dès le début de l'été, les contingents britanniques, assaillis par des moustiques venant des flaques d'eau inférieures accumulées dans les dépressions de la rivière, et décimés par la malaria, durent se résigner à transporter leurs cantonnements dans la région que l'expérience avait démontrée la plus salubre.

Un autre principe, que l'on pourrait qualifier d'ethnique, doit également guider dans le choix de l'emplacement : séparer la vie de la population européenne de celle de la population autochtone. Notre industrie ne peut se mouvoir à l'aise dans des localités qui ne sont point préparées à la recevoir et que notre hygiène ne peut modifier qu'à la longue. Pour réaliser son adaptation, l'Européen ne peut pas attendre et doit trouver, à son arrivée, l'habitation lui offrant le confortable tropical. C'est le meilleur moyen de préserver les agglomérations européennes des endémo-épidémies locales, le meilleur champ d'expérience du ruralisme et de l'urbanisme.

On est même conduit dans certains cas à rechercher cette séparation chez les indigènes eux-mêmes, par l'établissement de villages de ségrégation, qui isolent les parties saines de la population, les porteurs de germes de l'affection transmissible : trypanosomés, lépreux.

Ce principe permet en même temps d'observer, vis-à-vis des races que nous sommes parvenus peu à peu à associer à la vie économique française, la dignité politique dont je viens de vous entretenir.

Puisqu'il nous est défendu, dans les pays chauds, de nous livrer à des travaux manuels et d'y vivre comme l'aborigène, il faut apparaître, aux yeux des peuples de la plus grande France, comme des conseillers techniques capables d'assurer le succès des entreprises franco-coloniales. Le résultat paraîtra sans doute assez inattendu, qu'en cheminant sur les voies de l'urbanisme nous soyons arrivés à découvrir que les conclusions de l'enquête hygiénique doivent ici se confondre avec celles de l'observation psycho-ethnique.

Sol. — Il doit être perméable. On écartera les terres argileuses ou siliceuses; on recherchera les calcaires compacts, déclives qui laissent écouler les eaux sans contaminer la nappe souterraine.

Le sol sablonneux a l'inconvénient d'absorber la chaleur solaire, mais il présente l'avantage d'assurer la filtration des eaux météoriques et d'exercer une heureuse influence sur la vitalité de certains microbes, comme celui de la peste, qui ne résistent pas à une température élevée.

Exposition. — Cette question a été discutée, les uns accordant une influence prépondérante à la marche du soleil, les autres à la direction des vents alizés. Il est certain que la ventilation naturelle est fort recherchée par le colonial et il nous est arrivé, pendant des nuits d'insomnie, de promener notre lit dans la chambre, à la recherche des plus légers souffles de la brise. Le mieux est d'orienter la maison de façon à ce que les plus grandes façades soient le moins exposées aux ardeurs

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

solaires, c'est-à-dire Est-Ouest, tout en l'inclinant un peu de manière à lui ménager le bénéfice du vent régnant. En multipliant d'ailleurs les ouvertures (portes-fenêtres), on peut arriver à capter la brise, même si l'orientation n'est pas parfaite.

Matériaux de construction. — Ils seront en pierre légère, perméables à l'air, de faible conductibilité thermique. Les fondations, par des dispositifs divers (plancher en ciment hydraulique, drainage), seront mises à l'abri des infiltrations souterraines. Les eaux pluviales seront captées dans une canalisation ou dans des récipients recouverts, de manière à ce que les moustiques, anophèles et stégomyas, agents du paludisme et de la fièvre jaune, ne puissent venir y pondre leurs œufs.

Évacuation des matières usées. — Les immondices liquides ou en suspension dans les liquides présentent de graves dangers, surtout dans les pays chauds, soit par les microbes pathogènes qu'ils renferment (vibrion du choléra, bacille de la fièvre typhoïde), soit par leurs gaz fétides, issus de la putréfaction. C'est une des principales causes de l'infection du sol et de la nappe d'eau souterraine.

Si vous êtes dans une ville, vous bénéficierez du système d'évacuation collectif adopté pour l'agglomération. Si vous vivez à l'état isolé, vous pourrez recueillir les matières usées dans une fosse fixe, convenablement située pour vous mettre à l'abri de ses émanations et que vous vidangerez très fréquemment, ou dans des tinettes mobiles que vos coolies videront chaque matin dans la campagne ou dans la mer, loin de l'habitation. Les tinettes devront être munies d'un couvercle hermétique, afin d'éviter la projection au dehors des résidus humains et ménagers qu'elles renferment.

Ces principes généraux étant admis, quel est le type d'*architecture* que nous allons choisir?

Si l'on est féru des arts indigènes, on peut chercher à bâtir la maison européenne dans le style de la colonie où l'on réside, et on peut ainsi s'adresser au style malgache, indochinois, africain, etc., mais sans jamais sacrifier à l'esthétique le confortable et l'hygiène des pays chauds.

La maison anglaise, connue sous le nom de bungalow, à un étage, et qui est répandue à des milliers d'exemplaires dans le domaine exotique, nous paraît répondre à tous les desiderata tropicaux.

Réduite à ses expressions les plus simples et les moins coûteuses, elle comprendra : au rez-de-chaussée, deux grandes pièces, un salon-bureau et une salle à manger, et à l'étage, deux chambres à coucher auxquelles on accède par un escalier intérieur. Elle sera entourée, au moins sur trois de ses façades, Est, Sud et Ouest, par une véranda de 2 m de largeur que l'on pourra munir de stores mobiles pour l'abriter du soleil aux heures les plus chaudes de la journée.

Entre le toit et le plafond, on ménagera une hauteur suffisante pour admettre une circulation d'air convenable, protégeant l'appartement contre le rayonnement thermique. De nombreuses portes-fenêtres, doublées de persiennes, donnant sur la véranda, la mettront largement en contact avec l'extérieur, car aux approches de la nuit, l'homme blanc qui, pendant la canicule, s'était calfeutré dans son habitation comme un fauve dans sa tanière, cherche, au contraire, à s'extérioriser le plus possible dans la fraîcheur nocturne relative.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Sur la véranda du rez-de-chaussée, du côté de la salle à manger, on pourra aménager une pièce servant de lingerie, en communication par un passage couvert de quelques mètres avec la cuisine et sur celle de l'étage; aux extrémités Est, deux autres pièces destinées à la salle de bains et aux cabinets d'aisance avec chasse d'eau ou, si cela est impossible, avec chasse de terre automatique, comme les « earth closets » en usage dans certaines colonies anglaises.

Il y a avantage à séparer les communs de l'habitation principale; c'est pour cela que nous avons indiqué un passage couvert conduisant à la cuisine, à laquelle on adjoindra deux ou trois compartiments en enfilade servant de débarras, d'écurie ou de remise pour auto et de chambre pour les boys, bien qu'ils aient l'habitude d'aller coucher le soir dans la ville indigène.

Pour protéger la maison contre les moustiques, qui, par leurs piqûres désagréables, sont à la fois des agents d'insomnie et transmetteurs de maladies, on a imaginé de munir les portes et fenêtres de grillages métalliques. C'est une précaution excellente à condition de s'assurer que les grillages ne présentent jamais de fissures et que le va-et-vient des domestiques ne favorise pas leur introduction. Aussi, les entrées seront-elles munies d'une double porte formant tambour, s'ouvrant sur l'extérieur, de manière à ce que l'insecte, prisonnier dans cette sorte de salle d'attente, soit refoulé et non introduit par le courant d'air.

Il faut avouer que ces conditions sont difficiles à réaliser dans la pratique, car elles sont soumises aux lois de la négligence.

Les obturations grillagées ont aussi l'inconvénient d'arrêter les souffles de la brise, et, tout compte fait, personnellement, nous leur préférons la moustiquaire.

Un autre ennemi de l'habitation est le termite, ou fourmi blanche envahisseuse, qui s'attaque sournoisement à tous les bois de construction et à tous les objets susceptibles de renfermer de la matière ligneuse. C'est pour cela aussi que, dans vos randonnées de la brousse, il faudra isoler du sol vos cantines en posant sur des pierres, ou encore, sur des bouteilles vides renversées, le goulot fiché en terre, si vous ne voulez pas les retrouver le lendemain engaînées dans une armature de terre rougeâtre, vestiges de ses parois digérées par les termites. C'est pour cela que l'habitation doit être toujours surélevée sur un soubassement pierreux indigestible. Si, malgré tout, quelques fourmis blanches ont réussi à violer votre domicile, il faut s'empresser de les ébouillanter, en arrosant ensuite de pétrole dont l'odeur leur est funeste.

Je serai assez bref sur l'*ameublement*. En général, les ressources de la localité vous permettront de vous procurer des meubles légers fabriqués par des menuisiers indigènes ou des rotins qui épousent toutes les formes du mobilier.

Si vous avez l'électricité à votre disposition, le problème de l'éclairage et de la ventilation artificielle sera facilement résolu. Dans le cas contraire, utilisez les lampes à pétrole, dites lampes-tempête, qui ne s'éteignent pas sous le vent, et le photophore qui est une sorte de bougeoir, muni d'un globe de verre et à l'intérieur duquel se trouve un ressort qui fait monter la bougie à mesure qu'elle fond. Ayez des réflecteurs appliqués contre le mur de votre salle à manger, car pendant les repas la lumière attire des myriades d'insectes qui tombent dans vos aliments.

Pour assurer la ventilation artificielle, il sera facile de faire construire un panka. C'est un cadre en bois, rectangulaire, recouvert d'étoffe blanche et pourvu à sa partie

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

inférieure d'un éventail oscillant, que le boy manœuvre par des tractions régulières au moyen d'une corde passant sur une poulie.

Portez surtout votre attention sur le lit où s'écoule la moitié de votre existence coloniale. Il y en a de toutes sortes qui s'inspirent des mœurs et coutumes des races qui sont à votre contact. Le meilleur est celui que l'on appelle le lit de Hong-Kong. C'est un vaste lit en fer avec un matelas en crin ou en kapok, un sommier métallique, facile à aseptiser, des montants destinés à supporter la moustiquaire et qui lui donnent l'aspect d'une véritable chambre à coucher. Les pieds reposent sur de petites cuvettes isolantes à demi remplies de pétrole pour éviter les atteintes d'une autre espèce de fourmis, les fourmis rouges, des punaises, des tiques, etc..., attirées par l'odeur de la viande humaine.

Votre moustiquaire, formée d'un tulle en gaze, à mailles assez serrées, sera visitée chaque jour et ne comportera pas de fente latérale, difficile à bien ajuster. Le soir, vers 17 h., au moment où les femelles des anophèles infectés prennent leur vol nocturne en quête de sang, votre boy aura la consigne de s'assurer qu'elle n'emprisonne aucun hôte indésirable, avant de la border soigneusement sous le matelas. Après quoi, vous serez à l'abri.

Si vous avez la chance d'avoir du terrain disponible, entourez-le d'un mur et complétez l'aménagement de votre home par un jardin potager et un jardin d'agrément où un emplacement sera réservé au tennis vespéral auquel vous convierez quelques amateurs de raquette.

Des domestiques, vous en trouverez partout, noirs, jaunes ou café au lait, bons ou mauvais, mais, grâce à votre science, vous saurez compléter leur instruction technique.

A mon premier voyage en Afrique, j'en engageai un sur les rives du Sénégal. C'était un brave Bambara à la peau d'ébène et aux dents blanches.

— Mahmadi, lui dis-je, toi y en a vouloir faire boy?

— Oui, mon doctor.

— Toi, y en a connaître cuisine?

— Moi, y en a connaître cuisine la brousse.

— Qu'est-ce que c'est que la cuisine la brousse?

— La cuisine la brousse, il y en a le *o'roti* et les œufs le plat.

— Et puis encore Mahmadi?

— Il y en a aussi le *falan*. C'est tout.

Devant ces perspectives culinaires, Mahmadi fut engagé incontinent, et c'est ainsi que ma première conversation tropicale roula sur les arts ménagers.

En Extrême-Orient, il est même possible de recruter des femmes de chambre assez expertes, connues sous le nom d'ahmas.

En général, le domestique indigène aime la division du travail. Dans la ville, le boy maître d'hôtel se refuse à faire fonction de cuisinier et encore moins de coolie. Il n'y a que le boy de brousse qui consente, à l'exemple de Mahmadi, à exercer le rôle de « bonne à tout faire ».

On vous a déjà commenté l'attitude que vous devez avoir vis-à-vis de l'indigène. Il faut le traiter d'une main ferme sous un gant de velours, ne pas lui faire des observations injustifiées, ne pas vous mettre en colère, ce qui en Asie équivaut à perdre la face. Si une faute grave a été commise, il vaut mieux laisser aux autorités locales l'application de la punition.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Méfiez-vous des voleurs. Le rusé Annamite se livre volontiers à ce que l'on pourrait appeler le vol par amnésie. Il cache l'objet qu'il convoite dans un coin de l'appartement, en le déplaçant de temps à autre. Si, au bout de deux ou trois mois, vous ne l'avez pas réclamé, il suppose que l'objet est sorti de votre mémoire et qu'il peut en devenir propriétaire.

Le type de l'habitation que je viens de vous décrire est celui de l'habitation permanente, mais dans les postes de la brousse vous êtes souvent obligé de vous contenter de la maison construite suivant les principes adoptés par les autochtones au milieu desquels vous vivez : la case ronde ou carrée, dont les murs sont en pisé ou en briques sèches, recouverte par une toiture de chaume, ou la paillote dont les parois sont constituées par une armature de perches flexibles, tapissée de plusieurs couches de paille. Les ouvriers indigènes savent bien les édifier en peu de temps. Il vous suffira de veiller à ce qu'elles soient munies d'une véranda et parfaitement étanches contre les rayons du soleil. Je les ai longtemps habitées et je dois avouer que j'y ai eu parfois moins chaud que dans les bâtiments en pierre européens non protégés contre l'action solaire directe. Cependant, lorsqu'on le peut, il vaut mieux bâtir en dur pour éviter la pullulation des rats dont les puces servent à la dissémination de la peste.

Enfin, si vous faites du camping, le mieux est de recourir à la tente. Choisissez-la à double paroi, en prenant soin, sauf pendant les orages, de laisser ouvertes les portes d'entrée et de sortie, car, sans ce dispositif, la chaleur s'y accumule et devient insupportable. Si vous n'en avez pas à votre disposition, les boys sauront vous construire un abri temporaire avec quelques bambous et du feuillage empruntés à la forêt voisine. Mais alors, il est indispensable de conserver son casque même pendant les heures de la sieste.

Vous êtes installée dans votre habitation permanente ou semi-permanente. Comment allez-vous organiser le train de vos *occupations quotidiennes*? Nous ne pouvons qu'en tracer ici le cadre général, que chacun pourra partiellement modifier suivant sa fantaisie, mais qui, toujours, devra s'adapter aux indications du cadran solaire, à l'évolution du rayon meurtrier qui rôde autour de vous.

Voici, en ce qui me concerne, comment j'avais réglé les actes de ma vie, pendant huit années de séjour dans un port de la Chine du Sud, la ville de Pak-Hoï, où une vingtaine d'Européens vivaient en marge de 30.000 Chinois. Grâce à la longueur du temps qui s'est espacé sur une période de douze années, à la suite des absences pour congé, j'ai eu le plaisir, non seulement de bâtir ma maison, mais de voir les arbres que j'avais plantés la recouvrir de leur feuillage.

Le *curriculum vitæ* se déroulait invariablement comme il suit :

Réveil vers 6 h. du matin. Toilette. Coup d'œil dans l'intérieur de la maison et ordres donnés pour la journée aux domestiques. Un tour au jardin potager pour s'assurer que le coolie lui donnait les soins nécessaires.

De 7 h. 30 m. à 11 h. 30 m., visite à l'hôpital qui se trouvait dans le voisinage. A midi, déjeuner sous le vent d'un panka agité par la main d'un boy somnolent. Il commence déjà à faire très chaud. On transpire à grosses gouttes dès qu'on s'éloigne du ventilateur et, si l'on veut écrire, on est obligé de placer un buvard sous la main moite qui colle sur le papier. Autour de vous, l'incendie s'allume, les insectes se taisent, toute la nature tombe dans une torpeur embrasée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le mieux est de faire comme elle, d'aller s'étendre sur une chaise longue, en pyjama, pour y chercher le repos. C'est l'heure de la sieste. Vraiment, il n'y a rien de mieux à faire et on digère mieux dans la position étendue. Faut-il dormir? Pour nous, l'évanouissement pendant une demi-heure dans le sommeil répare l'épuisement nerveux d'une matinée bien remplie et ne nous paraît avoir d'inconvénients que si on le prolongeait. C'est d'ailleurs une affaire de tempérament individuel. On termine sa sieste en parcourant les journaux qui vous apportent des nouvelles de France et en mettant à jour sa correspondance.

15 h. Le soleil a baissé et le moment est venu de reprendre le travail interrompu de la matinée.

17 h. Votre vie professionnelle a accompli son cycle diurne et, armé de votre raquette ou de votre club, vous vous dirigez sur le terrain de sport, tennis ou golf, à moins que vous ne préfériez les plaisirs de la promenade à pied ou à cheval.

A 18 h., vous poussez un soupir de soulagement, car vous pouvez enfin abandonner votre casque pour lui substituer une coiffure métropolitaine.

19 h. ont sonné. Le moment est venu d'aller se mettre sous la douche pour aller se débarrasser de toutes les scories sudorales. Après quoi, habillée de frais, vous êtes prête à accomplir tous les rites mondains des fins de journée tropicales.

Tels sont, Mesdames, les conseils de la déesse Hygie dans les voyages aux pays exotiques.

Partir, ce n'est pas mourir, mais vivre d'une vie nouvelle au contact de civilisations curieuses, frustes ou compliquées, qui ne se ressemblent pas entre elles. Toute l'aventure coloniale est faite de contrastes et c'est ce qui en donne le pittoresque. Elle peut être comparée à un bouquet de fleurs cueillies sous toutes les latitudes. C'est à vous de savoir en respirer les parfums composites et aussi d'en faire la synthèse à votre retour dans la famille métropolitaine.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

XV[e] CONGRÈS DE LA NATALITÉ

(Le Havre, 25 septembre-1[er] octobre 1933)

par M. Georges RISLER, *membre du Conseil de la Société d'Encouragement.*

Le 15[e] Congrès national de la Natalité s'est tenu au Havre du 25 septembre au 1[er] octobre 1933.

Le succès de cette manifestation n'a pas été moindre que celui des congrès antérieurs, et l'intérêt qu'elle a suscité dans l'opinion a été considérable.

Le Congrès a été ouvert par une allocution de M. DU PASQUIER, président de la Chambre de Commerce du Havre, souhaitant, dans les termes les plus aimables et les meilleurs, la bienvenue aux congressistes.

Appelé à la présidence, le signataire de ces lignes a ensuite brièvement analysé la situation actuelle de notre pays en matière démographique et rappelé la lutte active menée par la ville du Havre contre les fléaux sociaux sous la direction d'hommes éminents, animés du plus pur esprit social, comme l'était le regretté Émile Dupont, ancien directeur des Docks, fondateur et président de tant de belles œuvres de solidarité sociale.

D'intéressantes communications, écoutées par un public nombreux et très attentif, ont mis en relief les préoccupations actuelles relatives à la natalité et à la lutte contre la mortalité infantile.

M. BONVOISIN, l'actif directeur du Comité central des Allocations familiales, a donné un commentaire particulièrement remarqué de l'*application de la loi du 11 mars 1932, rendant obligatoires les allocations familiales.*

Cette loi intéresse de nombreuses familles ouvrières et, d'une façon plus particulière, les familles nombreuses qui trouvent dans les allocations familiales un supplément appréciable de ressources.

La loi a été appliquée à partir du 1[er] octobre 1933 à cinq des principales industries : bâtiment, textile, mines, produits chimiques, métallurgie; elle sera étendue par la suite aux autres branches de l'activité industrielle, commerciale et agricole, par paliers, l'agriculture étant réservée pour la fin, en vue d'étudier un régime qui soit de la nature à concilier les intérêts des travailleurs agricoles et des petits exploitants.

M. DUVAL-ARNOULD, le député de Paris, particulièrement dévoué à la cause des familles nombreuses, a présenté une étude de M. BOVERAT, vice-président du Conseil supérieur de la Natalité, sur *la race blanche en danger de mort.*

La dénatalité en Europe fait des progrès extrêmement rapides. Même dans les pays qui semblaient jusqu'à présent devoir être épargnés comme l'Italie, la situation est loin d'être satisfaisante. En Allemagne, un véritable cri d'alarme a été poussé depuis l'arrivée au pouvoir du Gouvernement national socialiste. La natalité allemande s'est abaissée en 1932 à 16,1 p. 1.000, chiffre inférieur à celui de notre pays, et le moment ne paraît pas lointain où nos voisins de l'Est vont se trouver à leur tour en face d'un excédent de décès.

M. TESSANDIER, président de la Caisse d'Allocations havraise, a présenté ensuite une communication sur *le service des allocations familiales dans la*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Seine-Inférieure qui fonctionne d'une façon parfaite, et M. DUPUIS, président de l'Association de l'Artisanat français, a parlé avec l'autorité qui s'attache à son nom, de l'*artisanat* et de la *famille*.

M. DE LESTAPIS, le directeur général de la Société des Agriculteurs de France, avec la compétence qu'on lui connaît, a indiqué ce qui a été fait au point de vue de l'*aide sociale à la famille rurale*, question des plus intéressantes, la famille paysanne se trouvant à cet égard dans une situation nettement inférieure à celle des familles nombreuses des villes.

Les allocations familiales paraissent être la seule solution susceptible de donner à ces familles, en dehors de l'encouragement national et des subventions officielles, les ressources qui leur manquent pour se développer normalement et favoriser leur attachement à l'agriculture.

M. le Dr CAUCHOIS, dont les préoccupations en matière démographique sont bien connues dans toute la région normande, a traité de la question de *la natalité en Normandie*. Les naissances ont accusé dans cette région un relèvement sensible au cours des dix années qui ont suivi la guerre et, depuis, se sont stabilisées à un taux qui n'est dépassé que dans un petit nombre de départements.

M. TERRIAT a exposé comment, à son point de vue, les *terres abandonnées* pourraient être utilisées non point au moyen d'expropriations, mais grâce à des *prêts à long terme* accordés par l'État aux familles nombreuses qui consentiraient à s'établir à la campagne.

Enfin, M. ROULLEAUX-DUGAGE, dont le nom est attaché à la question du vote familial a démontré, une fois de plus, la nécessité de permettre aux familles nombreuses d'exercer leur autorité en fonction du nombre de leurs enfants et M. VIEUILLE, le si dévoué secrétaire du Comité permanent de la Natalité, a indiqué combien il serait intéressant d'étendre à l'ensemble de la France le *régime successoral* actuellement en vigueur en Alsace et en Lorraine, *en vue d'éviter le morcellement* des petites propriétés rurales.

Le Congrès de la Natalité a été suivi de celui des Commissions départementales de la Natalité, qui a donné lieu également à la présentation d'importants rapports suivie du vote de nombreux vœux, tous adoptés à l'unanimité.

Le succès de cette manifestation a été dû, en grande partie, à l'agissante amabilité du Président du Comité d'Organisation locale, M. du Pasquier, président de la Chambre de Commerce, ainsi qu'aux diverses personnalités qui l'assistaient, notamment M. Lechevallier, conseiller général du Havre.

Nous tenons ici à les remercier du dévouement qu'ils ont manifesté, une fois de plus, à la cause des familles nombreuses.

Nul doute que l'effort de propagande qu'ils ont permis de réaliser de la manière la plus parfaite ne soit largement profitable aux familles nombreuses qu'il faut, plus que jamais, honorer et encourager.

L'avenir de notre pays, pour si graves que soient les préoccupations actuelles, dépend au premier chef d'une politique familiale bien ordonnée.

C'est elle qui conditionne en partie tous les problèmes de l'heure présente. On l'oublie malheureusement trop souvent pour le plus grand dommage du pays.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'AUTOXYDATION DES HYDROCARBURES ET QUELQUES-UNS DE SES INCONVÉNIENTS : VIEILLISSEMENT DU CAOUTCHOUC; CHOC DANS LES MOTEURS; GOMMAGE DES CARBURANTS; ALTÉRATION DES LUBRIFIANTS; DÉPÔTS DANS LES HUILES DE TRANSFORMATEURS, ETC. LES AMÉLIORATIONS APPORTÉES PAR LES ANTIOXYGÈNES [1]

par M. Charles DUFRAISSE, *professeur de chimie organique à l'École de Physique et de Chimie industrielles.*

M. LE PRÉSIDENT, MESDAMES, MESSIEURS,

Depuis quelques années l'attention des techniciens et des savants se trouve attirée vers l'autoxydation et ses conséquences.

Pour s'être ainsi révélé tardivement, l'intérêt de ces phénomènes n'en est pas moins étendu : il justifie le nombre impressionnant et toujours croissant des travaux qui leur sont consacrés.

En m'invitant à exposer cette question, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale m'a fait un honneur dont je sens tout le prix : qu'elle soit assurée de ma gratitude.

*
* *

L'autoxydation, ou addition d'oxygène libre aux corps oxydables, n'est pas une réaction comme les autres.

Si elle consistait en un accouplement des réactifs aboutissant aussitôt à son terme final, il y aurait peu de choses à en dire : comme les peuples heureux, elle n'aurait pas d'histoire.

Tout le mal vient de ce qu'elle ne s'accomplit pas simplement.

L'AUTOXYDATION.

Soit une molécule A d'un corps quelconque susceptible de se combiner à l'oxygène pour aboutir à un dérivé d'oxydation AO^2.

$$A + O^2 \begin{cases} \nearrow X \rightarrow Y \rightarrow Z \searrow \\ \longrightarrow \end{cases} AO^2$$

On n'obtient jamais d'emblée le produit final, mais on passe par des termes intermédiaires, X, Y, Z, qui sont des peroxydes, c'est-à-dire des corps où l'oxygène, O^2, est doué de propriétés singulières. Ces peroxydes intermédiaires sont représentés conventionnellement par $A[O^2]$, les crochets servant à indiquer que l'oxygène qu'ils encadrent est dit « actif ».

Aussi inerte que soit le produit final AO^2, même s'il s'agit d'anhydride carbonique ou d'eau, les peroxydes $A[O^2]$ sont toujours des corps de haute activité chimique.

(1) Communication faite en séance publique par l'auteur, le 16 décembre 1933.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous allons relever trois exemples seulement de cette haute activité. Ce sont : 1° le pouvoir oxydant; 2° le pouvoir explosif; 3° le pouvoir polymérisant catalytique.

Le pouvoir oxydant. — Les peroxydes d'autoxydation sont des réactifs oxydants énergiques. Chose singulière, leur puissance est plus élevée que celle de l'oxygène primitif qui a servi à les former, bien que cet élément ait perdu, par le fait même de sa combinaison, une partie de sa capacité oxydante.

Le pouvoir explosif. — Il est comparable à celui des explosifs couramment utilisés comme tels. La mélinite, $C^6H^2(NO^2)^3OH$, par exemple, n'est rien d'autre qu'un peroxyde, c'est-à-dire un composé dans lequel l'oxygène se trouve placé de manière instable et qui tend à gagner une position d'équilibre stable, avec dégagement d'une grande quantité d'énergie. Ce réarrangement, qui se produit avec brutalité, constitue l'explosion.

De même, les peroxydes d'autoxydation $A[O^2]$ sont, eux aussi, des composés où l'oxygène ne se sent pas à sa place et tend vers un réarrangement explosif.

En fait, l'explosibilité des peroxydes rend souvent dangereuses les expériences d'autoxydation; il est toujours imprudent de laisser accumuler les peroxydes. De nombreuses explosions ont été enregistrées. L'une d'elles a été particulièrement fâcheuse : c'est celle qui a détruit la bombe calorimétrique de Berthelot vers la fin de la guerre. En ce qui concerne les hydrocarbures, on peut mentionner, entre autres, une explosion de paraffine que Grün a constatée en 1920, après avoir soumis une masse de cette matière à l'action de l'oxygène à chaud.

Le pouvoir polymérisant catalytique. — Sous ce nom on désigne la propriété qu'ont les peroxydes de susciter la combinaison mutuelle de molécules de même espèce, association dont la multiplicité finit par engendrer des agglomérats de poids élevés, ou, pour utiliser un vocable récent, des « macromolécules ».

Ces transformations se manifestent extérieurement sous des formes variées, suivant la nature des matières qui sont exposées à cette polymérisation. Ce sont : tantôt des changements de couleurs, comme avec le furfurol qui se transforme en une encre foncée, tantôt des troubles ou même des dépôts de boues, comme avec l'acroléine qui laisse ainsi précipiter une « boue » appelée disacryle. Ce sont encore des épaississements progressifs allant jusqu'à la solidification complète, comme avec les huiles siccatives utilisées en peinture, telle l'huile de lin, ou avec les carburants sujets au gommage, tel le styrolène, $C^6H^5 - CH = CH^2$, pour en citer un de formule bien définie. Ce sont encore des phénomènes de durcissement dont le plus connu est celui du caoutchouc vulcanisé. On n'aurait que l'embarras du choix pour allonger cette énumération.

L'activité polymérisante des peroxydes est quelque chose d'énorme. Nous avons établi avec Ch. Moureu qu'il suffisait de moins de 1 p. 100 d'oxygène pour solidifier entièrement le styrolène. Quant à l'acroléine, une dose aussi faible que 1/100.000 commence déjà à la troubler.

On conçoit aisément l'intérêt que présente cette particularité et les conséquences qu'elle doit avoir dans la pratique, spécialement quand il s'agit du gommage des carburants.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ANTIOXYGÈNES ET PROOXYGÈNES.

Pour éviter les méfaits des peroxydes, il existe un moyen aussi simple qu'efficace : il suffit de les empêcher de se former et pour cela de supprimer l'autoxydation elle-même.

Le moyen pratique pour y parvenir est presque aussi simple que l'idée. Il consiste à ajouter à la matière oxydable une toute petite quantité de ces catalyseurs qu'avec Moureu nous avons appelés « les antioxygènes ».

Ce mot « antioxygène » se passe de définition et il se comprend sans commentaire. C'est pourquoi il a été choisi, c'est pourquoi il a été maintenu contre d'autres qui ont été proposés en ses lieu et place : on doit insister pour qu'il soit seul utilisé, car c'est la meilleure façon d'empêcher des confusions et les erreurs qui risquent de s'ensuivre.

L'étude sur les antioxygènes a fait, au laboratoire de chimie organique du Collège de France, l'objet de plus de 40 publications, rassemblant les résultats de quelque 100.000 mesures d'absorption de l'oxygène, groupées elles-même sur plusieurs milliers de graphiques.

Il ne saurait être question de résumer, même brièvement, ces nombreuses expériences; il ne va être mentionné ici que trois faits :

1° *La haute activité des antioxygènes.* — Les antioxygènes ont une activité souvent considérable : beaucoup d'entre eux parviennent à protéger à des doses inférieures à 1 p. 100. Ainsi, le styrolène reste intact quand on lui adjoint 1/10.000 de son poids d'hydroquinone, soit un gramme dans 10 kg[2]. Pour l'acroléine, il a été trouvé une action encore sensible à la dose du 1/1.000.000, c'est-à-dire de 1 gramme dans une tonne seulement.

Il convient de spécifier que les antioxygènes n'agissent pas en écartant l'oxygène des corps oxydables, ou en le raréfiant, mais en le rendant inerte : en leur présence, l'oxygène est comme paralysé et privé de son pouvoir oxydant.

2° *La généralité du phénomène antioxygène.* — Comme conclusion des multiples expériences rappelées plus haut, les deux propositions jumelles que voici ont été émises : 1° toute autoxydation doit pouvoir être entravée par un antioxygène approprié; 2° toute matière, dans des conditions expérimentales appropriées, doit pouvoir fonctionner comme antioxygène.

Pour illustrer la première proposition, vous avez sous les yeux un certain nombre d'échantillons montrant la variété des autoxydations que l'on peut ainsi ralentir : celles du styrolène, de l'acroléine, du caoutchouc, de l'huile de lin, du furfurol, etc. [3].

Pour illustrer la deuxième proposition, il faut citer les corps organiques porteurs de toutes les fonctions : au premier rang, les corps phénoliques et aminés, mais également les alcools, les nitriles, l'acide cyanhydrique, etc.

Chez les corps minéraux, se rencontre la même abondance : on trouve des matières protectrices chez les halogènes et les corps halogénés, surtout l'iode et les iodures, chez le soufre, les sulfures et autres corps sulfurés, chez le sélénium, etc.,

(2) Il a été présenté à la séance un échantillon de styrolène parfaitement intact, conservé dans un flacon en vidange depuis 1925.

(3) Les échantillons correspondants ont été présentés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bref, chez tous les corps de la chimie, sauf sans doute les gaz rares, à cause de leur inertie bien connue.

En résumé, ce qui est exceptionnel, ce n'est pas, comme on l'a cru si longtemps, de trouver un antioxygène, c'est de trouver une autoxydation qui ne soit, peu ou prou, gênée par quelque antioxygène. C'est ce que l'on a observé en particulier dans la nature, et le plus bel exemple en est le caoutchouc.

Cette matière s'autoxyde, mais seulement avec beaucoup de lenteur; il en est ainsi parce qu'elle contient normalement des antioxygènes naturels. Quand on l'en prive, l'hydrocarbure caoutchouc peut s'altérer complètement en quelques heures. Sans les antioxygènes naturels, le caoutchouc est une matière tellement périssable que l'homme n'aurait sans doute jamais connu, ni à plus forte raison utilisé ses merveilleuses propriétés.

Diverses autres matières oxydables, telles les huiles, se trouvent aussi protégées naturellement, avec plus ou moins d'efficacité. Il faut prendre garde, au raffinage, de ne pas enlever ou détruire les antioxygènes naturels, sinon il y a perte de stabilité au vieillissement.

3° *La parenté des catalyses inverses.* — Nous avons observé maintes fois qu'un même catalyseur pouvait fonctionner dans les deux sens inverses, c'est-à-dire retarder ou bien accélérer; en d'autres mots, il peut être positif ou négatif. Ayant appelé antioxygène le catalyseur, quand il fonctionne comme négatif, il était tout naturel d'appeler *prooxygène* le même catalyseur, quand il fonctionne comme positif. Cette nomenclature a fait fortune : depuis, on l'a appliquée à divers cas particuliers, et l'on parle couramment, par exemple, d'antidétonants et de prodétonants.

Voici, entre cent, un exemple de parenté des catalyses inverses : l'oxybromure de phosphore, $POBr^3$, est un corps qui, à faible dose, empêche l'aldéhyde benzoïque de s'oxyder et qui, au contraire, précipite au centuple l'allure de l'oxydation du styrolène.

Les exemples analogues pourraient être multipliés. On y verrait, entre autres, que des changements minimes de conditions expérimentales arrivent à renverser l'action d'un catalyseur vis-à-vis d'une même matière oxydable.

En conséquence, aussi singulier que le fait puisse paraître, il existe d'étroites relations entre les deux catalyses opposées.

Cette particularité n'a pas été suffisamment remarquée jusqu'ici par les usagers des antioxygènes. Il serait pourtant nécessaire d'y penser, car cette inversion des catalyses risque d'accélérer les dégâts par les manœuvres mêmes que l'on fait en vue de les retarder.

LA THÉORIE DE L'ACTION ANTIOXYGÈNE. — Comment expliquer l'étrange phénomène qu'est l'action antioxygène?

Les théories n'ont pas manqué. Il en a été publié au moins une dizaine. Quel que soit le mérite de chacune d'elles, aucune n'est entièrement satisfaisante, car, le plus souvent, elle ne rend compte que d'un aspect du sujet. Le reproche que l'on peut faire à presque toutes est de négliger un fait aussi essentiel que la parenté des catalyses inverses.

Aussi, notre théorie, bien qu'elle date de 10 ans, ce qui est un grand âge pour une théorie, reste toujours d'actualité. Beaucoup d'auteurs l'adoptent même de préférence, parce qu'elle explique avec simplicité la physionomie générale du phénomène.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Elle a été inspirée par une expérience classique : la réduction mutuelle de deux peroxydes antagonistes avec émission d'oxygène libre. Voici, par exemple, deux composés peroxydiques, l'eau oxygénée et le permanganate de potassium; si nous les mélangeons, nous constatons une vive effervescence due au dégagement d'oxygène, tandis que la coloration violette du permanganate disparaît. Il y a donc eu destruction mutuelle de deux peroxydes avec apparition d'oxygène libre.

Voici comment cette observation est applicable à la catalyse antioxygène.

Appelons A la molécule du corps autoxydable. On admet, en accord avec tous les auteurs, qu'elle absorbe l'oxygène libre par molécules entières. Le premier terme de cette union est un peroxyde, le peroxyde primaire $A[O^2]$, dans lequel l'oxygène se trouve sous la forme peroxydique — ce que l'on indique en le mettant entre crochets. Si aucune cause étrangère n'intervient, le produit d'addition va évoluer vers une forme stable AO^2, où l'oxygène aura perdu toute « activité »

$$A + O^2 \rightarrow A[O^2] \rightarrow AO^2 \text{ (stable)}.$$

S'il intervient, au contraire, un antioxygène, B, on suppose qu'il y a partage de l'oxygène peroxydique entre A et B.

$$A[O^2] + B \rightarrow A[O] + B[O].$$

Les deux nouveaux peroxydes étant antagonistes, comme l'eau oxygénée et le permanganate de potassium, vont se réduire mutuellement avec libération d'oxygène, comme dans l'expérience ci-dessus

$$[O] + B[O] \rightarrow A + B + O^2.$$

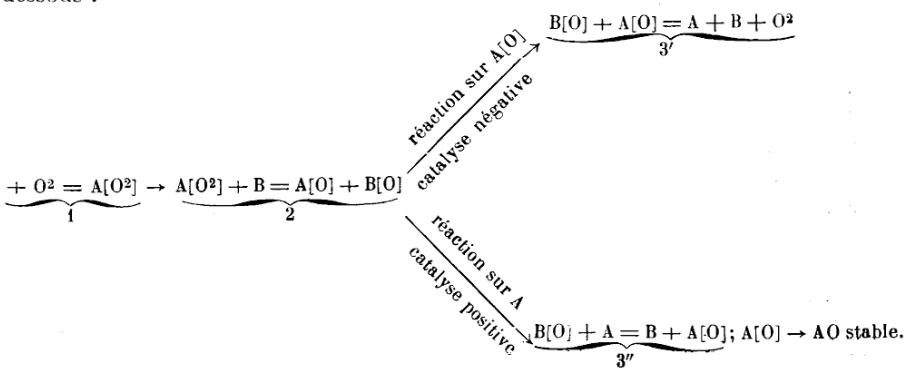
Le système se retrouve donc dans son état initial comme si rien ne s'était produit : c'est l'effet antioxygène.

La parenté des catalyses inverses s'explique aussi tout naturellement : le peroxyde transitoire du catalyseur B se trouve noyé dans une grande masse de molécules réductrices du corps autoxydable A. Il pourra réagir sur l'une d'elles suivant :

$$B[O] + A \rightarrow B + A[O] \rightarrow AO \text{ stable}.$$

Cet ensemble de transformations représente une catalyse positive par B.

On remarque alors que les deux catalyses inverses ont en commun les deux premiers temps des transformations et on peut les écrire sous la forme du tableau ci-dessous :



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On y voit que le sens positif ou négatif de la catalyse reste indécis jusqu'à la dernière limite et que le catalyseur B garde jusqu'au dernier moment la faculté d'accélérer ou de retarder. En conséquence, il doit suffire de très petites modifications dans les données expérimentales pour que les événements prennent un certain tour, ou le tour inverse ; ce qui illustre bien le phénomène de la parenté des catalyses inverses et montre, en même temps, quelles précautions sont nécessaires pour empêcher un antioxygène de devenir prooxygène, ou réciproquement.

Dans la réalité, comme nous l'avons suggéré à plusieurs reprises, il est probable que plusieurs mécanismes interviennent : suivant les circonstances, ce serait tantôt l'un et tantôt l'autre qui jouerait. Les « grandes réussites » d'effet antioxygène pourraient tenir à l'intervention simultanée de plusieurs mécanismes ajoutant leurs effets.

Pour résumer ce qui précède sur l'autoxydation, nous dirons : d'une part, toute autoxydation, même la combustion, forme, comme termes intermédiaires, des peroxydes, corps oxydants, explosifs et polymérisants; d'autre part, toute autoxydation, donc toute formation de peroxydes, peut être entravée par effet antioxygène, action puissante, générale, mais facile à inverser.

APPLICATION AUX HYDROCARBURES.

Essayons maintenant de voir comment ces notions s'appliquent aux principaux hydrocarbures utilisés dans la technique.

Beaucoup d'entre eux sont sensibles à l'oxygène libre, donc autoxydables et, par suite, aptes à former des peroxydes. Les composés oxydables sont des corps mono- ou polyoléfiniques, comme l'hydrocarbure caoutchouc, ou encore comme ceux que l'on trouve dans beaucoup d'essences ou dans les pétroles, surtout ceux de cracking. Mais, contrairement à ce que laisserait supposer l'inertie chimique qui leur a valu leur nom de *paraffines*, les hydrocarbures saturés sont capables, eux aussi, d'absorber l'oxygène à température relativement basse, avec formation de peroxydes. Leur oxydabilité est variable avec la longueur des chaînes carbonées et les ramifications. La réaction avec l'oxygène est marquée par une luminescence visible dans l'obscurité. Le phénomène a été signalé en 1882 par Perkin, sous le nom de flammes froides : nous avons proposé de l'appeler « flammes froides de Perkin » en l'honneur du savant anglais.

On a plus de précision que par la recherche de luminescence en opérant par la méthode manométrique, c'est-à-dire en mesurant directement l'absorption de l'oxygène. Cette méthode, sur laquelle nous avons attiré l'attention, principalement en collaboration avec M. Chaux, est très utilisée actuellement depuis plusieurs années, même dans les laboratoires industriels.

A l'inverse des hydrocarbures précédents, certains opposent une grande résistance à l'oxygène. Ceux-ci ne donnent pas les mêmes désagréments que les autres ; tels sont les hydrocarbures aromatiques, par exemple le benzène et le naphtalène.

LE CAOUTCHOUC. — Cette matière, qui est devenue indispensable à notre civilisation, ne périt pas par usure, mais par altération : on dit qu'elle vieillit. Le vieillissement est un effet de l'autoxydation; il est dû à une catalyse par les peroxydes, car

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

:l suffit de doses inférieures à 1 p. 100 d'oxygène pour une détérioration complète. D'ailleurs, maintenant, les essais pratiques de stabilité dans les usines sont des essais d'oxydabilité, « *d'oxydovieillissement* ». On les exécute au moyen du four de Geer ou de la bombe à oxygène comprimé de Bierer et Davis. La part que prend l'oxygène dans le vieillissement du caoutchouc ne fait donc plus de doute pour personne.

Les antioxygènes ont un effet remarquable. Leur emploi en grand dans l'industrie du caoutchouc date de notre première publication en 1921, comme l'ont déclaré, dans une conférence à Londres, Bierer et Davis [4], les deux grands protagonistes de l'emploi des antioxygènes.

On comprendra la portée de cette utilisation par un mémoire de Shepard, intitulé : « Un siècle de progrès techniques dans l'industrie du caoutchouc », mémoire que vient de publier *The Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. Shepard n'hésite pas à placer la découverte des antioxygènes parmi les trois plus importantes de celles qui sont à la base de l'industrie du caoutchouc : on verra ci-après la reproduction du passage caractéristique (fig. 2).

Les antioxygènes sont généralement introduits dans la masse de caoutchouc en

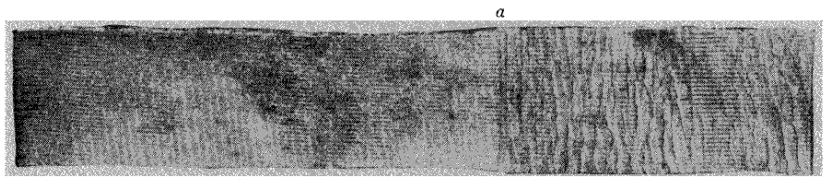


Fig. 1. — Protection par immersion partielle (jusqu'au trait *ab*) dans une solution étendue d'antioxygène (hydroquinone). Photographie grandeur naturelle, sous léger étirement (5 p. 100 environ), après vieillissement spontané de deux ans dans un placard.

même temps que les autres ingrédients, donc par malaxage. Mais, comme nous l'avons montré avec MM. Lotte, Drisch, et Vieillefosse, on a aussi des résultats parfois remarquables avec un mode d'utilisation bien plus simple : il suffit de badigeonner la surface des objets, pourvu qu'ils n'aient pas une trop grande épaisseur, avec une solution d'un antioxygène approprié. L'antioxygène pénètre peu à peu à l'intérieur : c'est le procédé « par diffusion ».

Voici les preuves de l'efficacité de cette méthode : un fragment de feuille anglaise a été plongé dans une solution éthérée d'hydroquinone, jusqu'à un repère marqué par une ligne noire *a b* (fig. 1). Après évaporation du solvant, on a abandonné la feuille au vieillissement naturel dans un placard : la partie revêtue d'hydroquinone est restée souple, tandis que l'autre est devenue rigide et cassante. ainsi que le montre nettement la figure 1.

L'usage des antioxygènes est en train de prendre une extension croissante dans l'industrie du caoutchouc. Le résultat en a été une appréciable prolongation de la durée de vie des objets manufacturés, et principalement des pneumatiques.

PÉTROLES ET DÉRIVÉS. — Tandis que le pétrole servait presque exclusivement à un éclairage qui maintenant nous semble préhistorique, son oxydabilité n'avait

(4) J. M. BIERER and C. C. DAVIS, *Inst. Rubber Ind.*, t. 2, p. 151 (1927).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

aucun inconvénient. Il n'en est plus de même aujourd'hui avec ses nouveaux usages, comme bains isolants pour transformateurs, huiles de graissage, etc., mais surtout comme carburants pour moteurs à combustion interne.

L'autoxydation, par les peroxydes qu'elle engendre, occasionne des désordres

A Century of Technical Progress in the Rubber Industry

Norman A. Shepard, Firestone Tire and Rubber Company, Akron, Ohio

J.S.C. 25.35.(1933)

p 39

Antioxidants

The discovery of antioxidants for rubber marked the next outstanding discovery in the rubber industry. It solved, to a large extent, the aging problem with gas black compounds, as well as with rubber compounds in general. It was the logical next step in advancing rubber technology. Discovery of some such material was a vital necessity in the case of the German synthetic rubber, on account of its poor keeping qualities, and as early as 1918 (*1*) phenolic bodies for retarding the oxidation of such synthetic products were covered by patent. With the possibilities further emphasized by the stimulating researches of Moureu and Dufraisse (*10*), the discovery of an "antioxygen," "anti-ager," or "antioxidant" for rubber became the objective of most of the large rubber-research laboratories.

Fig. 2. — Reproduction d'un passage d'un article de M. Shepard [5].

variés : ce sont des boues ou dépôts acides, d'où résultent épaississements et corrosions ; ce sont des pertes du pouvoir lubrifiant ; c'est le gommage des carburants ; c'est enfin le cognement des moteurs. Ce dernier inconvénient va nous retenir spécia-

(5) Traduction :

La découverte des antioxygènes a marqué la dernière découverte saillante dans l'industrie du caoutchouc. Elle a résolu à un haut degré le problème du vieillissement aussi bien pour les mélanges au noir de gaz que pour les autres. Elle représente la nouvelle phase logique dans l'avancement de la technique du caoutchouc. La découverte de telles matières était une nécessité vitale dans le cas du caoutchouc synthétique allemand, en raison de ses mauvaises qualités de conservation ; en 1918, un brevet couvrait des corps phénoliques pour retarder l'oxydation de ces produits synthétiques. Avec les possibilités qui sont résultées ultérieurement des recherches stimulantes de Moureu et Dufraisse, la découverte d'un « antioxygène » ou « antivieillissant » ou « antioxydant » est devenue l'objet de la plupart des recherches de laboratoire les plus approfondies sur le caoutchouc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lement, parce que l'intervention des peroxydes y est encore discutée, alors que personne ne met en doute leur responsabilité dans la formation des boues et dans le gommage, pas plus qu'on ne conteste les améliorations susceptibles d'y être apportées par les antioxygènes.

L'usage commence, du reste, à se répandre de mesurer la stabilité des pétroles, comme celle du caoutchouc, par l'épreuve de « l'oxydovieillissement ».

Le cognement, choc ou détonation. — On a longtemps considéré que seule était intéressante pour la marche du moteur l'équation globale qui représente la combustion intégrale du carburant,

$$A + n\,O^2 \rightarrow x\,CO^2 + y\,H^2O + Qv$$

c'est-à-dire sa transformation en anhydride carbonique, $x\,CO^2$, et eau, $y\,H^2O$, en tant qu'elle libère une quantité Qv de chaleur. C'était une erreur! Les stades intermédiaires doivent être considérés eux aussi, car c'est d'eux que dépendent les troubles connus sous le nom de cognement.

Pour comprendre le cognement, il suffit de remarquer que le carburant est soumis à l'autoxydation entre les moments où se forment le mélange carburé et la combustion finale. Pendant cette période, conformément aux phénomènes décrits dans la première partie du présent exposé, il apparaîtra des peroxydes; certaines parties s'autoxyderont, tandis que d'autres se polymériseront, ou bien feront explosion. De plus, suivant les circonstances et le moment, l'allure s'accélèrera ou, au contraire, se ralentira, par catalyse positive ou négative, jusqu'à ce que la flamme vienne balayer le tout et mettre le terme définitif aux transformations.

Peut-être pensera-t-on que la cadence des moteurs ne laisse guère à la matière le temps de musarder ainsi dans de longs détours. Sans doute, mais, s'il a fallu plusieurs minutes pour expliquer cette suite de phénomènes, il est bien plus vite fait de les réaliser quand les circonstances s'y prêtent.

Or, tout dans le fonctionnement du moteur favorise la peroxydation et ses conséquences : il y a la chaleur qui aiguise les affinités; il y a la concentration qui accroît la densité d'oxygène; il y a l'état de division de la matière oxydable qui multiplie les surfaces de contact. Si, en outre, on utilise certains carburants de constitution prédestinée à l'attaque par l'oxygène, on conçoit que la vitesse des réactions puisse en arriver à rivaliser avec celles du cylindre, malgré son rythme endiablé.

Quand les choses en arrivent à ce point-là, les réactions intermédiaires qui précèdent la combustion motrice ne sont plus négligeables.

En tout cas, c'est aux peroxydes formés dans la phase de compression que nous avons attribué le cognement, dans une série de travaux publiés avec Charles Moureu, de 1925 à 1927, en collaboration avec M. René Chaux.

Voici quelques-uns de nos arguments :

1° Les antidétonants, tels le plombtétréthyle et les arylamines, sont antioxygènes;

2° Les carburants se classent de même d'après leur aptitude à détoner et d'après leur tendance à s'autoxyder, cette tendance étant manifestée, à température peu élevée, par la luminescence que nous avons appelée flammes froides de Perkin. Il est remarquable, dans cet ordre d'idées, qu'un classement des combustibles d'après

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

leur oxydabilité ait été fait par Perkin, bien avant qu'il ne soit question du choc dans les moteurs. Or, ce classement, comme nous l'avons fait observer, se trouve coïncider presque exactement avec celui de la tendance à donner le choc;

3° Nous avons établi qu'un grand nombre de matières utilisées ou utilisables comme carburants s'oxydaient en formant des peroxydes, à des températures ne dépassant pas celles qui règnent dans les cylindres.

4° Enfin, nous avons démontré qu'il se faisait des peroxydes dans le fonctionnement du moteur. Un moteur d'expérience était couplé avec une dynamo; on le faisait fonctionner en régime détonant, puis on lui coupait l'allumage sans ralentir son mouvement que l'on entraînait à la dynamo. Les gaz recueillis à la sortie et n'ayant rien subi d'autre que la compression à la température du cylindre, contenaient manifestement des peroxydes.

Devant ces observations, nous nous sommes crus autorisés à écrire en 1927 : « ce sont les peroxydes qui sont les agents du choc » [6]. La même idée était émise simultanément en Angleterre par Callendar, pour d'autres motifs.

Connue depuis sous le nom de « théorie des peroxydes », elle a fait, de la part des savants et des techniciens qui l'ont adoptée, l'objet d'importants travaux, qui établissent sans conteste la responsabilité des peroxydes dans le cognement.

Il reste encore, toutefois, un doute sur la nature du phénomène, donc sur le mode d'action des peroxydes. Agissent-ils simplement par l'onde de choc de leur propre explosion, ou bien amorcent-ils, à la façon du fulminate, soit une combustion détonante, soit un régime vibratoire particulier? On ne sait! Et ici le chimiste doit céder la parole au mécanicien.

Cependant, je voudrais signaler une autre cause de perturbations possibles, d'ordre chimique celles-là.

En vertu de leur pouvoir catalytique polymérisant, les peroxydes, à la haute température de leur déflagration, transformeraient une part des hydrocarbures en brais ou matières charbonneuses, hautement condensées, donc difficiles à brûler. De là, résulteraient deux sortes de dommages : d'abord un manque à gagner sur la combustion motrice, d'où perte de puissance, ensuite une difficulté à rejeter ces matières hors du cylindre, à cause de leur fixité, d'où désordres mécaniques, dont le moindre est la fumée, les autres étant la souillure du lubrifiant et le dépôt de calamine.

Telle est, en plus des effets mécaniques, l'une des causes possibles des perturbations qui accompagnent le choc.

Malgré le nombre des arguments et leur poids, le rôle des peroxydes soulève encore du scepticisme. Certains même vont jusqu'à nier la réalité de leur existence. Vous ne trouverez sans doute pas inutile que soit réalisée sous vos yeux une expérience destinée à montrer que non seulement les peroxydes ne sont pas des entités imaginaires, ou bien des savantes et pénibles réalisations de laboratoire, mais qu'ils se forment facilement et abondamment.

Cette expérience est très simple. Elle va consister à faire passer rapidement, dans un tube en verre légèrement chauffé, un mélange carburé et à constater que les peroxydes, inexistants avant l'entrée dans le tube, sont présents à la sortie. Pour plus de netteté, on prend pour carburant un composé chimique défini, l'éther ordi-

(6) Ch. Moureu, Ch. Dufraisse et R. Chaux, *Chimie et Industrie*, t. 18, p. 3 (1927).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

naire (oxyde d'éthyle), choisi également parce qu'il est bien connu pour son haut pouvoir détonant. Quant aux peroxydes, ils seront révélés par l'une de leurs propriétés dont nous venons de parler : leur pouvoir oxydant. On leur offrira à oxyder de l'acide iodhydrique : $2HI + O = I^2 + H^2O$: en leur présence il y aura libération d'iode.

Si l'on fait barboter de l'air dans de l'éther, le mélange air-vapeurs est sans action sur l'acide iodhydrique; au contraire, il donne un abondant dégagement d'iode dès qu'il est chauffé, par passage dans le tube, à une température ne dépassant pas 200° (7).

Puisque les peroxydes se forment avec autant de facilité et d'abondance, puisqu'ils ont un pouvoir oxydant énergique, comment se refuser à admettre qu'ils existent dans les moteurs et qu'ils puissent y tenir un rôle actif?

*
* *

Messieurs, ce bref exposé est bien loin d'avoir épuisé le sujet. Je souhaite qu'il ait contribué à faire connaître la variété des services que peuvent rendre les antioxygènes.

DISCUSSION

M. G. Noachovitch. — Lorsqu'on veut évaluer pratiquement le pouvoir siccatif d'huiles mises en œuvre dans l'industrie, en particulier de celles qui servent à la préparation des vernis, on utilise habituellement le procédé préconisé par Livache, qui est basé sur l'évaluation de l'accroissement de poids résultant de la fixation de l'oxygène de l'air, en favorisant cette oxydation par la présence de plomb finement divisé, agissant comme catalyseur positif. W. Bishop substitue au plomb de la silice précipitée sur laquelle il divise l'huile essayée, après y avoir dissous du résinate de manganèse. Enfin Weyer et Lippert se contentent d'étaler l'huile examinée en couches très minces sur des plaques de verre.

Pensez-vous que certains des prooxygènes que vous avez étudiés (antioxygènes agissant dans les conditions de la catalyse inverse) puissent donner, pour l'essai des huiles siccatives (soit pour l'huile de lin, soit pour les huiles d'*Aleurites* ou pour d'autres huiles exotiques), des résultats plus précis ou plus rapides qu'avec l'emploi des trois procédés que je viens de rappeler?

M. Ch. Dufraisse. — La siccativation des huiles est entièrement commandée par l'oxydation : sans oxygène, il n'y a pas d'épaississement, ni à plus forte raison de solidification. Seulement, la dépendance entre les deux ordres de phénomènes est compliquée et ne peut pas se traduire par une relation mathématique simple. Il en est d'ailleurs de même, d'une manière générale, pour beaucoup de phénomènes de nature catalytique.

(7) Cette expérience a été réalisée devant la Société d'Encouragement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En conséquence, la mesure de la vitesse d'absorption d'oxygène n'est pas habituellement une mesure directe de la siccativité. Celle-ci dépend non seulement des peroxydes d'autoxydation, mais également d'autres catalyseurs, adjuvants ou, au contraire, inhibiteurs des peroxydes; elle dépend, en outre, des conditions opératoires.

En résumé, l'autoxydation est la condition *sine qua non* de l'épaississement des huiles, mais d'autres facteurs interviennent secondairement et leur action peut être elle-même favorisante ou contrariante. Il est donc nécessaire, comme l'ont établi de récents travaux américains et japonais, de se placer dans des conditions expérimentales aussi voisines que possible des circonstances réelles d'utilisation.

Un problème analogue se présente pour toutes les matières catalytiquement polymérisables par les peroxydes, telles que l'acroléine, le caoutchouc, etc. Le sujet a été abordé pour ce dernier dans ma conférence : *Le problème des altérations du caoutchouc par l'oxygène atmosphérique* (*Revue générale du caoutchouc,* d'octobre et novembre 1933).

M. G. Noachovitch. — Puisque les antioxygènes que vous avez étudiés se montrent puissamment efficaces pour la protection du caoutchouc, les fabricants d'objets manufacturés de toute nature ne se sont-ils pas décidés à incorporer régulièrement des antioxygènes au caoutchouc, au cours de la fabrication?

M. Ch. Dufraisse. — Le premier accueil fait aux antioxygènes n'a peut-être pas été bien chaleureux. Rien d'étonnant à cela, car les apparences ne leur étaient pas favorables : étant donnée la crise de surproduction de la gomme, il paraissait contraire aux intérêts vitaux de tous les manufacturiers, depuis les planteurs jusqu'aux stockistes, de prolonger artificiellement la durée des objets en caoutchouc.

Mais, passé ce premier mouvement instinctif, tout le monde est revenu à des idées conformes au progrès, et, après une période inévitable de tâtonnements et d'adaptation, les antioxygènes sont couramment utilisés.

Tout bien compté et contrairement aux apparences, le caoutchoutier gagnerait à ce que la vie du caoutchouc soit plus longue qu'elle ne l'est actuellement en moyenne. Cette merveilleuse matière est, en effet, bien loin d'atteindre la consommation à laquelle elle pourrait légitimement prétendre et le seul obstacle à une extension énorme de ses emplois se trouve être son altérabilité. C'est une observation de psychologie élémentaire que jeter un objet qui s'est détérioré avant d'avoir servi est un geste qui répugne même aux tempéraments les plus prodigues. Or, combien de fois chacun a-t-il accompli

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ce geste? Le caoutchouc pâtit du souvenir inconscient mais vivace qui en reste gravé dans la mémoire de tous.

Dans cet ordre d'idées, il est à remarquer que l'on ne se sert actuellement de caoutchouc que lorsqu'il est matériellement impossible de le remplacer par une autre matière. Le jour où le caoutchouc aura perdu sa fâcheuse réputation de matière périssable, non seulement on ne le repoussera plus, mais on le réclamera et chacun y trouvera son compte, manufacturiers comme usagers.

Il faut dire que cette opinion est celle de la plupart des industriels et ce qui en donnera une idée, c'est que la consommation de l'aniline est devenue moindre pour la fabrication des colorants synthétiques que pour celle d'adjuvants du caoutchouc, c'est-à-dire ensemble les accélérateurs et les antioxygènes. En France, la consommation d'antioxygènes a commencé à prendre un grand essor et se développe constamment.

D'une manière générale, d'ailleurs, nos techniciens se font un point d'honneur de tenir leur industrie au courant des derniers perfectionnements.

M. G. Noachovitch. — Le Dr Ch. Joyeux, professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, a préconisé, et le Dr Langeron, chef de Laboratoire à cette faculté, recommande le procédé suivant pour conserver intacts des objets en caoutchouc, notamment sous les tropiques : enfermer les objets dans un bocal de verre bouché à l'émeri et contenant des rognures de bougie. Selon ces auteurs, la présence de traces de stéarates suffit pour empêcher le caoutchouc de devenir cassant. Ils affirment que le résultat est excellent.

J'ai essayé moi-même ce procédé et il m'a semblé que le résultat était conforme à ce que Langeron mentionne dans son *Précis de microscopie*.

Peut-être les stéarates agiraient-ils, dans une certaine mesure, comme catalyseurs négatifs de l'oxydation? Il faut cependant remarquer qu'ici il n'y a aucun contact direct entre les rognures de bougie et la surface du caoutchouc.

M. Ch. Dufraisse. — N'ayant pas eu l'occasion d'expérimenter le procédé aux rognures de bougies, il m'est difficile d'exprimer une opinion à son endroit.

Mais il y a une remarque générale à faire au sujet des essais d'action stabilisante.

Il est indispensable, pour pouvoir en tirer des conclusions correctes, de disposer un témoin *rigoureusement identique* aux échantillons expérimentés et soumis *exactement au même traitement*, le facteur stabilisant envisagé mis

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à part; sans quoi, on est exposé à de graves erreurs, car les objets en caoutchouc ont, d'une fabrication à l'autre, même avec les plus grands soins pour reproduire des mélanges identiques, des différences de durée qui peuvent arriver à être assez considérables. On risquerait donc de prendre pour une action stabilisante ou détériorante ce qui n'est qu'une particularité de l'échantillon soumis à l'épreuve.

En tout cas, l'action des rognures de bougies enfermées en vase clos avec le caoutchouc ne doit pas être rapportée à une action absorbante vis-à-vis de l'oxygène. Dans la conférence sur le caoutchouc, signalée plus haut, on verra combien il est difficile d'arriver à protéger cette matière par raréfaction de l'oxygène autour d'elle.

M. A. Portevin. — Dans le problème de la corrosion des métaux et alliages, notamment dans les solutions aqueuses, où les phénomènes d'oxydation et d'aération interviennent d'une manière souvent prépondérante, n'apparaît-il pas, d'après votre exposé, que les antioxygènes doivent pouvoir jouer un rôle de premier plan, tant dans le mécanisme de l'attaque chimique que dans la recherche de la protection contre la corrosion?

M. Ch. Dufraisse. — Il est certain que des catalyses antioxygènes et prooxygènes interviennent dans beaucoup de corrosions. En particulier, l'action protectrice par effets antioxygènes n'est pas niable : M. Chaudron a fait des expériences démonstratives avec des antioxygènes types, tels les phénols.

On doit chercher dans le même phénomène la raison principale de l'efficacité spéciale de certains enduits organiques, car l'effet d'isolement, habituellement invoqué, est assez illusoire : les enduits organiques sont des gels, donc des solutions, et, comme toutes les solutions, ils dissolvent les gaz, l'oxygène atmosphérique tout comme les autres. Sans doute, la concentration de l'oxygène à l'interface métal-enduit se trouve-t-elle abaissée, à cause de la solubilité relativement faible des gaz dans les enduits; mais il est probable que les meilleures protections constatées sont celles où le film contient fortuitement quelque antioxygène.

Il serait rationnel d'aller plus loin et de considérer les métaux, ou leurs alliages en combinaisons définies, comme pouvant jouer les uns vis-à-vis des autres le rôle d'antioxygènes ou de prooxygènes.

Jusqu'ici, quand elles étaient observées chez les métaux, ces catalyses, surtout l'accélératrice, étaient interprétées par des phénomènes électriques. Ce n'est pas un motif pour les considérer comme faisant « bande à part » et comme n'étant pas assimilables aux effets antioxygènes et prooxygènes ordinaires : toutes les réactions ne reviennent-elles pas à des mouvements d'élec-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

trons, donc à des phénomènes électriques? Quand interviennent des réactifs à conductibilité métallique, ces déplacements de charges sont, en quelque sorte, canalisés, ce qui les rend plus perceptibles, mais le fond du processus chimique de l'oxydation reste le même que pour les autres matières oxydables et doit obéir aux mêmes lois.

M. E. LEMAIRE. — N'a-t-on pas cherché à utiliser les antioxygènes pour prévenir ou combattre les incendies? On emploie depuis peu de nouveaux produits d'ignifugation dont la composition est tenue secrète et qui paraissent très efficaces. Peut-être agissent-ils grâce à la présence d'antioxygènes?

M. CH. DUFRAISSE. — De travaux publiés en collaboration avec MM. Horclois, Vieillefosse et Le Braz, il se dégage que les phénomènes de combustion sont du ressort des antioxygènes, au même titre que les autres oxydations. Certains des produits déjà utilisés pour combattre le feu ont des propriétés antioxygènes manifestes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LE DÉCOUPAGE ÉCONOMIQUE DES SEMELLES DE CHAUSSURES [1]

par M. A. T. Mc Kay, *membre de la British Boot, Shoe and Allied Trades Research Association.*

Le but de cette note est de traiter un problème particulièrement important pour l'industrie de la chaussure, mais qui peut avoir des applications dans d'autres industries, telles que les industries du celluloïd et du caoutchouc, et celle des patrons.

Pour résoudre ce problème il faut arrêter une méthode pratique de procéder et, dans certains cas, établir les tables nécessaires pour son application courante.

Pour éviter le vague qui s'attache à des termes trop généraux, nous commencerons par donner une idée des besoins particuliers de l'industrie de la chaussure qui soulèvent ce problème.

Considérons d'abord l'étendue de la gamme des chaussures pour hommes produites dans une fabrique de chaussures. On y trouve en général, pour chaque pointure, une vaste série de genres différents dont chacun correspond à une forme différente, et, ordinairement, à des dimensions différentes de la « forme de la semelle » qui doit, finalement, être coupée ou détachée à l'emporte-pièce dans le cuir. Le nombre de ces formes différentes peut atteindre plusieurs centaines et certaines d'entre elles sont plus souvent demandées que les autres, suivant la vogue des différents genres auxquels elles correspondent. La méthode pratique pour découper les semelles dans le cuir consiste à faire usage de ce qu'on appelle le « couteau à découper ». Étant donné la dépense d'achat de ces couteaux, leur emmagasinage, les ennuis qu'entraîne la nécessité de les démonter constamment pour les changer, et beaucoup d'autres considérations pratiques, il est complètement impossible d'avoir pour chaque semelle un outil à découper donnant la forme exacte.

En général, il n'est pas possible d'avoir plus de trois outils à découper pour produire les plusieurs centaines de formes demandées. Il faut que ces outils à découper soient dessinés de telle manière que les déchets et, dans une certaine mesure, le temps nécessaire pour finir les semelles ébauchées et les amener à la forme désirée, soient aussi réduits que possible. Les formes des outils à découper doivent aussi répondre à des conditions pratiques et, dans l'industrie de la chaussure, on trouve généralement que le nombre de 2 ou 3 est le plus convenable.

Trouver le moyen de tracer ces outils à découper est le problème que nous allons traiter.

Supposons que nous ayons devant nous une collection de ces différentes formes découpées dans du papier raide et que chaque forme soit marquée d'un coefficient représentant sa valeur relative pour la vente; si nous devions aborder le problème par la méthode directe du tâtonnement (*trial and error*) nous devrions naturellement essayer de classer les formes, au juger, en deux ou trois groupes, suivant que le nombre fixé pour les couteaux sera de deux ou trois, de telle façon que les spécimens de chaque groupe, superposés avec soin, constituent, en quelque sorte, trois « formes types » donnant une perte de matière aussi faible que possible. En

(1) Traduit de l'anglais par M. Ch. de Fréminville.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pratique, il est à peu près impossible de faire ce classement en groupes avec une assurance quelconque que l'un des choix que l'on peut faire soit meilleur qu'un autre; au surplus, cette méthode ne prend pas en considération le facteur important du coefficient de vente, qui fait que l'un des types du groupe est plus important qu'un autre. Il est donc nécessaire de chercher une méthode de classement des modèles en groupes, qui permette de construire les formes-types. Une méthode qui a été appliquée avec succès est la suivante :

Puisque nous voulons réaliser des économies sur la surface du cuir employé, nous devons d'abord déterminer la surface de chaque forme, au moyen d'un planimètre ou par la méthode plus simple qui consiste à peser chaque forme en admettant que la densité du papier soit uniforme. En procédant ainsi, pour parler comme les statisticiens, nous faisons dépendre la *distribution brute* de l'aire des formes. On devra ensuite trouver l'aire moyenne des formes, et la déviation standard, qui est naturellement obtenue en prenant le carré de la différence entre l'aire moyenne et celle de chaque forme et, en additionnant tous ces résultats, en divisant par le nombre total de formes et finalement en prenant la racine carrée du résultat. On doit se souvenir qu'il faut faire entrer chaque forme dans ce compte autant de fois que l'indique le coefficient de vente.

I. — Supposons qu'il ait été décidé de n'employer que deux outils à découper. Il faut calculer de la façon suivante : Retrancher l'aire moyenne de celle de la plus grande forme et diviser le résultat par la déviation standard. Si nous appelons cette quantité x_2, en nous reportant à la table I, nous trouvons la valeur x_1 qui y correspond. Multiplions x_1 par la déviation standard et ajoutons le produit à la valeur moyenne. Cela nous donne l'aire limite pour le groupe inférieur. Si toutes les formes dont l'aire est inférieure à la dernière valeur sont combinées pour former le découpoir inférieur, et celles qui ont la valeur au-dessus sont combinées pour former le découpoir supérieur, les déchets de coupe des différentes formes avec les outils respectifs seront moindres que ceux qui résulteraient de toute autre sélection.

II. — La même façon d'opérer s'applique au cas de trois couteaux. Calculons la différence entre l'aire de la plus grande forme et la valeur moyenne, et divisons par la déviation standard. Dans la table II, prenons les valeurs de x_1 et x_2 correspondant à la valeur ci-dessus de x_3 (voir l'exemple ci-dessous). Multiplions x_1 par la déviation standard et faisons de même pour x_2. Nous obtenons ainsi les trois aires qui nous permettent de diviser les formes en trois groupes qu'on peut composer ensemble pour déterminer les trois formes maîtresses.

Exemple. — Pour montrer clairement la façon de procéder nous allons prendre un exemple du cas de trois découpoirs. Supposons que l'aire moyenne soit de 292,44 cm², et que la déviation standard soit 16,00. L'aire de la forme la plus grande est 334,00 cm². D'où l'on tire.

$$x_3 = \frac{334 - 292{,}44}{16} = 2{,}60.$$

En nous reportant à la table II, nous trouvons :

$-x_1$	x_2	x_3
0,13	1,003	2,636
0,14	0,985	2,586

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les valeurs correspondant à $x_3 = 2{,}60$ se trouvent placées entre les nombres donnés dans la première et la seconde rangée. En prenant la différence entre 2,636 et 2,586, soit 0,050, nous voyons que les valeurs qu'il nous faut sont les 36/50 de l'intervalle qui existe entre les valeurs de la première rangée. Nous avons donc :

$$x_1 = -\left(0{,}13 + 0{,}01 \times \frac{36}{50}\right) = -0{,}1372$$
$$x_2 = \left(1{,}003 - 0{,}018 \times \frac{36}{50}\right) = 0{,}990$$
$$x_3 = \qquad\qquad = 2{,}600.$$

Les trois aires limites sont donc :

$$-0{,}1372 \times 16 + 292{,}44 = 290{,}24 \text{ cm}^2$$
$$0{,}9900 \times 16 + 292{,}44 = 308{,}28 \text{ —}$$
$$2{,}6000 \times 16 + 292{,}44 = 334{,}00 \text{ —}$$

Pour conclure ce chapitre, il est nécessaire de signaler que la méthode ci-dessus suppose en réalité que la forme de l'aire la plus petite est entièrement contenue dans une forme d'une aire plus grande; en pratique, cette condition ne sera pas toujours complètement remplie; toutefois, dans la plupart des cas, la différence n'affectera pas sérieusement le résultat. Il faudra faire usage d'un peu de jugement quand il se présentera des formes d'une nature exceptionnelle.

Ayant maintenant traité le problème tel qu'il se présente dans la chaussure, et montré comment il faut procéder pratiquement, l'annexe suivante donne la théorie de l'établissement des tables et certaines considérations générales dont on peut faire usage en appliquant la méthode à d'autres problèmes.

ANNEXE.

Supposons que la fréquence des cas de formes ayant une aire comprise entre les limites de l et $l + \delta l$ soit donnée par l'expression $N\delta l = f(l)\delta l$.

Nous voulons trouver k outils à découper de surfaces maîtresses $l_1, l_2, \ldots l_k$, pour lesquelles $l_1 < l_2 < \ldots < l_k$ et telles que, quand les formes dont l'aire est moindre que l_1 sont coupées avec le couteau l_1, les surfaces d'une aire comprise entre l_1 et l_2 sont coupées avec le couteau l_2, etc., la perte de matière totale soit un minimum [2].

La perte P est donnée par les expressions suivantes :

$$\left.\begin{aligned} P &= \int_{-\infty}^{l_1} N(l_1 - l)\,dl + \int_{l_1}^{l_2} N(l_2 - l)\,dl + \ldots + \text{etc.} \\ &= \left\{ l_1 \int_{-\infty}^{l_1} N dl + l_2 \int_{l_1}^{l_2} N dl + \ldots \right\} - \int_{-\infty}^{l_k} N dl \end{aligned}\right\} \qquad [1]$$

et il faut que cette perte soit minimum. En prenant la différentielle par rapport à $l_1, l_2, \ldots l_k$, nous avons :

$$\left.\begin{aligned} N_1(l_2 - l_1) &= \int_{-\infty}^{l_1} N dl \\ N_2(l_3 - l_2) &= \int_{l_1}^{l_2} N dl \\ N_3(l_4 - l_3) &= \int_{l_2}^{l_3} N dl \end{aligned}\right\} \qquad [2]$$

(2) Pour les besoins du moment, on supposera que les formes sont telles que celle de la plus petite surface soit entièrement contenue dans celle de la surface plus grande; par exemple, des cercles, ou des rectangles avec un côté de longueur fixe.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il est évident que l'aire maximum est déterminée par l'aire la plus grande de la forme qui se présente dans la distribution brute; ainsi quand $f(l)$ et l_k sont donnés, li s'agit de résoudre les $(k-1)$ équations [2] pour trouver simultanément l_1, l_2, ... l_{k-1}. La première chose à faire est de trouver $f(l)$ et la meilleure manière de le trouver est d'appliquer à la distribution brute des aires en question la courbe type de Pearson. (3)

Cependant, dans beaucoup de cas rencontrés dans la pratique, la distribution approche assez de la normale ou forme Gaussienne pour tous les buts pratiques, et c'est le cas que nous considérerons maintenant. Soit

$$N = \frac{N_0 e}{\sqrt{2\pi}\,\sigma}^{-\frac{(l-a)^2}{2\sigma^2}} \qquad [3]$$

équation dans laquelle a est la moyenne et σ la déviation standard. En substituant dans les équations [2], et en écrivant, pour plus de commodité,

$$\left.\begin{aligned} \frac{l-a}{\sigma} &= x \\ \frac{l_n-a}{\sigma} &= x_n \\ \frac{N}{N_0} &= z \\ \frac{N_n}{N_0} &= z_n \end{aligned}\right\} \qquad [4]$$

le groupe d'équations simultanées devient :

$$\left.\begin{aligned} z_1(x_2-x_1) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{x_1} e^{-\frac{x^2}{2}}\,dx \\ z_2(x_3-x_2) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{x_1}^{x_2} e^{-\frac{x^2}{2}}\,dx \end{aligned}\right\} \qquad [5]$$

1er *Cas* : $k=2$. — Dans ce cas, il a été possible de construire la table I donnant les valeurs de x_1 pour les termes successifs des séries x_2. Cela n'a pas été facile mais en se servant des *tables de fonctions d'erreur* (4) le travail a été notablement facilité.

TABLE I.

(Ce sont les valeurs de x_1 qui sont données dans le corps de cette table.)

x_2 ↓ →	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0.7	0,8	0,9
0,0	0,$\overline{752}$	0,$\overline{683}$	0,$\overline{615}$	0,$\overline{549}$	0,$\overline{485}$	0,$\overline{422}$	0,$\overline{361}$	0,$\overline{301}$	0,$\overline{243}$	0,$\overline{187}$
1,0	0,$\overline{132}$	0,$\overline{079}$	0,$\overline{027}$	0,023	0,072	0,119	0,164	0,208	0,251	0,292
2,0	0,332	0,370	0,407	0,443	0,478	0,512	0,545	0,567	0,607	0,636
3,0	0,665	0,693	0,719	0,745	0,771	0,795	0,819	0,842	0,863	0,884

2e *Cas* : $k=3$. — Dans ce cas, il faut résoudre les deux premières équations [5] pour donner une série de valeurs de x_1 et x_2 portées dans la table en regard de x_3,

(3) Voir *Frequency Curves and Correlation*, par W. P. ELDERTON, (C. et E. Layton, London).

(4) *Tables for Statisticians and Biometricians*, par Karl PEARSON (The Cambridge University Press, Cambridge).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mais c'est une opération très difficile. La meilleure manière de procéder est la suivante :

Supposons que x_1 soit une quantité fixe, x_2 pourra être calculé directement à l'aide des tables *Error Function*. On calculera ensuite x_3 en partant de x_1 et x_2, en procédant d'une manière analogue. On peut alors construire la table II en répétant cette opération.

Pour trouver x_1 et x_2, quand x_3 est donné, il devient facile de faire les interpolations nécessaires. Il est avantageux de posséder la table sous la forme ci-dessous car, si plus tard, on demande de passer aux cas où $k=4$, 5, 6 etc., il est très facile de prolonger la table puisqu'on peut calculer x_4 quand x_2 et x_3 sont connus, de même x_5 quand x_4 et x_3 sont connus, et ainsi de suite.

TABLE II.

$-x_1$	x_2	x_3	$-x_1$	x_2	x_3
0,00	1,253	3,370	0,18	0,912	2,395
0,01	1,233	3,342	0,19	0,894	2,350
0,02	1,214	3,284	0,20	0,876	2,306
0,03	1,194	3,217	0,21	0,858	2,263
0,04	1,174	3,151	0,22	0,840	2,220
0,05	1,155	3,088	0,23	0,823	2,179
0,06	1,136	3,026	0,24	0,805	2,138
0,07	1,116	2,966	0,25	0,788	2,099
0,08	1,097	2,907	0,26	0,770	2,059
0,09	1,078	2,850	0,27	0,753	2,021
0,10	1,059	2,795	0,28	0,736	1,984
0,11	1,040	2,741	0,29	0,719	1,946
0,12	1,022	2,688	0,30	0,702	1,909
0,13	1,003	2,636	0,31	0,685	1,873
0,14	0,985	2,586	0,32	0,668	1,838
0,15	0,966	2,536	0,33	0,652	1,806
0,16	0,948	2,488	0,34	0,646	1,772
0,17	0,930	2,441	0,35	0,618	1,740

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1er CONGRÈS POUR LA SÉCURITÉ DE LA ROUTE
(Paris, 5-8 octobre 1933.)

Le 1er Congrès pour la Sécurité de la Route est dû à l'initiative de l'Institut général de Psychologie, de la Société d'Hygiène publique, industrielle et sociale, et du Parti social de la Santé publique (1); il a été organisé par le Prof. d'ARSONVAL, le Prof. BORDAS, le Prof. TANON, et M. Justin GODARD. Le Dr GODLEWSKI en était le secrétaire général.

Le Congrès a tenu ses séances à la Faculté de Médecine de Paris. Ses travaux étaient répartis entre cinq sections qui, en général, n'ont pas tenu leurs séances simultanément, de sorte que les congressistes ont pu assister à presque toutes. Ces sections étaient : 1° *Section de la Route*; président : M. LE GAVRIAN, Inspecteur général des Ponts et Chaussées; — 2° *Section de Mécanique*; président : M. P. DUMANOIS, Inspecteur général de l'Aéronautique, directeur des Services techniques de l'Office national des Combustibles liquides; — 3° *Section de la Législation et des Assurances*; président : M. Max HERMANT, président du Comité général des Assurances; — 4° *Section de Psychotechnique*; président : M. LAHY, chef du Laboratoire de Psychologie appliquée à l'École pratique des Hautes Études; — 5° *Section de Médecine*; président : M. le Dr TANON, professeur à la Faculté de Médecine de Paris

On trouvera ci-après le compte rendu, rédigé par leurs présidents, des travaux des deux premières sections, et, d'après M. Raymond NEVEU (*Annales d'Hygiène* de novembre 1933), le résumé des travaux des trois autres. Plusieurs des mémoires signalés dans ce résumé ont été reproduits dans les *Annales d'Hygiène* (numéros de novembre et de décembre 1933).

I. — Section de la Route,

par M. P. LE GAVRIAN, *Inspecteur général des Ponts et Chaussées, professeur à l'École nationale des Ponts et Chaussées, président de la Section de la Route au 1er Congrès pour la Sécurité de la Route.*

La Section de la Route avait mis à son ordre du jour l'étude de quatre grandes questions :

la sécurité de la route, dans ses rapports avec la constitution de la chaussée;

la sécurité de la route dans ses rapports avec la signalisation et le balisage des routes;

la sécurité de la route dans ses rapports avec la réglementation des dimensions, du poids et de la vitesse des véhicules;

la sécurité de la route dans ses rapports avec la surveillance et la police de la circulation.

Chacun de ces sujets avait été traité dans un rapport circonstancié, accompagné de conclusions motivées, par des rapporteurs choisis parmi les personnalités les plus compétentes en ces matières.

(1) Siège social : 90, avenue des Champs-Élysées, Paris (8e).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les rapports, imprimés et distribués à l'avance, devaient servir de base aux discussions devant le Congrès.

I. — CONSTITUTION DES CHAUSSÉES. — Le 1er rapport, rédigé par MM. les Ingénieurs en Chef des Ponts et Chaussées BOUTET et SCHWARTZ, examinait, *en fonction de la sécurité de la circulation*, les largeurs à attribuer aux chaussées, les procédés destinés à matérialiser efficacement et sans danger leurs limites, le bombement qui doit concilier le souci de l'écoulement des eaux avec celui de la stabilité des véhicules, le relèvement du profil transversal dans les virages en vue d'éviter les actions de la force centrifuge, dangereuse pour les voitures rapides; enfin, le problème si grave du dérapage et les procédés destinés à empêcher les chaussées de devenir glissantes.

Les tendances du Congrès se sont traduites par l'adoption des vœux et conclusions dont voici le texte :

Vœux et conclusions adoptés. — 1° Il serait désirable, pour assurer la commodité et la sécurité du passage d'un courant de véhicules automobiles, de considérer que, désormais, une dimension d'au moins 3 m de largeur de chaussée doit être recherchée;

2° Sur les routes à grande circulation, établies pour deux files de véhicules, le calibre devrait être porté à 7 m.

3° Il y aurait lieu à l'avenir, d'une part de contrebuter latéralement les chaussées et de les limiter par des revers pavés ou des bordures rustiques ou gazonnées; d'autre part de réaliser, dans toute la mesure possible, des accotements offrant une surface plane;

4° En ce qui concerne le bombement, il serait désirable de ne pas aller trop loin dans la voie de l'aplatissement des chaussées, étant entendu qu'en aucun cas le bombement (rapport de la flèche à la largeur totale) ne sera supérieur à 1/50;

5° Dans les virages, il y aurait lieu de pousser l'étude théorique et pratique de la forme transversale de la chaussée et notamment d'examiner si un profil à double courbure ne serait pas susceptible d'assurer la sécurité du côté du petit rayon comme l'assure le relèvement de la pente du côté opposé;

6° L'effort des ingénieurs doit tendre, avant tout, à réaliser d'une manière durable un revêtement non glissant. Les perfectionnements apportés depuis quelques années aux méthodes de construction des chaussées sont encore insuffisants à ce point de vue. Il est indispensable que les recherches et les expériences déjà entreprises soient poursuivies pour assurer une stabilité de route convenable à tous les éléments de circulation, à toutes les vitesses, par tous les temps, même au moment d'un coup de frein brutal.

II. — SIGNALISATION ET BALISAGE. — Le second rapport, sous la plume de MM. L. AUSSCHER, vice-président du Touring-Club de France, et J. BOULLOCHE, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, étudiait les buts de la signalisation, en discriminant les points sur lesquels elle doit porter, les qualités (visibilité de jour et de nuit, clarté) qu'elle doit présenter et les moyens de les réaliser, les principes qui doivent présider au choix des signaux (uniformisation nationale et internationale dans le cadre de la Convention de Genève de 1931), les lacunes ou les insuffisances actuelles et comment elles devraient être comblées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les propositions formulées par les rapporteurs, ont été, après discussion, transformées en vœux et en conclusions dont voici la teneur :

Vœux et conclusions adoptés. — Le Congrès :

1° appelle l'attention des Pouvoirs publics sur l'intérêt qu'il y a, du point de vue de la sécurité de la circulation, à hâter la réalisation d'une signalisation uniforme, et à l'étendre à toutes les voies publiques de France;

2° émet des vœux pour demander :

A. — 1) Que la Convention internationale de Genève de mars 1931 soit ratifiée le plus tôt possible par le Gouvernement français;

2) Que celui-ci demande au Parlement les moyens d'action nécessaires pour donner aux autorités chargées de la gestion des voies publiques le droit d'interdire toute signalisation établie soit sur un terrain privé, visible de la voie publique, soit sur les murs bordant la voie publique ou visibles de cette voie, et pour interdire l'emploi, en vue de la publicité, de pancartes ou panneaux pouvant, en raison de leur forme (disque, triangle) ou de leur couleur, être confondus avec les panneaux de signalisation;

B. — Que soient généralisés les signaux de prémonition;

C. — Que la question de la signalisation des passages à niveau soit enfin réglée, et que des expériences soient reprises et poursuivies, sur un grand nombre de passages à niveau, portant sur l'annonce de l'approche des trains;

D. — Que les dispositions envisagées et les règles adoptées sur les routes nationales pour un balisage uniforme, particulièrement l'établissement de lignes marquées sur les chaussées, ainsi que pour la signalisation des chantiers, soient appliquées à toutes les voies publiques de France, en vue d'une réalisation par étapes;

E. — Que là où un signal d'avertissement (triangulaire) doit être rendu lumineux la nuit, cette luminosité soit de teinte orange;

F. — Que le problème de l'éclairage des voies publiques, en dehors des agglomérations continue à faire l'objet d'études et d'expérimentations, tout à la fois du point de vue technique et du point de vue économique.

III. — VITESSES, DIMENSIONS ET POIDS DES VÉHICULES. — Le 3e rapport, établi par M. MONPROFIT, secrétaire général de la Fédération nationale de l'Automobile, du Cycle et de l'Aéronautique, et M. BOULY, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, présentait d'abord un résumé comparatif des réglementations sur le sujet en vigueur tant en France que dans les principaux pays de l'étranger et une statistique d'accidents de circulation avec une discrimination de leurs causes. Il examinait ensuite les mesures propres à réduire les pourcentages de ces accidents; les rapporteurs présentent des conclusions visant respectivement les moyens de contrôler les vitesses, les compléments à introduire dans les règlements quant aux longueurs, largeurs et poids des gros véhicules, sans omettre de les rattacher, le cas échéant, à la dimension des routes elles-mêmes.

Leurs propositions, après discussion par le Congrès, ont reçu la forme ci-après :

Vœux et conclusions adoptés. — Le Congrès :

A. — Estime que les prescriptions actuelles de la réglementation française relatives à la vitesse des véhicules sont susceptibles d'assurer une suffisante sécurité à la condition qu'elles soient strictement respectées;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

B. — Mais, constatant que les dites prescriptions sont trop souvent transgressées, particulièrement par les véhicules lourds;

Et considérant qu'il y a nécessité de munir ceux-ci d'organes de manœuvre répondant aux vitesses autorisées et, en outre, de réglementer la longueur de ces véhicules de poids lourds, ce qui n'a pas encore été fait jusqu'ici,

Émet le vœu :

1° que les dépassements des limites réglementaires de vitesse fassent l'objet d'une répression énergique et que l'on étudie d'urgence toutes mesures susceptibles de faciliter à cet égard la tâche de la police de la route (par exemple l'emploi sur les véhicules de poids lourds d'appareils enregistreurs de vitesses et d'appareils sonores signalant les dépassements des vitesses permises; l'obligation, pour les entreprises de transport, de n'établir que des horaires de marche compatibles avec les limites réglementaires de vitesse; le développement du système du paiement immédiat des amendes, etc;

2° que la réglementation de la longueur des véhicules actuellement à l'étude soit rendue effective dans le plus bref délai et, en particulier, qu'une limitation de vitesse de 50 km/h soit strictement imposée à tous les véhicules de plus de 8 m de longueur, comme elle l'est déjà pour les véhicules de plus de 2,20 m de largeur;

3° que la construction des véhicules de grande longueur s'oriente vers la recherche de formes arrière susceptibles d'atténuer le danger qu'ils présentent au moment des changements de direction;

4° que soit mise à l'étude la possibilité, pour les véhicules lourds, d'être munis d'appareils tels que les servo-freins et les servo-directions, destinés à en rendre la manœuvre plus sûre et plus rapide;

5° que les autorisations de circulation des véhicules de poids lourds soient soumises à un renouvellement périodique, à la suite d'une visite détaillée par l'Administration.

IV. — SURVEILLANCE ET POLICE DE LA CIRCULATION. — Le 4e rapport, préparé par MM. le lieut.-col. NICOLET, directeur de la Gendarmerie au Ministère de la Guerre, et le vicomte de ROHAN, président de l'Automobile-Club de France, traitait du renforcement des moyens actuellement créés pour l'exercice de la surveillance des routes et étudiait, en particulier, l'éventualité d'une aide bénévole que les usagers apporteraient eux-mêmes à la police officielle; il examinait ensuite : le contrôle des appareils d'éclairage, la nécessité de réglementer les services de transports sur routes de manière que les excès de vitesse n'y fussent plus possibles. Le rapport s'occupait également d'une meilleure règle pour la circulation des cyclistes afin de diminuer les risques d'accidents résultant de leur présence sur les chaussées parcourues par les automobiles. Enfin, il étudiait une importante innovation : la création de commissions départementales consultatives, dites « de sécurité », destinées à aider les agents des services de voirie et ceux de la police de la route de leurs conseils et, le cas échéant, de leur influence sur les diverses catégories d'usagers.

Après discussion, le Congrès a donné aux propositions des rapporteurs la forme ci-après :

Vœux et conclusions adoptés. — 1° Au sujet du transport des gendarmes par des automobilistes bénévoles, le Congrès exprime l'avis qu'un semblable concours,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour intéressant qu'il soit, ne pourrait être envisagé qu'après une étude complète des modalités par les services compétents et sous réserve que la responsabilité des transporteurs ne soit pas engagée;

2° Au sujet du fonctionnement des appareils d'éclairage, le Congrès émet le vœu que, dans chaque département, des spécialistes, désignés par les soins du Ministre des Travaux publics, soient chargés de procéder périodiquement, sur les routes, à la vérification des appareils d'éclairage B et AB en service sur les véhicules automobiles; cette mission serait exercée en collaboration avec les gendarmes de la police spéciale de la route qui appuieraient cette action de leur autorité;

3° Au sujet de la circulation des automobiles des poids lourds, le Congrès émet le vœu :

a) Que, pour les lignes automobiles assurant un service régulier de transport (voyageurs ou marchandises) suivant un itinéraire et un horaire fixes, une réglementation intervienne obligeant les entrepreneurs à soumettre à l'agrément de l'autorité administrative lesdits itinéraires et horaires;

b) Qu'un véhicule ne soit admis sur une route donnée que s'il peut être croisé ou dépassé par un autre véhicule de mêmes dimensions (largeur et longueur). Ce vœu implique le classement des routes en deux ou trois catégories, les véhicules n'étant admis, suivant leurs dimensions, qu'à circuler sur certaines d'entre elles (Analogie avec les ponts dont certains sont interdits aux véhicules pesant plus de *X* tonnes);

4° Au sujet de la circulation des cyclistes sur les chaussées, le Congrès émet le vœu que, en dehors des compétitions sportives au cours desquelles il appartient aux organisateurs de prendre toutes mesures utiles pour garantir la sécurité de la circulation, il soit interdit à plus de deux cyclistes de rouler côte à côte lorsqu'ils utilisent la chaussée en rase campagne; les deux cyclistes doivent se mettre en file dès qu'ils sont avertis qu'une voiture va les dépasser;

5° Au sujet de l'utilité d'organismes qui, à côté des services de police et de surveillance, auraient pour objet de mieux faire connaître les obligations qui incombent aux usagers de la route, le Congrès émet le vœu : que, dans les départements, soient organisées des commissions dites de sécurité routière qui fonctionneraient :

a) comme centres d'études, où seraient recherchées les causes des accidents et leurs remèdes;

b) comme centres de propagande, pour diffuser les mesures propres à assurer l'application de ces remèdes et le respect des règlements concernant la sécurité de la route. La composition de ces commissions, dont le Préfet serait le président, serait à déterminer de manière qu'y fussent représentés les services chargés de la voirie, les services s'occupant de la police de la route et les principales associations d'usagers de la route, etc.

REMARQUES D'ENSEMBLE SUR LES CONCLUSIONS FORMULÉES PAR LE CONGRÈS.

La lecture des conclusions et des vœux adoptés dans la Section de la Route fait ressortir deux sortes de constatations concernant :

A. — *Dans le domaine de la construction des routes et de leur adaptation à la circulation moderne* : les progrès considérables réalisés depuis quelques années par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ÉTAT STATISTIQUE DES ACCIDENTS DE TOUTE NATURE, DUS A LA
Seine-et-Oise, Seine-et-Marne, Seine-Inférieure, Nord, Moselle,

CAUSES	AUTOMOBILES			AUTOCARS		
	1930	1931	1932	1930	1931	1932
Imputables aux véhicules :						
Freins défectueux	63	49	42	4	1	1
Ruptures de la direction	46	43	34	2	3	2
Dérapages	210	196	249	—	2	6
Déjantages	6	8	4	2	1	—
Éclatements de pneus	49	40	28	1	—	—
Usure	10	7	6	—	—	—
Divers	»	1	1	—	—	—
	384	344	364	9	7	9
Imputables aux conducteurs :						
Excès de vitesse	658	659	551	8	—	—
Dépassements	1.049	1.060	1.075	16	17	16
Croisements	777	765	817	7	16	50
Phares aveuglants	189	160	150	4	4	24
Éclairage insuffisant	164	165	153	—	2	4
Inobservation du Code aux croisements et dans les tournants	1.445	1.350	1.263	17	17	6
Incapacité du conducteur	148	148	139	5	5	28
Ivresse du conducteur	73	65	66	—	—	2
Maladie du conducteur	15	15	19	—	—	1
Inattention ou imprudence	6	2	7	—	—	—
	4.524	4.389	4.240	57	70	131
Imputables aux cyclistes :						
Cyclistes non éclairés	71	70	74	—	—	1
Cyclistes insuffisamment éclairés	24	32	29	—	—	—
Cyclistes s'étant jetés sous le véhicule	487	504	482	44	5	2
Inobservation du Code	4	7	8	—	—	—
	586	613	593	4	5	3
Imputables aux piétons :						
Infirmités (surdité, cécité, etc.)	38	50	55	—	2	3
Ivresse	56	53	63	—	1	—
Défaut d'attention ou mauvaise volonté	347	313	276	2	3	4
Enfants s'étant jetés sous le véhicule	279	240	279	4	4	3
	720	656	673	6	10	10
Imputables à des causes diverses :						
Chaussées en mauvais état	22	17	23	—	—	—
Chaussées glissantes	80	103	74	4	2	5
Véhicules hippomobiles	278	236	223	2	4	4
Animaux	113	118	71	2	—	1
Obstacles sur la voie	61	55	51	1	4	1
Divers	217	228	262	1	4	7
	771	757	704	10	14	18
TOTAL GÉNÉRAL	6.985	6.759	6.574	86	106	171

NOTA. — Pour chaque année envisagée, les statistiques se rapportent à la période du 1er janvier

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CIRCULATION AUTOMOBILE, CONSTATÉS DANS LES 10 DÉPARTEMENTS SUIVANTS :
Saône-et-Loire, Bouches-du-Rhône, Maine-et-Loire, Puy-de-Dôme, Gironde.

CAMIONS			MOTOCYCLETTES AVEC OU SANS SIDE-CAR			OBSERVATIONS
1930	1931	1932	1930	1931	1932	
30	30	28	4	2	2	
14	13	23	4	6	7	
32	45	51	26	29	33	
1	2	7	2	1	6	
1	5	2	3	1	8	
6	4	2	2	3	—	
—	—	—	—	—	—	
84	99	113	41	42	54	1.550, soit 6 p. 100.
65	65	64	180	182	162	
155	179	212	116	132	124	
139	142	193	88	93	68	
16	10	25	9	10	12	
57	59	74	36	35	52	
188	192	184	202	203	203	
35	31	42	65	49	74	
12	11	12	8	16	20	
1	1	3	6	6	8	
—	—	—	—	—	—	17.738, soit 67 p. 100.
668	690	810	710	726	723	
2	4	7	3	—	5	
2	4	3	3	2	—	
32	23	21	30	18	34	
—	—	1	2	—	1	
36	31	32	38	20	40	2.001, soit 7 p. 100.
3	1	5	8	4	9	
2	—	3	6	3	5	
18	14	26	28	37	31	
28	24	21	17	12	21	
51	39	55	59	56	66	2.401, soit 9 p. 100.
7	6	2	6	6	9	
10	12	13	13	11	9	
17	18	21	24	24	25	
6	7	7	14	18	20	
11	12	6	6	9	10	
43	38	74	23	22	31	
94	93	123	86	90	104	2.864, soit 11 p. 100.
933	952	1.133	934	934	987	26.554

au 31 décembre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les services de voirie et notamment par les services des Ponts et Chaussées sur les routes nationales qui constituent, en fait, les voies de circulation principales; les efforts continus et persistants accomplis dans le domaine de la technique pour l'amélioration des méthodes et des résultats; la convenance de poursuivre les mêmes efforts en vue de poursuivre un perfectionnement rendu désirable par l'accroissement constant du nombre des véhicules qui sillonnent les routes et leur vitesse de marche.

B. — *Dans l'usage qui est fait des routes* : la convenance d'une fixation plus complète des éléments primordiaux de la constitution des véhicules : poids et dimensions, en fonction de la résistance de la voie de circulation et de ses possibilités de débit; et surtout la nécessité d'un renforcement des moyens dont disposent les services chargés de la surveillance et de la police de la route, afin de faire effectivement respecter par tous les usagers les règlements de circulation et d'empêcher notamment les excès de vitesse et les infractions aux dispositions du Code de la Route, causes d'accidents dont les conducteurs raisonnables sont trop souvent les victimes.

II. — Section de Mécanique,

par M. P. DUMANOIS, *membre du Conseil de la Société d'Encouragement, président de la Section de Mécanique au 1er Congrès pour la Sécurité de la Route.*

Le Congrès pour la Sécurité de la Route a été créé sur l'initiative : du Prof. D'ARSONVAL, de M. Justin GODARD et de notre collègue du Conseil de la Société d'Encouragement, le Prof. BORDAS. Ce congrès venait à son heure. Devant le développement pris par l'automobile ces dernières années et étant donné la publicité faite aux accidents d'automobiles dont un certain nombre d'ailleurs prennent l'allure de véritables catastrophes, il était nécessaire d'examiner objectivement le problème même de la sécurité.

Il est évident qu'il dépend essentiellement de trois facteurs : la route, le véhicule, le conducteur. Une section spéciale présidée par M. LE GAVRIAN, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, était consacrée à la route. Nous présidions celle qui avait pour but l'étude de la sécurité du véhicule. En cette matière, on ne saurait séparer le véhicule de l'utilisateur, d'où deux grands rapports qui s'imposaient tout naturellement : l'un relatif à la sécurité de la mécanique proprement dite, l'autre relatif à la sécurité résultant de la façon dont cette mécanique est utilisée. Une statistique précise sur un aussi grand nombre d'accidents catalogués par causes constituait la transition naturelle entre ces deux rapports.

Les deux rapports ont été établis par M. PETIT, le technicien bien connu de l'automobile. Les statistiques ont été faites sous la direction du colonel NICOLET, directeur de la Gendarmerie, avec la collaboration de ses services, en vue précisément du Congrès. Ces statistiques ont porté sur les accidents qui se sont produits pendant les années 1930, 1931 et 1932, dans dix départements. Les accidents ont été rangés par causes, et ces causes ont été elles-mêmes classées en catégories.

Une statistique est toujours discutable. Cependant, quand elle s'exerce sur un nombre assez grand, on peut considérer qu'elle a une signification. Nous pensons qu'il est utile de l publier *in extenso* (voir pages 132 et 133).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Une première remarque consolante s'impose, c'est que le nombre total des accidents va en diminuant alors que le nombre des véhicules augmente.

Examinons maintenant la partie relative aux automobiles de tourisme. Si l'on considère les accidents dus au matériel, on constate que ceux-ci vont constamment en décroissant, d'année en année, non seulement comme nombre mais comme proportion. On peut donc affirmer qu'il y a une progression constante de la qualité du matériel.

Si, en effet, on fait abstraction, dans les accidents imputables aux véhicules de ceux dus au dérapage, pour ne conserver que ceux qui sont notoirement dus au matériel : freins défectueux, rupture de direction, éclatement des pneumatiques, usure et déjantage, on trouve les chiffres suivants : 1930, 174; — 1931, 148; — 1932, 115, sur un total d'accidents qui, pour les mêmes années, est 6985, 6759, et 6570, soit des pourcentages de 2,4; — 2,2; — 1,8.

S'il est juste de reconnaître que ces accidents, qu'il s'agisse de freins défectueux, de rupture de direction, de déjantage, d'éclatement de pneumatiques, ont ordinairement des conséquences graves, il n'en reste pas moins que leur proportion est infime. Il est d'ailleurs intéressant de remarquer à ce propos que, aussi bien dans le rapport présenté par M. Petit sur la sécurité du véhicule, que au cours des discussions qui ont suivi, on s'est borné à parler d'améliorations, sans qu'aucune critique sérieuse ait été faite sur la construction proprement dite. C'est le plus bel éloge de la construction automobile française. Les freins ont particulièrement retenu l'attention, en ce sens que le désir s'est affirmé une fois de plus de réaliser des freins aussi énergiques que les freins existants, mais permettant d'éviter le calage en toutes circonstances. En fait, avec le développement de l'automobile, la fabrication en grande série et la concurrence actuelle, le problème se pose pour le constructeur de faire le moins cher possible, et l'on peut dire le mieux possible pour le moins cher possible. Il est bien évident que le mieux possible n'est pas toujours le mieux.

Si l'on examine maintenant la seconde partie de la statistique, elle montre, au contraire, que la part des accidents dus aux conducteurs a une importance de beaucoup prédominante, puisqu'elle atteint respectivement : 4.524 pour l'année 1930; — 4.389 pour 1931 et 4.240 pour 1932, correspondant à des pourcentages de 64,5 — 64,9 et 64,5, c'est-à-dire sensiblement constants.

Il en est de même si l'on considère le pourcentage des accidents dus aux cyclistes : 8,4; — 9 — 9, aux piétons : 10,3; — 9,7 — 10,2, et aux autres causes : 11 — 9,7 — 10.

Si l'on examine maintenant la partie de la statistique relative aux camions, moins probante parce que se référant à un nombre beaucoup plus faible d'accidents, on constate que les pourcentages des accidents dus au matériel dans les mêmes conditions, 8,3 — 9,9 — 9,9, sont sensiblement plus élevés et qu'ils ne marquent pas une tendance à la décroissance; ceux qui sont dus aux conducteurs sont également plus forts : 71 — 72 — 71. Par contre ceux qui sont dus aux cyclistes : 3,8 — 3,2 — 2,8, et aux piétons : 5,4 — 4 — 3, sont sensiblement moins élevés et vont en diminuant : cela tient certainement au respect systématique qu'impose sur la route la masse du véhicule poids lourd, respect forcé, qui, d'ailleurs, ne va pas dans l'âme de certains automobilistes sans une certaine rancœur.

Ce qu'il y a de commun dans les deux statistiques, c'est la proportion considérable d'accidents dus au conducteur de la machine.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les conclusions à tirer de ces constatations sont que, d'une part, la construction automobile française donne satisfaction au point de vue de la sécurité, et, d'autre part, que c'est essentiellement de la discipline du conducteur, de son observation du Code de la Route, et, l'on peut dire, de sa courtoisie, ainsi que la façon dont le véhicule est entretenu, que dépend l'augmentation la plus notable de la sécurité de l'automobile.

III. — Section de la Législation et des Assurances.

Les risques accidentels, par M. Charles MAZE, sous-directeur de la Compagnie d'Assurances « La Nationale ». — L'auteur demande : que la délivrance du permis de conduire les véhicules affectés au transport en commun soit subordonnée à un examen psychotechnique complétant l'examen médical ; que le droit de priorité soit exactement défini ; que les freins soient l'objet de vérifications périodiques ; que l'usage des verres de sécurité soit rendu obligatoire et qu'une nouvelle loi définisse et limite la responsabilité des chauffeurs. Il préconise l'éducation des usagers de la route au moyen « de campagnes de sécurité », et demande au Congrès de voter des félicitations à M. Chilocque pour la belle campagne qu'il a organisée dans la région de Parthenay.

Avantages économiques et financiers de la suppression des passages à niveau, par M. MOUTIER.

La Chambre arbitrale des Automobiles et des Transports, par M. POUPARD.

VŒUX DE LA SECTION DES ASSURANCES.

A. — Au point de vue de la prévention des accidents et plus spécialement :

a) *Du conducteur* :

Que la délivrance du permis de conduire des véhicules affectés aux transports en commun des voyageurs à titre onéreux, soit subordonnée à un examen psychotechnique complétant l'examen médical actuellement exigé ;

Que le retrait temporaire du permis de conduire donne lieu à une publicité spéciale, consistant à modifier provisoirement la forme du permis lorsqu'il est restitué à son titulaire.

b) *Des divers usagers de la route* :

Que le droit de priorité soit exactement défini et ne comporte désormais aucune restriction lorsqu'il s'agit de la priorité de la route ;

Que l'éducation des divers usagers de la route soit méthodiquement entreprise, et notamment au moyen de campagnes de sécurité.

c) *De la voiture* :

Que la recherche des appareils permettant d'éviter l'éblouissement soit activement poursuivie et que l'usage des appareils dont l'efficacité aura été reconnue soit imposé à toutes les voitures neuves ;

Que l'usage des verres de sécurité soit rendu obligatoire.

B. — Au point de vue de la réparation pécuniaire des accidents :

Que l'assurance obligatoire soit écartée ;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Que le fonds de garantie prévu par l'article 2 du projet de loi n° 3.967 soit alimenté dans les conditions prévues par la proposition de loi de M. Largier, député;

Qu'une loi nouvelle définisse, en lui imposant une limite maxima, la responsabilité civile des conducteurs de véhicules à moteur.

IV. — Section de Psychotechnique.

Psychologie et aptitude professionnelle, par M. J. COURTIER, directeur de l'Institut psychologique. — L'auteur montre que la psychologie peut suggérer des directives que les bénéficiaires du permis auraient intérêt à prendre en considération.

L'examen psychotechnique, par M. LAHY. — L'auteur expose les méthodes de la psychotechnique actuellement appliquées à la Société des Transports en Commun de la Région parisienne (S. T. C. R. P.), à divers réseaux de transports en commun, au réseau du Chemin de fer du Nord, et dont l'extension est prévue à tous les transports en commun sur route, ainsi qu'aux messageries dites « poids lourds ».

Application de la méthode psychotechnique à la S. T. C. R. P., par M. BACQUEYRISSE, directeur général de la S. T. C. R. P. — Cette application a donné les résultats suivants :

Les accidents causés à Paris par les voitures automobiles (voitures privées, taxis, autocars et camions) ont augmenté de 145 p. 100 entre les années 1923 et 1932, alors que les accidents causés par les autobus et les tramways ont diminué de 30 p. 100 pendant la même période, ce qui montre que, sur la route, grâce à la S. T. C. R. P., malgré l'augmentation très rapide du nombre de véhicules et malgré la circulation beaucoup plus dense, le nombre des accidents imputables aux conducteurs d'autobus et de tramways diminue dans de très notables proportions.

Or, les statistiques actuelles montrent que, sur la route, le nombre des voitures et surtout des poids lourds augmente dans une proportion considérable et que le nombre d'accidents croît beaucoup plus que celui des voitures.

L'exemple de ce qu'a fait la S. T. C. R. P. pour la région parisienne doit intervenir dans le plus bref délai possible pour parer à l'accroissement inquiétant des accidents de la route.

La fatigue des chauffeurs de poids lourds, par MM. G. DELAVILLE et B. LAHY. — Les chauffeurs qui conduisent pendant 12 heures consécutives arrivent rapidement à un épuisement physiologique préjudiciable à leur santé et dangereux pour les usagers de la route.

Mme KORNGOLD rend compte d'une *application de la sélection psychotechnique à une entreprise moyenne de transports publics* et montre l'accord de la sélection psychotechnique avec la valeur professionnelle.

M. R. HUSSON parle de l'*emploi des méthodes statistiques dans l'application de la psychotechnique* et montre que, malgré la difficulté qu'elles présentent, elles permettent, d'une part, d'assurer la précision des mesures expérimentales et, d'autre part, de tirer de ces mesures les prévisions nécessaires pour la sélection.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

V. — Section de Médecine.

Les chauffeurs désirables et indésirables, par le Dr Henri GODLEWSKI. — La sélection médicale des chauffeurs vise à dépister les tares jugées les plus incompatibles avec la sécurité de la route, tares d'ordre pathologique, physiologique et psychologique.

L'ensemble des éliminations auxquelles toutes les sélections aboutissent, y compris la sélection des examens de capacité technique, laisse à la circulation de la route des chauffeurs qui sont, en très grande majorité, excellents; il faut les protéger contre les chauffards. Ceux-ci se jugent à l'œuvre. L'observation des chauffeurs accidentés, devenus dangereux, montre que leurs sinistres graves sont presque toujours précédés d'incidents matériels, bénins mais caractéristiques.

L'observation de ces caractéristiques par les compagnies d'assurances, par les entreprises publiques et privées peut donc aider beaucoup à la prévention.

Un bon chauffeur qu'une circonstance fortuite mettrait sous le coup de la menace du retrait du permis de conduire, aurait le plus grand intérêt à produire un relevé de dossier — assurances, accidents — qu'un chauffard ne pourrait pas présenter.

Par l'extension des mesures de contrôle et de surveillance des accidents, sous la vigilance des services publics et des administrations privées, il est donc possible d'atteindre et de prévenir les sinistres dus aux mauvais conducteurs et de protéger ainsi de leurs méfaits l'immense majorité des excellents chauffeurs qui sillonnent nos routes.

L'examen médical des candidats à la conduite des véhicules lourds, par le Dr H. CAMBESSÉDÈS. — L'auteur étudie l'examen médical des candidats à la conduite des poids lourds, et expose le résultat de ses constatations après plus de 5.000 examens à la Préfecture de Police. Il propose d'accorder et de refuser temporairement le permis, l'état psychophysiologique des chauffeurs étant sujet à variations.

Le fonctionnement du contrôle médical des chauffeurs de transports en commun et de poids lourds dans le département de la Seine, par le prof. L. TANON et M. R. NEVEU. — Depuis le 15 septembre 1930, ce service fonctionne à la Préfecture de Police. Le contrôle a été étendu aux chauffeurs de poids lourds à la suite d'un arrêté du Ministre des Travaux publics en date du 23 janvier 1933. Dans les six derniers mois, 114 chauffeurs ont été reconnus inaptes et plus de 300 ont été obligés de corriger leur vue au moyen de verres appropriés. Ces chiffres montrent l'utilité du contrôle médical, mais il faudrait que ce contrôle fût périodique.

Recherche de la tension artérielle rétinienne chez les candidats au permis de conduire, par MM. J. MICHAUX et R. TARGOWLA. — Cette recherche, d'exécution facile, est fort utile chez les commotionnés, les blessés du crâne, les émotifs, les épileptiques, etc. Son application à certains candidats faciliterait le dépistage des conducteurs à éliminer en apportant un élément positif et contrôlable à un diagnostic rendu d'autant plus difficile que les intéressés ne s'efforceront pas de la faciliter.

Sécurité de la route et otologie, par M. le Dr F. BONNET-ROY. — L'étude de la capacité auditive doit tenir compte de la valeur fonctionnelle du candidat, l'état anatomique de l'appareil auriculaire n'intervenant qu'à titre accessoire. Elle doit

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

permettre, au minimum, la perception de la voix parlée à 5 m par les conducteurs de poids lourds et des véhicules collectifs. L'examen de l'appareil d'équilibration, particulièrement important chez les anciens commotionnés et les anciens blessés du crâne, doit être pratiqué complètement chaque fois qu'un doute s'élève sur son intégrité et pratiqué en collaboration par l'otologiste, le médecin de médecine générale et le neurologiste.

Conditions d'aptitude visuelle à la conduite d'une automobile, par M. FAVORI. — Le taux de l'acuité visuelle centrale exigé des chauffeurs est très différent suivant les auteurs et les pays. Il semble que l'on puisse trouver une moyenne entre les deux extrêmes 0,35 et 1. Le borgne doit être éliminé; mais il n'y a pas lieu d'éliminer le strabique. Les paralysies des muscles oculaires amenant de la diplopie doivent, de ce fait, entraîner l'inaptitude. Les affections du nerf optique et une grande diminution du champ visuel doivent être éliminatoires.

Refus du permis de conduire aux chauffeurs atteints de maladies nerveuses, par M. LÉVY-VALENSI. — On doit systématiquement refuser : les hystériques à crises, les épileptiques, les psychopathes, à l'exception de quelques intermittents qui devront subir une visite périodique, les alcooliques chroniques et les sujets atteints de maladies évolutives du système nerveux.

Le Prof. TANON apporte sur ce point le résultat de ses observations personnelles.

M. TARGOWLA ne partage pas entièrement l'avis de M. Valensi, tout au moins en ce qui concerne le tabes. Il est assez difficile d'éliminer un petit tabétique fruste. Tout le monde est d'accord sur la sclérose en plaque, et cependant, certaines scléroses en plaque sont sujettes à des rémissions. Certains parkinsoniens ne sont pas incommodés par l'automobile et sont de bons chauffeurs. Il pense, en revanche, qu'il faut être très sévère pour les artério-scléreux cérébraux. Certains variqueux ne sont pas toujours capables de remuer facilement les jambes. Certains paralytiques généraux, soignés par la malariathérapie, peuvent, à un certain moment, être autorisés à reprendre le volant. Il cite à ce sujet le cas d'un officier aviateur qui a été, après traitement, autorisé à voler à nouveau sans inconvénient.

Le Dr Godlewski montre que M. Lévy-Valensi vise surtout le contrôle médical des candidats au permis de conduire des poids lourds et des transports en commun. Il y aurait donc lieu de faire une revision périodique des listes pathologiques.

L'éclairage des routes, par M. SUQUET.

Les réactions psychomotrices visuelles en relation avec l'éblouissement, par M. FAILLIE.

M. BONNET-ROY demande qu'on modifie la *réglementation des phares-codes*, et montre les dangers de l'éblouissement. Le Dr GODLEWSKI appuie cette demande.

M. BICHELONNE présente un rapport sur les conditions d'*aptitude visuelle dans l'armée, la marine* et certaines administrations.

M. BOURGUIGNON, directeur du Laboratoire d'Electrophysiologie de l'École des Hautes Études, montre l'intérêt de la mesure des *chronaxies vestibulaires dans l'examen des chauffeurs*. M. RAMADIER insiste sur l'utilité de ces mesures et demande au Congrès d'en proposer la généralisation.

Le Prof. Tanon présente une note de M. CABET sur *la priorité et* sur *l'éclairage*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

aux croisements, et une note de M. AVRIL sur *la route nationale de demain*; en attendant des auto-routes, il faut modifier les routes avec pistes.

Le Prof. CAZENEUVE et le Prof. TANON demandent que les constructeurs n'augmentent pas la longueur des véhicules.

M. BARBANCHON fait une communication sur *la sécurité routière et* sur *les boîtes de secours.*

VŒUX DES SECTIONS DE MÉDECINE ET DE PSYCHOTECHNIQUE.

Que soit précisée la classification des cas d'élimination des candidats au permis de conduire suivant les classes où ils doivent entrer; qu'à côté des acceptations et des refus définitifs, soient prévus des classes de refus et d'acceptations temporaires et l'ordre de grandeur des délais à prévoir pour revenir sur le refus ou l'acceptation.

Doivent être éliminés :

1° Les sujets atteints de maladies évolutives du système nerveux et ceux dont les lésions fixées sont incompatibles, même après appareillage, avec la conduite d'un véhicule automobile;

2° Les hystériques à crises;

3° Tous les épileptiques;

4° Tous les psychopathes, à l'exception de quelques intermittents qui devront subir des visites rapprochées;

5° Les alcooliques chroniques, les sujets à ivresse récidivante;

6° Il y a utilité à instituer des visites périodiques, car tel candidat sain et sobre aujourd'hui peut être malade ou alcoolique demain. A la suite de ce vœu, conforme d'ailleurs à ceux qui ont été émis dans le même sens par d'autres sections, il est proposé :

une visite médicale tous les cinq ans;

la réglementation du travail des chauffeurs professionnels en vue d'éviter un surmenage dangereux pour la sécurité;

pour les chauffeurs de services publics et de poids lourds, la nécessité d'une sélection psychotechnique subordonnée à la sélection médicale ou réciproquement;

la revision périodique de la liste administrative des tares pathologiques;

à toutes fins utiles, et particulièrement dans l'éventualité d'une sanction pénale ou administrative, inviter les bons conducteurs à posséder le dossier rétrospectif de leurs accidents et à le produire devant les experts.

***

Dans la réunion plénière de clôture, il fut décidé que tous les vœux émis par le Congrès pour la Sécurité de la Route seraient adressés à la Société des Nations.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE DU 13 JANVIER 1934

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

La séance est ouverte à 17 h.

Est présentée pour devenir membre de la Société et admise séance tenante :

l'AMICALE DES DESSINATEURS EN CARROSSERIE, 108, rue Saint-Lazare, Paris (8e), présentée par M. Lemaire.

M. Alfred MONNIER, vice-président du Syndicat des Fabricants français de Lampes électriques, lauréat de la Société, qui était déjà membre ordinaire, s'est fait inscrire comme membre à vie.

M. ALBY, *président*. — J'ai le très vif regret de vous annoncer la mort, survenue le 20 décembre, de M. Gabriel JOSSIER, qui faisait partie de notre Conseil, au titre du Comité des Arts chimiques, depuis 1924. Notre collègue était âgé de 82 ans.

Ingénieur des Arts et Manufactures, sorti de l'École centrale en 1872, M. Jossier a consacré toute son activité à la tannerie et à l'industrie du cuir et des peaux.

Après 25 ans de pratique industrielle, il fut nommé par ses confrères président de la Chambre syndicale des Cuirs et Peaux de Paris, fonction qu'il remplit jusqu'en 1932, date à laquelle, en raison de son grand âge, il dut renoncer à toute activité, et fut nommé président honoraire de ce Syndicat.

Dès sa nomination à cette présidence, M. Jossier s'occupa, avec beaucoup de compétence et de dévouement, des intérêts généraux de son industrie, et c'est à juste titre qu'il fut nommé successivement secrétaire du Jury à l'Exposition de 1900, puis membre et président de la Classe des Cuirs à différentes expositions où cette industrie a tenu une place importante.

S'étant rendu compte de la nécessité d'appuyer la pratique industrielle sur des travaux scientifiques, M. Jossier a aidé à créer à Lyon, en 1898, une École française de Tannerie, dépendant de l'Université de Lyon, destinée à former des ingénieurs techniques et à coordonner les travaux de chimie appliquée à l'industrie des cuirs et des peaux.

Dirigée d'abord par M. Léo Vignon, actuellement par M. Meunier, cette école a vite prospéré; aussi fut-elle bientôt reconnue par le Sous-Secrétaire

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de l'Enseignement technique. Les élèves qu'elle forme sont initiés aux travaux de laboratoire et mis au courant des études faites en France et à l'étranger.

M. Jossier se préoccupa aussi de l'amélioration des matières premières employées dans son industrie, notamment : de la conservation des peaux en poil et des méthodes de salage (les accidents causés par cette opération faite dans de mauvaises conditions, occasionnant des taches sur le cuir), de l'étude des qualités et de l'analyse des extraits tannants. Il a organisé la lutte contre le varron, insecte dont la piqûre, douloureuse pour les animaux, détériore en même temps les peaux. L'association qu'il a créée et subventionnée dans ce but, et dont il fut nommé président, obtint des résultats importants, qui ont été exposés dans le *Bulletin* [1].

M. Jossier s'est occupé aussi de nombreuses autres questions d'intérêt général, notamment : de l'épuration des eaux résiduaires déversées dans les cours d'eau ; de la lutte contre une maladie professionnelle, celle de l'anthrax, ou charbon, dont les germes existent souvent dans les peaux importées. Si on n'a pas encore trouvé un moyen de stériliser les peaux d'une façon satisfaisante, du moins les efforts de M. Jossier ont-ils abouti à faire connaître un traitement de la maladie qui empêche qu'elle soit mortelle.

Je crois devoir vous rappeler que, grâce à la collaboration de M. Jossier, avant qu'il ne fût des nôtres, son Syndicat a étudié, ou fait étudier en collaboration avec notre Société, de nombreuses questions, scientifiques ou techniques, se rattachant à la tannerie. Plusieurs mémoires rendant compte de ces travaux ont été publiés dans notre *Bulletin* dans les années qui ont précédé la guerre.

Depuis son entrée dans notre Conseil, M. Jossier a rédigé de nombreux rapports ou mémoires et nous a fait traiter en séance publique, par des conférenciers choisis, des questions du plus haut intérêt et se rattachant à l'industrie des peaux.

Nous perdons en lui un de nos plus dévoués collaborateurs.

Notre regretté collègue était chevalier de la Légion d'honneur.

Nous adressons à Mme Jossier et à ses enfants nos très vives condoléances.

M. Alby, *président*. — En payant sa cotisation pour l'année 1934, notre collègue M. José V. Diaz Valentin, de Rosario (Argentine) nous a versé 35 fr. Nous sommes particulièrement touchés par le témoignage de sympathie donné ainsi à notre Société par ce collègue éloigné. Nous l'en remercions très sincèrement.

(1) Voir le *Bulletin* d'octobre 1923, p. 1.001, et d'octobre 1928, p. 757.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Ch. de FRÉMINVILLE et G. WERY, *secrétaires généraux*, présentent et analysent des ouvrages entrés récemment dans la Bibliothèque.

M. de FRÉMINVILLE présente les ouvrages suivants :

Œuvres complètes d'Augustin Cauchy, publiées sous la direction scientifique de l'Académie des Sciences et sous les auspices de M. le Ministre de l'Instruction publique. IIe série, Tome XIII. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 55, quai des Grands-Augustin (6e), 1932;

La construction navale en France, par Emmanuel VERGÉ (Chambre Syndicale des Constructeurs de Navires et de Machines marines). Paris, 7, rue de Madrid (8e), 1933;

Courants de court-circuit, par Jean FALLOU (Mises au point électrotechniques publiées sous le patronage et avec la collaboration de la Société française des Électriciens. Directeurs : Paul Bunet et Jean Fallou). Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1933;

Elements of a national mineral policy, prepared by THE MINERAL INQUIRY. New York, The Mineral inquiry, 29 West 39th Street, 1933;

Théorie générale du coup de bélier. Application au calcul des conduites à caractéristiques multiples et des chambres d'équilibre, par Charles JAEGER (Ouvrage publié sous les auspices du Laboratoire de recherches hydrauliques annexé à l'École polytechnique fédérale, à Zurich). Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1933. (Don du Génie civil);

Le problème de l'éclairage des routes, par Merry COHU (ex *Technique moderne*, tome XXV, 1er et 15 septembre 1933). Paris, Dunod, 1933.

M. WERY présente les ouvrages suivants :

Les ressources minérales de la France d'outre-mer. I : *Le charbon* (Publication du Bureau d'études géologiques et minières coloniales). Paris, Société d'Éditions géographiques, maritimes et coloniales, 134, boulevard Saint-Germain (6e), 1933. (Don de M. F. Blondel, membre du Conseil d'Administration);

Le ravitaillement de la France en produits minéraux, par F. BLONDEL (ex *Génie civil*, 1er et 8 juillet 1933). Paris, Le Génie civil, 5, rue Jules-Lefebvre (9e), 1933. (Don de l'auteur, membre du Conseil d'Administration);

Application de l'effet antioxygène au problème de la lutte contre l'incendie. L'extinction des flammes, par Charles DUFRAISSE, Roger VIEILLEFOSSE et Jean LE BRAZ (ex *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. 197, 10 juillet 1933). Paris, Gauthiers-Villars, 1933. (Don des auteurs);

Moutons de plein air. Élevage et engraissement à l'herbage et au pacage, par Jean TROUPEAU-HOUSAY. Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, 26, rue Jacob (6e).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. André Charriou, docteur ès sciences, collaborateur scientifique du Service des Recherches de l'Aéronautique, fait une communication sur *Les progrès de la sensibilisation chromatique des émulsions photographiques.*

La photographie fournit l'un des exemples les plus typiques d'une technique arrivée en peu de temps (soit une trentaine d'années) à un haut degré de perfection uniquement par empirisme. C'est seulement depuis quelques années qu'on a commencé à étudier scientifiquement les phénomènes photographiques : cette étude s'est imposée quand le nombre et la complexité de ces phénomènes se furent accrus au point de rendre tout nouveau progrès pratiquement impossible. Ceux de la sensibilisation chromatique n'ont été étudiés de manière scientifique que tout récemment.

Les émulsions ordinaires de bromure d'argent dans la gélatine ne sont sensibles que pour une assez petite zone du spectre visible; de 3.800 à 5.200 Å, c'est-à-dire du bleu violet au début du vert, avec un maximum de sensibilité dans le bleu, à 4.600 Å. Cependant, on sait, depuis une quarantaine d'années déjà, qu'en incorporant certaines matières colorantes (éosine, érythrosine, rouge de quinoléine) dans l'émulsion, la zone de sensibilité s'étend vers le rouge jusqu'à 6.000 Å, début de l'orangé. Plus récemment, on s'est aperçu que cette propriété sensibilisatrice appartient à d'autres matières colorantes, celles qui forment le groupe des cyanines; aussi a-t-on fabriqué des plaques et des pellicules de plus en plus sensibles au rouge (émulsions orthochromes).

Seules quelques maisons allemandes fabriquaient ces matières colorantes. Leur besoin s'étant fait sentir pendant la guerre, sir William Pope en entreprit systématiquement l'étude à Cambridge avec plusieurs de ses élèves. Aujourd'hui, cette étude est assez avancée pour qu'on ait pu établir un corps de doctrine cohérent de la sensibilisation. C'est la très nombreuse famille des cyanines qui est la plus typique à cet égard. Pour les autres, on ne voit pas encore très bien les relations entre le pouvoir sensibilisateur et la constitution chimique.

Les émulsions non sensibilisées ont l'inconvénient de ne pas rendre en noir l'intensité relative des différentes radiations telles que notre œil les perçoit; ce qui a fait dire que la plaque photographique ne voit pas comme notre œil. C'est ainsi que le jaune, qui est le plus lumineux pour notre œil, agit à peine sur le bromure d'argent et se comporte presque comme du noir; à plus forte raison le rouge. Les émulsions sensibilisées corrigent plus ou moins ces inégalités; elles permettent en outre de prendre des photographies à la lumière artificielle qui, en général, est jaune, et aussi d'obtenir des photographies nettes et nuancées de lointains, notamment en photographie aérienne. La grande luminosité apparente des lointains sur les photographies ordinaires est due à la présence du « voile atmosphérique », c'est-à-dire d'une brume bleutée provenant de la diffusion de la lumière par les poussières ou les très fines gouttelettes d'eau qui sont en suspension dans l'air. Ce voile diminue beaucoup le nombre d'heures pendant lesquelles on peut prendre des photographies aériennes présentant une différenciation des détails.

Les cyanines renferment deux groupements quinoléiques réunis par une chaîne droite; selon la nature, la longueur et les points d'attache de cette chaîne et les substitutions de radicaux alcooliques à l'hydrogène dans le noyeau benzénique ou

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans le noyau pyridique des groupements quinoléiques, on obtient des sensibilisateurs présentant des caractères communs qui permettent de les répartir en groupes homogènes. Étant donné que, dans la quinoléine C^9H^7N, les sept atomes d'hydrogène occupent des positions différentes par rapport à l'atome d'azote, on voit combien peut être grand le nombre des isomères pour les seuls dérivés substitués (il est de 21 pour les bisubstitués) dans la seule quinoléine; à plus forte raison dans les cyanines.

Les cyanines isomères dans lesquelles la chaîne ne comporte qu'un atome de carbone sont les cyanines proprement dites; ce sont les plus simples; elles se répartissent en pseudocyanines, isocyanines, et cyanines vraies selon les points d'attache de la chaîne, avec maximum de sensibilisation se déplaçant de plus en plus vers le rouge. Cette répartition se retrouve : dans les carbocyanines, à 3 atomes de carbone dans la chaîne, qui sensibilisent plus loin encore vers le rouge; dans les dicarbocyanines (découvertes par Beattie, Heilbrow et Irving en 1932) et les tricarbocyanines (découvertes par Wahl et Miss Hemmer en 1933) qui ont respectivement 5 et 7 atomes de carbone dans la chaîne. Avec ces dernières, la sensibilité peut dépasser 11.000 Å (l'infra-rouge commence vers 7.000 Å).

Enfin il existe des thiocyanines, des thiocarbocyanines et des néocyanines à trois noyaux quinoléiques sensibles aux rayons émis par les corps portés à 300°-400°.

E. L.

M. E. Lemaire. — Est-ce qu'on trouve dans le commerce des plaques ou des pellicules sensibilisées pour le rouge et l'infra-rouge?

M. A. Charriou. — Ce genre de fabrication est réalisé actuellement d'une façon courante, mais principalement par des fabricants étrangers, allemands, anglais ou américains.

M. E. Lemaire. — Est-ce que les boîtes indiquent pour quelles radiations limites du spectre visible les plaques sont sensibles, et celle pour laquelle la sensibilité est maxima?

M. A. Charriou. — Cette indication est donnée mais pas d'une façon aussi précise : on indique seulement les couleurs pour lesquelles les émulsions sont sensibles et les applications particulières auxquelles elles sont destinées.

M. E. Lemaire. — Est-ce que la conservation et le développement des plaques et des pellicules sensibilisées ne présentent pas de difficultés particulières?

M. A. Charriou. — Quand on opère dans la chambre photographique, il faut avoir soin de ne l'éclairer que par une lampe d'intensité très faible et dont la lumière est tamisée par un écran coloré convenable, de façon qu'il absorbe surtout les radiations pour lesquelles la sensibilité de l'émulsion est maxima. Pratiquement, on est amené à développer dans l'obscurité. C'est aussi dans l'obscurité absolue que les émulsions sensibilisées doivent être préparées et déposées sur les plaques et les pellicules.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. L. Baclé. — A-t-on fait pour l'ultra-violet des travaux analogues à ceux qui ont été faits pour l'infra-rouge?

M. Charriou. — On a fait quelques recherches, mais on n'a pas encore trouvé de véritables sensibilisateurs; on connaît seulement des corps fluorescents dont l'emploi a simplement pour effet de déplacer en bloc, dans le même sens, tout l'ensemble des radiations, visibles et invisibles.

M. A. Alby. — Je remercie vivement M. Charriou de l'intéressante communication qu'il vient de nous faire; bien que la question qu'il a traitée semble à première vue n'intéresser que les spécialistes, elle intéresse tout le monde, car tout le monde fait de la photographie. Il n'est pas inutile de savoir qu'on trouve dans le commerce des plaques sensibles à peu près également à presque toutes les radiations du spectre visible, et même aux rayons infrarouges, puisque cela nous donne non seulement des photographies représentant mieux la réalité mais aussi de plus grandes facilités pour la prise de vues documentaires, qui ne se présentent pas toujours dans de bonnes conditions d'éclairage. Nous espérons que M. Charriou voudra bien donner pour notre *Bulletin* un texte détaillé de sa conférence, et y joindre quelques photographies de lointains ou prises pendant la nuit avec éclairage artificiel, du genre de celles qu'il vient de projeter.

La séance est levée à 18 h. 45 m.

SÉANCE PUBLIQUE DU 27 JANVIER 1934

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

La séance est ouverte à 17 h.

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

M. Lebel (Jacques) (O. ✲, ✠), membre de la Chambre de Commerce de Paris, industriel, 141, rue Jules-Guesde, Levallois-Perret (Seine), présenté par M. Georges Risler;

M. Garnier (Henri) (O. ✲), président de la Chambre de Commerce de Paris, ingénieur, 20, boulevard de Vaugirard, Paris (15e), présenté par M. Georges Risler;

M. Schweisguth (Charles) (O. ✲), ancien élève de l'École polytechnique, directeur de la Compagnie algérienne, 50, rue d'Anjou, Paris (8e), présenté par MM. Alby et Lafosse.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. ALBY, *président.* — J'ai le très vif regret de vous annoncer la mort de M. Paul VIEILLE, membre honoraire de notre Conseil, survenue le 15 janvier. Notre collègue était âgé de 80 ans.

Paul Vieille fit partie du Conseil, comme membre du Comité des Arts chimiques, de 1889 à 1916, date à laquelle il fut nommé membre honoraire.

Paul Vieille était né à Paris le 2 septembre 1854; il était le fils d'un mathématicien estimé. Il était entré en 1873 à l'École polytechnique, en était sorti dans le Corps des Poudres et Salpêtres et avait fait tout son service au Laboratoire central des Poudres; il devint inspecteur général le 8 juillet 1904 et termina sa carrière comme inspecteur général de première classe du cadre de réserve. Il fut attaché à l'École polytechnique comme examinateur des élèves le 1er mai 1904 et cessa ces fonctions, sur sa demande, le 8 novembre 1913.

Il avait été élu membre de l'Académie des Sciences dans la Section de Mécanique le 21 novembre 1904, en remplacement d'Émile Sarrau, avec qui il avait collaboré.

Dès ses débuts, comme ingénieur des Poudres et Salpêtres, Paul Vieille avait été affecté au Service des Études, à Paris, dont Emile Sarrau était directeur. Il commença à partir de 1876 l'étude de la combustion des matières explosives. Il créa la méthode et l'instrument fondamental, le manomètre à écrasement, qui permettent la mesure du développement des pressions par l'enregistrement du mouvement d'un piston soumis à une résistance antagoniste de loi connue. Cet appareil demeure encore aujourd'hui le seul instrument de laboratoire qui permette ces études.

L'établissement de cet appareil avait nécessité l'étude préalable de la loi de déformation des cylindres métalliques dits crushers. Vieille a donné de ces déformations une théorie classique (1882).

Ces méthodes lui ont permis d'étudier d'une manière générale le mode de combustion des explosifs balistiques et d'établir les lois de cette combustion. Il a pu énoncer dans quel cas la combustion se propage par couches parallèles, ce qui entraîne la progressivité des poudres dans les armes. Ces travaux l'ont conduit d'une manière systématique à la découverte des poudres colloïdales au coton-poudre, dites poudres sans fumée, qui constituent aujourd'hui dans le monde entier la base de l'armement (1884).

En même temps, Paul Vieille étudiait, en collaboration avec Berthelot, les principes fondamentaux de la théorie thermodynamique et mécanique des explosifs. Il a pu montrer qu'il existe un mode de décomposition des explosifs dans lequel, contrairement au mécanisme de la décomposition dans les bouches à feu, la rapidité de la réaction devient assez grande pour que les produits de la décomposition cessent d'être en équilibre de pression avec le milieu : il en résulte un régime régulier de propagation à grande vitesse de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la réaction excitée en un seul point : c'est le régime de l'onde explosive. La vitesse de combustion dans le canon, qui varie d'ailleurs avec la pression, est de l'ordre du mètre par seconde, alors que la vitesse constante de l'onde explosive est plusieurs milliers de fois plus grande (1882-1894). Ces études ont été étendues à la propagation des discontinuités dans les milieux gazeux (1899).

A partir de 1900, l'activité de Vieille fut consacrée, d'abord, à l'étude de la stabilité et de la conservation des poudres sans fumée françaises, dites poudres B : méthode de surveillance par l'épreuve à 110°, dite épreuve Vieille; étude de la stabilité balistique; étude de la stabilisation des cotons-poudres. En même temps, il étudia, pour le Conseil d'Hygiène de la Seine, les propriétés explosives de l'acétylène comprimé ou dissous.

Enfin, pendant toute la guerre, Vieille a assuré la direction du Service des Études et Expériences sur les Poudres et Explosifs et la Direction générale des Établissements classés travaillant pour la défense nationale.

On voit quelle a été l'importance des services qu'il a rendus à la Patrie.

M. Vieille était grand-croix de la Légion d'honneur.

Nous adressons à la famille de notre regretté collègue nos très vives condoléances.

M. Alby, *président*. — J'ai le plaisir de vous annoncer que M. Paul Dumanois, notre collègue du Conseil, membre du Comité des Arts mécaniques, vient d'être promu commandeur de la Légion d'honneur, au titre du Ministère de l'Air.

Nous lui adressons nos très chaleureuses félicitations.

En versant leur cotisation pour 1934, M. Weber nous a remis 40 fr, et un anonyme 10 fr. Ces sommes ont été portées au compte de notre *Bulletin*, conformément au désir des donateurs. Nous les remercions très vivement.

M. de Fréminville, *secrétaire général*, présente et analyse les ouvrages suivants récemment entrés dans la *Bibliothèque* :

Richard Trevithick. The engineer and the man. Trevithick centenary commemoration memorial volume, by H.-W. Dickinson and Arthur Titley. Cambridge, The University Press, 1934. (Don du Comité pour la célébration du centenaire de Richard Trevithick);

Le miracle marocain. II : *La région de Rabat*. Rabat-Casablanca, Édition de « La Vérité marocaine », 1932.

M. Paul Le Rolland, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes et à l'Institut polytechnique de l'Ouest, à Nantes, fait une communication sur *les*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

applications nouvelles du pendule et son utilisation au contrôle des matériaux : mesure de la dureté des matériaux; mesure de la rigidité des constructions et du module d'élasticité par le système de deux pendules couplés.

En procédant à l'analyse méthodique des causes perturbatrices qui peuvent provoquer des anomalies dans le mouvement d'un pendule, M. Le Rolland a pensé qu'il doit pouvoir servir à mesurer ces anomalies si petite qu'en soit la cause, puisqu'il les intègre en quelque sorte par la répétition presque indéfinie de son mouvement. Ces anomalies résultent toujours soit des déformations de la surface de l'organe qui porte le couteau, soit de l'élasticité du support du pendule; d'où deux applications nouvelles du pendule : la mesure de la dureté superficielle des corps et celle de leur module d'élasticité.

Le pendule permet ainsi de mesurer beaucoup plus exactement et plus vite que par d'autres méthodes ces deux propriétés mécaniques des corps, ce qui est important par suite de la tendance générale à soumettre les organes des machines à des vitesses et à des efforts de plus en plus grands.

La méthode employée pour mesurer la *dureté superficielle* d'un corps consiste essentiellement à mesurer la durée d'oscillation d'un pendule suspendu à un organe de roulement très dur (cylindre ou bille de diamant) qui oscille sur le corps étudié. Plus est faible la dureté du corps sur lequel oscille le pendule, plus son mouvement est rapide, c'est-à-dire plus sa durée d'oscillation est faible. Le fait est dû à ce que le contact ne se fait pas suivant une génératrice (cylindre) ou un point (bille), mais à ce qu'il y a écrasement et déformation mutuelle, donc contact par deux surfaces, d'où réaction du support et modification du mouvement du pendule.

La dureté est alors définie conventionnellement par le nombre d'oscillations séparant deux coïncidences de ce pendule et d'un pendule de comparaison; c'est une caractéristique de la dureté superficielle des corps, dureté qui peut varier si le corps est hétérogène ou qui peut résulter soit d'un recouvrement, soit d'une modification de l'état de sa surface, conséquence d'un traitement thermique ou chimique, d'une cémentation ou d'une nitruration. On voit qu'elle est mesurée sans qu'il soit nécessaire de prélever un échantillon, ni de détériorer le corps. On peut donc opérer sur un organe usiné : il suffit de disposer de 1 mm^2 si on emploie la bille. On peut même mesurer la dureté de la surface interne des corps creux.

M. Le Rolland conseille d'employer, pour la comparaison des duretés, le quartz cristallisé et transparent; il est facile de s'en procurer partout et il fournit toujours le même nombre de dureté, qu'on prend égal à 100, quelle que soit son origine.

La mesure du *module d'élasticité* (module de Young) est difficile pour certains corps; c'est le cas des fontes pour lesquelles il y aurait cependant grand intérêt à le connaître très exactement car c'est leur caractéristique la plus importante et parce qu'il varie beaucoup d'une fonte à une autre, à l'inverse de ce qui se passe pour les aciers dans lesquels il reste sensiblement le même malgré de grandes différences dans leur composition et leur traitement.

Jusqu'ici on ne disposait guère pour classer les fontes d'après leur élasticité que des résultats donnés par l'essai de flexion statique indiqué par Charles Fremont; encore le résultat n'est-il obtenu qu'avec difficulté.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La méthode du pendule, qui est facilement applicable dans les ateliers, fournit de façon très simple, la valeur absolue ou relative du module de Young.

Le principe de la méthode est le suivant : La fonte est utilisée sous la forme d'une barrette, longue et droite, de section rectangulaire, disposée verticalement et encastrée très solidement à sa partie inférieure. Son extrémité supérieure porte une double potence, rigide et symétrique, aux extrémités de laquelle reposent deux pendules identiques, placés symétriquement par rapport au support constitué par la barrette.

Si l'un des pendules P est au repos et si on lance l'autre P′, P se met en mouvement par suite des petits déplacements imprimés à la barrette par le mouvement de P′; le mouvement de P′ s'amortit peu à peu car, par l'intermédiaire de la barrette-support et grâce à son élasticité, il cède son énergie au pendule P dont l'amplitude croît. Le pendule P′ arrive au repos; à ce moment, l'amplitude du pendule P atteint à peu près la valeur que P′ avait au début; cette transmission de mouvement se reproduit mais en sens inverse, et ainsi de suite, pour ainsi dire indéfiniment. C'est le phénomène bien connu des battements entre pendules sympathiques.

Plus le module de la fonte de la barrette est faible, plus les déformations de flexion de cette barrette sont grandes et plus la succession des battements est rapide. On démontre aisément que le temps t qui s'écoule entre deux arrêts de l'un des pendules est proportionnel au module de Young E. On a $E = At$. Il suffit donc de connaître la constante A. On peut la calculer si on connaît la masse des pendules, leur durée d'oscillation et les dimensions de la barrette; mais on peut l'obtenir directement par l'expérience, en exécutant l'essai avec une barrette d'une substance dont le module est connu.

Le temps peut être mesuré avec une approximation presque aussi grande que l'on veut, en modifiant convenablement les conditions expérimentales. Le plus souvent d'ailleurs, il suffit de connaître les valeurs relatives du module de Young; la détermination de la constante A est alors inutile.

La méthode peut être appliquée en employant des dispositifs différents, et notamment des pendules d'élasticité au lieu de pendules de gravité, à la mesure de la rigidité d'un organe, d'un ensemble constructif, par exemple d'une poutre encastrée à une de ses extrémités et libre à l'autre, et cela sans aucune détérioration de l'organe essayé. E. L.

MM. Guillery, Nicolau, Portevin et Androuin prennent part à la discussion qui suit cet exposé [1].

M. Alby, *président*. — Je remercie M. Le Rolland pour l'exposé si clair et si vivant qu'il vient de nous faire sur les méthodes de mesure qu'il a imaginées. Ces méthodes sont extrêmement ingénieuses; elles sont d'une application facile et elles fournissent la valeur de caractéristiques qu'il est important de connaître, et cela avec une précision aussi grande qu'on le désire. Au nom de notre Société tout entière, je félicite très vivement M. Le Rolland des résultats qu'il a obtenus. Au reste, le nombre et la nature des questions qui

(1) On trouvera le compte rendu détaillé de cette discussion, après le texte *in extenso* de la communication de M. P. Le Rolland, dans un prochain numéro du *Bulletin*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lui ont été posées prouvent bien l'intérêt que ses auditeurs ont porté aux sujets qu'il a traités devant nous; elles font aussi ressortir l'importance et la variété des applications auxquelles se prête la méthode du pendule. Les membres de notre Société liront avec toute l'attention qu'il mérite, dans le *Bulletin*, le mémoire détaillé que M. Le Rolland voudra bien nous remettre sur les nouvelles applications du pendule qu'il a étudiées.

La séance est levée à 18 h. 30 m.

COMITÉ DE COMMERCE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 11 JANVIER 1934.)

A propos du centenaire d'Hippolyte Fontaine : les bienfaits sociaux du progrès technique,

par M. Paul DE ROUSIERS, *membre du Conseil.*

La Société des Anciens Élèves des Écoles d'Arts et Métiers célébrait le 5 novembre 1933, à Dijon, le centenaire d'Hippolyte FONTAINE qui prit une part marquante à l'invention du transport de l'énergie par l'électricité, c'est-à-dire à un progrès technique particulièrement fécond en applications multiples, à un de ceux qui ont le plus influé sur les transformations de l'industrie.

A cette occasion, M. Jules RAMAS, président de la Société, a fait ressortir l'injustice des accusations portées parfois contre le développement des applications de la science à l'industrie. Avec un étrange aveuglement, on voudrait la rendre responsable des souffrances et des désordres actuels en invoquant le souvenir du « bon vieux temps » où tout allait à merveille et sans secousses. Sans doute, les inventions techniques posent des problèmes nouveaux d'organisation du travail, parce que toute transformation dans les méthodes de fabrication se répercute sur la vie de l'atelier, sur sa constitution, sur la condition des chefs d'entreprises eux-mêmes. Il faut donc une adaptation de l'organisation économique et sociale à la technique nouvelle. Une partie de cette adaptation s'opère, en quelque sorte, nécessairement, automatiquement : la grande usine se substitue à la petite installation modeste lorsque la technique exige un cadre agrandi. Mais les rapports nouveaux que crée entre les ouvriers et les patrons, entre les patrons et la clientèle, entre les patrons eux-mêmes, cette technique transformée, ne se règlent pas de la même manière. Le problème posé doit être étudié et résolu. Il ne se résout pas sans un effort personnel et une participation directe des intéressés.

Voici, par exemple, une invention nouvelle qui met à la disposition de l'industrie des moyens d'action pratiquement illimités. Désormais, on pourra produire des quantités infiniment plus grandes de telle ou telle marchandise. Mais les possibilités d'absorption du marché ne se sont pas augmentées dans la même proportion. Une adaptation est donc nécessaire. Elle est parfois très laborieuse et ne réussit qu'imparfaitement. D'où, souffrances et désordres. C'est que les hommes ont été

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

incapables de résoudre le problème posé par la technique. Mais ils préfèrent accuser la technique elle-même et lui reprochent d'avoir posé le problème.

Ce serait un assez pauvre raisonnement de toutes manières. Mais, étant donné ce que le monde doit au progrès technique, il est, en plus, souverainement injuste. Plus que tous autres, les ouvriers ont été les grands bénéficiaires de ce progrès. C'est grâce au développement du machinisme que leur effort physique a été diminué et transformé, la dépense de force musculaire se trouvant merveilleusement réduite, alors que la surveillance des machines exige surtout de l'attention et du discernement. C'est grâce à lui que la durée du travail a pu être ramenée à un nombre d'heures inférieur, alors que le taux des salaires se maintenait ou s'élevait. C'est grâce à lui que la clientèle a vu s'abaisser le prix des choses, s'augmenter dans une mesure inouïe la facilité des transports, leur rapidité, leur bon marché et leur confort. C'est grâce à lui que le capitaine d'industrie a vu son champ d'action se développer au delà de ce qu'auraient pu rêver ses prédécesseurs. Sans doute, ces avantages comportent des efforts nouveaux d'organisation. Est-ce à dire, pour cela, qu'il faille les méconnaître?

BIBLIOGRAPHIE

Technologie du froid. Tome I : **Compresseurs et condenseurs** (Encyclopédie industrielle et commerciale. — École supérieure du Froid industriel), par L. MIRONNEAU, Ingénieur frigoriste A. F. F., Ingénieur E. C. L. Un vol. (25 × 16 cm), de 276 p., 163 fig. Librairie de l'Enseignement technique, Léon Eyrolles, édit., 3, rue Thénard, Paris (5e), 1933. Prix, br. 40 fr. Index : 621.55/56

Après des considérations théoriques sur le fonctionnement du compresseur, organe mécanique de l'appareil frigorifique, cet ouvrage donne une description minutieuse des nombreux types de ces appareils, en ce qui concerne l'emploi de l'ammoniac, du gaz carbonique, de l'anhydride sulfureux et du chlorure de méthyle. Toutefois, l'étude des turbo-compresseurs est renvoyée à un autre volume de la même encyclopédie. Le graissage des compresseurs est l'objet d'un examen détaillé.

De même, les condenseurs sont décrits en détail, après une étude générale.

Enfin les effets de l'air et de l'eau dans le circuit des gaz frigorigènes sont passés en revue.

La *Revue générale du Froid et des Industries frigorifiques,* dans son n° d'octobre 1933, p. 235, donne un résumé de la table des matières de ce volume, ainsi que des deux autres qui doivent lui faire suite.

ED. SAUVAGE.

De la turbine à l'atome, par René BIED-CHARRETON. Un vol. (21 × 14 cm), de IV + 198 p. Librairie-Imprimerie Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris (6e). Index : 541.2 + 53

Ce titre : « *De la turbine à l'atome* », assez surprenant au premier abord, résume bien l'enchaînement d'idées suivi par l'auteur. M. Bied-Charreton, ingénieur à la Compagnie générale transatlantique a vu tourner maintes turbines. Il a réfléchi

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

aux transformations d'énergie, qui, en partant de la houille, blanche ou noire, aboutissent à la production de courants électriques. Puis il s'est demandé ce qui se passe réellement dans le corps d'une turbine à vapeur. Cette vapeur joue le rôle d'un simple intermédiaire, obéissant aux lois de la thermodynamique, relatives au passage de l'énergie calorifique au travail mécanique. Qu'est-ce donc que la chaleur et comment se fait-il qu'elle vaporise un liquide et élève la pression? Il faut pour s'en rendre compte connaître la constitution d'un fluide gazeux.

La physique enseigne qu'il se compose d'un nombre effarant de molécules se mouvant en tous sens, se heurtant à chaque instant et choquant en outre les parois de l'enceinte : telle est la théorie cinétique des gaz. La température mesure l'énergie du système. Ceci admis, de nouvelles questions se posent aussitôt. Combien existe-t-il de molécules dans un litre de gaz? Que signifie le principe de Carnot, d'après lequel l'énergie calorifique ne peut être intégralement transformée en travail? Et qu'est-ce au juste que chacun de ces individus appelés molécules?

Les chimistes ont découvert qu'une molécule est un assemblage d'atomes. Mais alors, en quoi consiste l'atome? On sait maintenant que celui-ci représente un édifice prodigieux, dans lequel un proton central s'entoure d'un essaim d'électrons. Un électron est un grain d'électricité négative : il faut donc maintenant scruter les relations de la matière avec l'électricité, statique ou dynamique.

Puis voici que la lumière, à son tour, se décompose en grains, dits photons, ce qui remet en honneur la conception de Newton, que la mécanique ondulatoire de Louis de Broglie réussit à concilier avec les ondes de Huyghens et de Fresnel. Enfin, la radioactivité soulève la mystérieuse question de la nature de la source fournissant au radium son inépuisable énergie.

Tel est le vaste programme adopté par M. Bied-Charreton.

Ce bref résumé donnerait une idée insuffisante de son livre si nous n'en signalions pas le style bien vivant et bien pittoresque. L'auteur assimile la recherche de la vérité à une ascension effectuée dans un pays montagneux et, de temps en temps pour reposer l'esprit du lecteur, il décrit avec charme les aspects successifs s'offrant, dans les Alpes à la vue du touriste comme récompense de ses efforts. Il y a là un curieux mélange de développements scientifiques, de visions poétiques et d'aperçus philosophiques.

Une courte préface de l'éminent physicien Charles Fabry, membre de l'Institut, nous assure que nous pouvons nous livrer en toute confiance à ce guide expérimenté.

Concluons que quiconque désire s'initier, rapidement et sans fatigue, aux découvertes de la physique moderne n'aura pas à regretter de s'être ainsi laissé conduire.

L. LECORNU.

Cinquantenaire 1882-1932 de l'Association des Chimistes de Sucrerie, de Distillerie et Industries agricoles de France et des colonies. Un vol. rel. toile (23 × 18 cm), de XXXII + 94 p., photographies. Index : 664.1 + 663.5 (062) (44)

L'Association des Chimistes de Sucrerie et de Distillerie de France et des colonies a célébré le 21 juin 1932, son cinquantenaire et, à cette occasion, elle a publié un petit opuscule renfermant l'histoire de l'Association, son organisation et résumant les progrès dus à son initiative dans le développement des diverses industries agricoles : sucrerie, distillerie, œnologie, et les diverses industries s'y rattachant.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il y a un demi-siècle, notre industrie sucrière se trouvait dans le marasme. C'est alors qu'un groupe de techniciens et chimistes jetèrent les bases de l'Association des Chimistes de Sucrerie et de Distillerie de France et des colonies. Le promoteur et l'animateur de cette association fut François Dupont. Sous son impulsion, aussi intelligente qu'énergique, et avec la collaboration de plusieurs éminents collègues, il en définit le but dans les statuts :

Créer entre tous les membres de l'Association des relations amicales suivies; utiliser leurs rapports au profit des industries agricoles; discuter les méthodes d'analyses.

L'Association s'adressa aux savants, aux ingénieurs, aux industriels pour les inviter a s'unir afin de mettre en valeur les procédés de fabrication. Aussi trouve-t-on dans les bulletins de l'Association des travaux aussi nombreux que variés qui ont été le point de départ d'un grand nombre d'applications dans les industries de la sucrerie, de la distillerie, de la cidrerie, de l'œnologie et dans le domaine analytique.

Cet ouvrage rappelle que c'est l'Association des Chimistes de Sucrerie et de Distillerie qui, de concert avec la Société belge de Chimie appliquée, a fondé, en 1894, les Congrès internationaux de Chimie appliquée dont le succès a toujours été en grandissant. Ils eurent lieu successivement à Bruxelles en 1894, à Paris en 1896, à Vienne en 1898, à Berlin en 1903, à Rome en 1906, à Londres en 1909, à New York en 1912. Le premier de ces congrès internationaux n'avait que 4 sections; le quatrième comportait déjà toutes les divisions de la chimie appliquée et son succès fut immense. C'est donc à l'Association des Chimistes de Sucrerie qu'est due la première société française de chimie appliquée et l'organisation des congrès internationaux de chimie appliquée.

Le bulletin de l'Association des Chimistes de Sucrerie et Distillerie est une publication mensuelle in-8°, renfermant les procès-verbaux des séances, les travaux originaux, des traductions intéressant les diverses industries agricoles. Ce bulletin forme aujourd'hui une importante collection de 48 volumes.

L'ouvrages de luxe, édité par l'Association à l'occasion de son cinquantenaire, orné des photographies de ses présidents, parmi lesquels on compte plusieurs membres du Conseil de la Société d'Encouragement, s'adresse à tous ceux qui s'intéressent à l'histoire de la chimie appliquée et particulièrement au développement des industries agricoles en France et à l'étranger.

A. TRILLAT.

Histoire technique de l'artillerie de terre en France pendant un siècle (1816-1919). Tome I : 1816-1880, par le général J. CHALLÉAT. Un vol. br. (25 × 16 cm.), de 404 p., 124 fig. (Supplément au *Mémorial de l'Artillerie française*). Paris. Imprimerie nationale, 1933. Index : 358.1 + 623.4-5 (44)

C'est à la demande de M. l'Ingénieur général Charbonnier, président du Comité de Rédaction du *Mémorial de l'Artillerie française*, que le général Challéat a entrepris l'*Histoire technique de l'artillerie de terre en France pendant un siècle (1816-1919)*.

Les artilleurs ne peuvent qu'applaudir à ce choix. Quant aux personnes étrangères à l'arme, la lecture du tome I de cette histoire les convaincra de l'heureuse inspiration de M. l'Ingénieur général Charbonnier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Une telle histoire exige, en effet, de son auteur, non seulement une érudition sûre et une documentation sans lacune, mais un véritable talent d'historien. Deux écueils étaient à éviter : noyer le lecteur sous l'accumulation des descriptions de matériels d'artillerie, des détails des perfectionnements qui leur ont été apportés, des inventions proposées, des essais exécutés, et faire de cette histoire, un exposé aride et monotone, ayant plutôt l'aspect d'un mémoire technique que d'une histoire véritable.

Les fonctions qu'a occupées le général Challéat, au cours de sa longue carrière technique lui ont permis de recueillir une documentation prodigieuse, et il a su l'utiliser pour écrire une histoire vivante, où les hommes, les établissements et les institutions sont représentés dans leurs idées, leur évolution, leurs mérites et aussi leurs fautes.

Dans l'avant-propos, du tome I l'auteur précise le but qu'il a poursuivi :

« Ce but est moins de rappeler aux anciens des faits qu'ils ont pu plus ou moins « connaître, que d'éclairer leurs successeurs sur les vicissitudes des études tech- « niques aux diverses époques et sur les résultats qu'elles ont donnés, en considérant « à cet effet, aussi bien celles de ces études qui ont réussi que celles qui ont échoué, « car, en artillerie comme en guerre, l'étude attentive d'un grand revers est aussi « instructive que la recherche des causes d'un grand succès. »

Tout aussitôt, apparaît la bienveillance de l'auteur : « Si des fautes ont été commises, ajoute-t-il, celles-ci se présentent le plus souvent avec des circonstances atténuantes, à qui veut bien se placer dans l'ambiance du moment. »

L'ouvrage entier comprendra plusieurs périodes correspondant chacune, à peu près, soit à un progrès technique important, soit à de grandes guerres ayant entraîné des réactions plus ou moins profondes sur la tactique et l'armement :

1° Période de réorganisation de l'artillerie lisse, après les guerres du Premier Empire, de 1816 à 1830, un peu après l'adoption de l'artillerie de campagne, système Valée ;

2° Période de 1830 à 1860, qui correspond à l'apogée de l'artillerie lisse ;

3° Période de 1860 à la guerre de 1870-1871, marquée par l'apparition de l'artillerie rayée ;

4° Période postérieure à la guerre de 1870-1871 jusqu'à 1880. C'est celle de la réorganisation de l'artillerie et de l'adoption, en 1877, de l'artillerie du système de Bange ;

5° Période de 1880 à 1890, au cours de laquelle se développent les méthodes rationnelles de tir, et apparaissent : l'obus explosif, la poudre sans fumée et les premiers matériels à recul de la bouche à feu sur l'affût ;

6° Période de 1890 à 1900, caractérisée par l'adoption de notre canon de 75 ;

7° Période de 1900 à 1914, début de la grande guerre ;

8° Période de la guerre de 1914 jusqu'un peu après l'armistice, fin 1918.

J'ai tenu à indiquer les diverses périodes envisagées par le général Challéat, moins pour indiquer les grandes divisions de son ouvrage, que pour rappeler les diverses étapes des progrès de l'artillerie auxquelles il nous fait assister.

Seul le tome I a paru à ce jour. Il comprend les quatre premières périodes et s'étend, par conséquent, de la fin des guerres du Premier Empire jusqu'à 1880. Les quatre dernières périodes feront l'objet du tome II, actuellement en préparation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Certains penseront peut-être que ce tome I se rapporte à des faits bien anciens pour retenir l'attention. Qu'ils se détrompent.

Et, d'abord, n'est-il pas intéressant d'avoir quelques détails sur le matériel de Gribeauval, c'est-à-dire sur l'artillerie des guerres de la Révolution et du Premier Empire; d'assister à la création des matériels et des munitions utilisés dans les campagnes d'Afrique (matériel Valée, premiers shrapnels), à celle de l'artillerie de campagne du prince Napoléon (canon obusier de 12) qui fit les guerres de Crimée et une partie des guerres d'Italie, de l'artillerie de la guerre de 1870; enfin, à la création du canon de 95 mm de Lahitolle, encore en service, et de l'artillerie de Bange que 500.000 Français ont servie pendant la grande guerre.

L'histoire des principaux perfectionnements : invention de l'artillerie rayée, adoption du chargement des canons par la culasse, substitution de l'acier au bronze dans la construction des canons, est non seulement pleine d'enseignements, mais d'une lecture attrayante.

Il n'est pas jusqu'à la création de la *Revue d'Artillerie* que le général Challéat sait rendre intéressante. La création de ce périodique avait été proposée au Ministre de la Guerre, alors le général Cissey, par une note, du 20 avril 1872, du général Forgeot. Le Ministre approuve cette création, mais précise, dans sa réponse, que la publication de tout numéro de la revue devra, au préalable, avoir reçu son autorisation.

Le général Forgeot, dans une lettre d'une « respectueuse franchise », mais pleine d'une digne fermeté qui suffit à le peindre, proteste ainsi contre cette mesure :

« Ainsi, Monsieur le Ministre, le plus ancien général de division de l'arme en « activité, le Président du Comité de l'Artillerie, serait soumis à la censure des Ser- « vices du Personnel et du Matériel au Ministère de la Guerre ; les articles qu'il « aurait trouvés bons seraient contrôlés, amendés et expurgés par ces services. « C'est là une position peu digne et que je ne saurais accepter.

« Je comptais avoir, pour la publication de la *Revue d'Artillerie*, une liberté « pleine, entière, sans restriction; je pensais que, si une subvention pécuniaire « devenait nécessaire, elle serait accordée sur demande et sans aucune difficulté; « j'admettais enfin que certaines situations suppléent à toutes les autres garanties.

« Je vois que je me suis tout à fait trompé : aussi je vous prie de vouloir bien « considérer comme non avenue la proposition que j'ai eu l'honneur de soumettre « à votre approbation, par ma note du 20 avril dernier. »

Les peintures de ce genre abondent dans le livre du général Challéat. Quoi de plus attachant, par exemple, que la physionomie du lieutenant-général Allix, auteur d'une *Théorie de l'univers* et d'un système d'artillerie de campagne, qui est tour à tour, professeur de mathématiques, officier d'artillerie au service de la France, puis au service de la Westphalie, puis encore de la France comme général. Il se distingue avec sa division au cours de la campagne de 1814. Mis en non-activité après la campagne, il reprend du service en 1815, est rayé des cadres, rétabli, mis en disponibilité, remis en activité, admis enfin à la retraite le 29 avril 1834.

Je pourrais multiplier les citations. Contraint de me limiter, je ne puis qu'énumérer quelques points, en nombre d'ailleurs insuffisant, mais qui donneront une idée de l'ouvrage du général Challéat.

Je ne saurais, par exemple, passer sous silence l'histoire des armes portatives

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

(fusil Chassepot, fusil Gras), qui, comme on sait, font partie du domaine très vaste de l'artillerie de terre.

Je dois aussi citer le rôle prépondérant joué, dans ces périodes, par l'École de Metz, l'École de Fontainebleau, le Comité de l'Artillerie, l'Atelier de Précison de la Section technique de l'Artillerie, la contribution et l'aide apportées à l'artillerie par de nombreux établissements industriels (la fonderie du Creusot et les Établissements Schneider, Saint-Chamond, Rive de Gier, Hotchkiss), dont le développement ou la création sont racontés.

Enfin le général Challéat nous donne la biographie des artilleurs célèbres et des officiers et savants qui ont, dans cette période, contribué au perfectionnement de l'arme : Vallée, Piobert, Morin, Didion, Treuille de Beaulieu, Delvigne, Tamisier, Reffye, Chassepot, Lahitolle, de Bange, Gras, Magnus de Sparre, Poisson, Poncelet, Résal... et j'en oublie.

Ce qui apparaît, comme conclusion de cette période de 1816 à 1880, c'est l'importance des progrès réalisés.

L'artillerie de campagne dispose, vers le début de cette période, de canons dont la portée maximum ne dépasse pas 2.600 m. Le poids des projectiles varie, suivant les calibres, de 8 livres (canon de 8, soit 106 mm) à 21 livres (obusier de 6 pouces, 165 mm).

A la fin de cette même période, l'artillerie de campagne possède des canons de 80 mm pouvant lancer à 7.190 m des obus de 5,5 kg, et des canons de 90 mm dont la portée atteint 6.900 m et dont l'obus pèse 8 kg environ.

Progrès analogue pour l'artillerie lourde (artillerie de siège et place et artillerie de côte), dont la portée maximum passe de 3.000 à 9.000 m, et le poids de l'obus le plus lourd de 30 livres à 40 kg.

Quant à la valeur intrinsèque de l'artillerie à la fin de cette période, elle est déjà grande. Elle a fait ses preuves (avec des projectiles différents, il est vrai, mais le matériel est le même) dans la grande guerre de 1914-1918.

Il existait, en effet, en 1914, dans l'armement des forts, 7.500 canons de Bange. Ces pièces avait été réservées pour l'attaque et la défense des places. Mais, après les résultats donnés par les deux premières batteries de 155 long et de 120 long commandées, l'une par le capitaine Poirier, l'autre par le lieutenant Delaby et installées le 27 août 1914 à la bataille de Rambervilliers, ou de La Mortagne, presque sur la ligne des canons de campagne, leur rôle ira en augmentant rapidement.

Le nombre croissant des matériels de Bange, employés sur le front, ne prouve pas leur valeur, diront certains. On a employé ces matériels, vieux de près de 40 ans, parce qu'on n'en avait pas d'autre. C'est exact. Il est exact aussi qu'on aurait pu avoir mieux. Mais, pour quiconque a vu, près de Moyen, certain entonnoir de 155 entouré de 30 cadavres allemands, pour quiconque enfin a assisté à quelque grande préparation d'attaque par l'artillerie de Bange, la valeur de cette dernière était loin d'être négligeable.

Mais les progrès énormes réalisés au cours des 60 ans environ qu'embrasse le tome I, ne sont rien auprès de ceux, prodigieux, qui marquent les périodes suivantes de 1880 à 1919. C'est au cours de cette période que la puissance du feu de l'artillerie va atteindre, puis dépasser celle du feu de l'infanterie, malgré que cette dernière ait vu son armement se perfectionner et s'accroître d'engins, les mitrail-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

leuses, d'une puissance meurtrière qui, à première vue, paraît difficile à égaler.

Si, au cours de la guerre de 1870, les pertes dues au canon ne sont qu'une faible fraction de celles dues au feu de l'infanterie (35 p. 100 pour l'armée française, 10 p. 100 pour l'armée allemande), si, pendant la guerre russo-japonaise, ce même pourcentage n'est que de 10 p. 100 pour l'armée japonaise et de 16 p. 100 pour l'armée russe, il va atteindre l'énorme valeur de 300 p. 100 pour l'ensemble de la guerre de 1914.

Les perfectionnements apportés à l'artillerie depuis 1880 sont donc considérables.

Sous la plume du général Challéat, l'histoire de ces perfectionnements synthétisés par la création du canon de la victoire (du « canon du diable » comme disaient les prisonniers allemands), ne peut donc qu'être du plus haut intérêt.

C'est pourquoi, en terminant, je formule le souhait que le tome II de l'*Histoire technique de l'artillerie de terre* ne se fasse pas trop attendre.

A. LAMOTHE,
Ancien officier d'artillerie de terre, Ingénieur en chef de l'Artillerie navale.

Traité du lavage des laines. Opérations préparatoires et complémentaires. — 2e éd., par P. Cogney et A. Prot, spécialistes de l'industrie lainière. Un vol. (25 × 16 cm), de 719 p., 186 fig. Édité par Renard-Morizot (Industrie textile), 171, Faubourg Poissonnière, Paris (9e). Index : 677. 3

Le traité de lavage des laines qui est présenté est la seconde édition, beaucoup plus complète, d'un autre ouvrage sur le même sujet qu'avait édité P. Cogney après l'avoir publié en 1908 dans le *Bulletin technologique de la Société des Anciens Élèves des Écoles nationales des Arts et Métiers.*

A l'époque, l'auteur s'était contenté de réunir dans son travail toute la documentation alors connue relative au lavage proprement dit de la laine, ce qui constituait déjà une véritable innovation dans la bibliographie des industries textiles. La nouvelle édition qui vient de paraître en constitue une beaucoup plus importante en ce sens qu'il ne s'agit plus cette fois d'un ouvrage décrivant simplement les appareils et dispositifs de lavage de la laine qui étaient alors soit simplement connus soit utilisés industriellement, mais d'un véritable traité complet de lavage des laines, dans lequel les auteurs, avant l'étude proprement dite du lavage, ont traité la laine, au double point de vue pratique et scientifique, afin de permettre à tous ceux qui s'intéressent à cette branche spéciale de l'industrie de pouvoir ensuite aborder en connaissance de cause, d'une façon méthodique et précise, le travail de cette matière première si particulière et si délicate, qui n'est pas homogène puisqu'elle varie non seulement d'une race à une autre, mais même suivant la position qu'elle occupe sur le corps de l'animal.

L'ouvrage, très bien présenté et d'une lecture facile, se divise en 12 chapitres :

Chap. 1er. — Dans ce chapitre, où la laine est surtout étudiée au point de vue physique et chimique, les renseignements utiles qui y sont réunis sont abondants et éviteront que l'on se reporte à de nombreux ouvrages et revues.

Chap. 2. — Ici les auteurs exposent très clairement comment se font de nos jours, les achats de laines en France et à l'étranger, et de quelle façon sont élevés les moutons dans les pays d'origine, renseignements souvent difficiles à trouver.

Chap. 3. — Après avoir fait une étude copieuse de la matière première,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Cogney et Prot abordent une des questions les plus importantes du travail d'épuration de la laine, c'est-à-dire, le triage, qui doit permettre à des spécialistes de classer, dans des conditions déterminées, en un certain nombre de qualités différentes, les laines d'une même provenance, en tenant compte, par conséquent, de leur origine et aussi, de la position qu'elle occupe dans la toison du mouton, afin d'obtenir finalement des produits ayant sensiblement les mêmes caractéristiques, longueur, finesse, etc.

Chap. 4. — Les laines étant classées convenablement sont battues sur des machines spéciales, qui les ouvrent en partie, et les débarrassent de leurs impuretés les plus grosses; ce chapitre expose les principes de cette opération et décrit les principaux modèles de machines employées dans ce but.

Chap. 5. — Dans ce chapitre sont décrits, d'une façon générale et méthodique, tous les éléments qu'il est nécessaire de connaître avant de procéder au dessuintage et au lavage des laines tels que les divers agents de lavage, l'épuration des eaux et les divers contrôles et analyses qui s'imposent pour un travail normal.

Chap. 6. — Le suint est étudié ici d'une façon toute spéciale pour en fixer la composition et indiquer les produits que l'on peut en retirer avec avantage, et notamment, l'acétone et le carbonate de potasse.

Chap. 7. — Les auteurs, dans ce chapitre, exposent le but et l'utilité de dessuinter la laine avant de la laver, et décrivent depuis les plus anciens dispositifs d'appareils jusqu'aux plus modernes, employés à cet effet. Les renseignements pratiques et les observations qui accompagnent ces descriptions, sont très détaillés et extrêmement intéressants.

Chap. 8. — Ici sont décrits avec une abondance de documentation tous les appareils anciens et modernes qui ont été utilisés jusqu'à nos jours pour procéder au lavage proprement dit de la laine, au savon ou au suint. C'est le chapitre le plus détaillé de l'ouvrage.

Chap. 9. — Ce chapitre expose des dispositifs spéciaux de dégraissage qui ont été préconisés, tels que ceux par les solvants volatils, par le vide, par dissolvant organique, à sec, etc.; il indique les moyens envisagés pour récupérer les résidus.

Chap. 10. — Ce chapitre traite du séchage de la laine, dont les principes et les appareils, utilisés dans ce but, sont exposés d'une façon très précise.

Chap. 11. — Ce chapitre traite de l'épuration des eaux de lavage et de la récupération des sous-produits qu'elles contiennent, par les procédés anciens et modernes; l'extraction de la suintine, la fabrication de la lanoline et le traitement des boues y sont décrits avec abondance de détails.

Chap. 12. — Les auteurs terminent leur ouvrage en exposant le but de l'ensimage des laines, les produits employés à cet effet et en indiquant les principaux appareils employés industriellement.

En résumé, le travail de MM. Cogney et Prot contient une documentation sérieuse et complète sur le travail préparatoire de la laine avant peignage, chose qui n'avait pas encore été faite. Il pourra faciliter considérablement l'étude de cette branche de l'industrie lainière et rendre les plus grands services au personnel dirigeant des usines dont la compétence laisse quelquefois à désirer.

On ne peut que féliciter les auteurs d'avoir réuni et coordonné en un seu volume un ensemble de renseignements qui, jusqu'alors, étaient disséminés dans les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ouvrages et revues textiles, où il est sinon impossible du moins extrêmement difficile de trouver ce qu'on cherche. J. DANTZER.

L'éclairage en agriculture. Une br. (21 × 13 cm), de 56 p., 40 fig. — Brochure N° 12. Édition 1933.

L'éclairage à la ferme. Une br. (21 × 13 cm), de 16 p., fig. — Brochure N° 107. Édition 1933.

Édition de la Société pour le Perfectionnement de l'Éclairage, 134, boulevard Haussmann, Paris. Index : 621.347

A l'heure actuelle l'électricité commence à pénétrer dans toutes les agglomérations rurales, en y apportant tous les avantages qui sont déjà si largement exploités dans les villes.

La Société pour le Perfectionnement de l'Éclairage a eu l'idée tout à fait opportune de publier deux petites brochures sur *L'éclairage à la ferme* et *L'éclairage en agriculture*.

Ces brochures très simples et contenant un grand nombre de figures, ou plutôt d'images, peuvent être mises entre les mains des agriculteurs et des personnes peu initiées à la technique de l'électricité ou de l'éclairage. Elles n'ont pas la prétention d'enseigner la technique de ces deux éléments de progrès, mais elles peuvent attirer l'attention des agriculteurs sur les services pratiques qu'on peut obtenir d'eux en les appliquant judicieusement aux problèmes ruraux.

Il va sans dire que les fermes et leurs dépendances doivent être convenablement éclairées pour permettre un travail plus facile, plus complet, et d'un meilleur rendement.

Mais il y a surtout une nécessité certaine à inciter les agriculteurs à aborder l'examen des problèmes nouveaux, à attirer leur attention sur les résultats intéressants que peuvent procurer les applications judicieuses des divers éclairages et des diverses irradiations à la culture des plantes alimentaires et à l'élevage des animaux de ferme.

On peut augmenter les rendements, améliorer le développement individuel, perfectionner les espèces et en obtenir de nouvelles. On peut aussi combattre et détruire les insectes nuisibles.

Ce sont là des régions encore peu explorées du vaste domaine des applications de l'électricité. Il faut les aborder. Des expériences doivent être tentées, nombreuses : des conclusions précises et des lois générales en sortiront, l'agriculture y trouvera son profit en premier lieu, et le progrès général aura fait une nouvelle avance.

Nous voyons dans les nouvelles brochures de la Société pour le Perfectionnement de l'Éclairage un moyen utile et opportun d'appel aux agriculteurs pour concourir aux travaux exposés ci-dessus. J. CARPENTIER.

L'infection chez les insectes; immunité et symbiose, par A. PAILLOT, docteur ès sciences, directeur de la Station de Zoologie agricole du Sud-Est. Un vol. (24 × 16 cm), de 535 p., 279 fig. 1933. Imprimerie de Trévoux, G. Patissier. En vente chez l'auteur et à la Librairie médicale et scientifique, 6, rue de la Charité à Lyon. Prix rel. toile souple : 100 fr. Index : 595.7.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Lorsque, en 1928 et en 1930, M. Paillot publia ses importants travaux sur les maladies du ver à soie, les biologistes, les entomologistes en particulier, regrettèrent que l'auteur ne condensât pas, dans un ouvrage moins spécialisé, les connaissances actuelles sur la pathologie des insectes. Voici leur vœu réalisé et l'on peut dire d'une façon parfaite.

L'auteur passe en revue successivement nos connaissances sur les maladies à protozoaires, les mycoses, les maladies à ultravirus et enfin les maladies bactériennes. Il fait ressortir le rôle extrêmement important et insoupçonné que les maladies à ultravirus ont chez les insectes et en particulier chez le ver à soie. N'est-il pas déjà démontré que la grasserie et la gattine, la flacherie vraie appartiennent à ce groupe? D'ailleurs la découverte des agents de ces maladies a transformé complètement, depuis quelques années, notre conception de la pathologie du ver à soie. Quant à la flore microbienne des insectes, elle ne le cède en rien, pour la richesse et la variété, à celle des vertébrés supérieurs, les espèces bactériennes, pour un insecte donné, variant dans le temps et dans l'espace; mais les plus répandues appartiennent au groupe des coccobacilles.

L'immunité antibactérienne naturelle et acquise fait l'objet d'une partie importante de l'ouvrage. M. Paillot rappelle les nombreuses expériences qu'il a faites sur la question et qui lui ont permis de montrer que l'immunité est à la fois humorale et cellulaire. Toutefois, il n'est pas douteux que chez les insectes, le rôle des réactions humorales est généralement plus important que celui des réactions cellulaires. C'est pourquoi l'auteur affirme que la défense d'un insecte contre les infections microbiennes est le plus souvent mieux assurée par l'action bactéricide du sang que par l'action phagocytaire des cellules sanguines, qui, réduite à elle-même, est impuissante le plus souvent à enrayer l'infection.

La sixième partie de l'ouvrage est consacrée à la symbiose chez les pucerons. Là, nous trouvons des idées nouvelles sur ces associations insectes-microorganismes. Pour M. Paillot, à la suite des constatations qu'il a faites chez un certain nombre d'aphides, les processus symbiotiques sont à rapprocher des processus infectieux ordinaires : la symbiose chez les aphides ne serait qu'un cas particulier d'immunité antimicrobienne naturelle; cette thèse nouvelle, basée sur des observations rigoureuses, est nettement en opposition avec celle qui est admise par les savants étrangers, en particulier les Allemands et les Italiens.

Enfin, la dernière partie de l'ouvrage traite du rôle de la pathologie infectieuse des insectes. Le premier chapitre vise l'utilisation des microorganismes entomophytes en agriculture. Les conclusions de A. Paillot sur cette question sont absolument conformes à celles que je soutiens depuis longtemps : « L'erreur de « tous ceux qui ont voulu préconiser la création d'épidémies artificielles pour « lutter contre les insectes nuisibles, qu'il s'agisse d'épidémies causées par les « cryptogames ou d'épizooties de nature bactérienne, est d'avoir méconnu les lois « qui régissent la méthode proposée et d'ignorer la valeur réelle des forces naturelles « mises en œuvre. »

Le dernier chapitre, et non le moins important à tous points de vue, analyse le rôle des arthropodes ectoparasites de l'homme et des animaux domestiques dans la propagation des maladies infectieuses et plus particulièrement des fièvres exanthématiques à Rickettsia.

L'ouvrage se termine par 50 pages de bibliographie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi nous trouvons, sous un format relativement réduit, dans l'ouvrage de M. A. Paillot, un exposé clair et précis de tout ce qu'on connaît sur les maladies des insectes. Il est à espérer que les idées originales de l'auteur portées devant le grand public scientifique susciteront la discussion et surtout de nouvelles recherches dans ce domaine si neuf et si riche.

P. VAYSSIÈRE.

Le commerce de la France avec ses possessions d'outre-mer en 1932 (Extrait des *Actes et Comptes Rendus de l'Association Colonies-Sciences*, n° 96, juin 1933). Une br. (24 × 16 cm.), de 15 p., Association Colonies-Sciences, 80, rue Taitbout, Paris (4e). Index : 338 : 325.3 (44)

M. Martelli-Chautard, directeur de l'Association Colonies-Sciences, étudie chaque année le mouvement du commerce de la France avec ses possessions d'outre-mer. Il vient d'adresser à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale la brochure qui renferme ses observations sur l'année 1932 confirme que l'évolution qui a commencé en 1930 s'est encore accentuée. Nos importations en provenance de l'étranger diminuent de plus en plus. En 1932, elles se sont effondrées. Au contraire, nos importations provenant de nos colonies se maintiennent. De 1931 à 1932 elles ont même augmenté.

En 1929, les *importations* de l'étranger en France atteignaient 51 milliards; en 1932 elles sont tombées à 23 600 millions, en nombre rond, tandis que celles de nos possessions d'outre-mer se sont maintenues à plus de 6 milliards de 1926 à 1932; les importations de 1932 ont progressé sur celles de 1931 de 0,09 p. 100.

Les *exportations* de la France vers les colonies françaises ont varié entre 7 et 9 milliards de 1926 à 1932; elles ont diminué de 15 p. 100 de 1931 à 1932, conséquence fatale de la crise.

Mais la chute des exportations vers l'étranger a été infiniment plus brutale : de 1926 à 1932, elles sont tombées de 50 à 23 milliards; en 1932, le fléchissement général des exportations totales a été de 34,8 p. 100 par rapport à 1931.

Par contre, le pourcentage des exportations à destination des possessions coloniales françaises s'accroît de plus en plus. En 1927, il était de 14,05 p. 100, en 1929 de 18,85 p. 100, en 1931 de 24 p. 100, et en 1932 il a atteint 31,49 p. 100. Au regard de l'économie française, l'importance de notre domaine colonial va donc sans cesse en grandissant au fur et à mesure que la crise devient plus intense. M. Martelli-Chautard examine en détail, tout au moins pour les principaux postes, les échanges commerciaux entre la France et son domaine colonial pendant l'année 1932.

Nous constatons qu'en 1932, comme durant les années précédentes, nous avons été loin encore de tirer de nos colonies toutes les matières premières que nous consommons et qu'elles pourraient nous fournir. C'est ainsi que nous ne demandons à nos possessions d'outre-mer, valeur exprimée en milliers de francs, que 2,4 p. 100 des graisses animales dont nous avon besoin, 10,3 p. 100 du café; 9,2 p. 100 du thé; 0,9 p. 100 des laines; 1,2 p. 100 du coton; 10,4 p. 100 des bois; par contre, elles nous fournissent : 90,8 p. 100 des semoules, 95,6 p. 100 du manioc, 80 p. 100 du riz, 70,6 p. 100 du cacao, 73 p. 100 du poivre et piment, 90 p. 100 de la vanille que nous consommons.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

De l'intéressante étude de M. Martelli-Chauchard, se dégage cette constatation très nette : la solidarité étroite de la France et de toute ses possessions d'outre-mer.

Grâce à son domaine colonial, la France, rappelle M. Martelli-Chauchard, a de vastes possibilités pour ses importations et ses exportations, mais celles-ci sont fonction de celles-là. Si, par des mesures arbitraires et injustifiées, la métropole restreint les entrées des produits coloniaux, elle diminue la capacité d'achat des colonies et, par voie de conséquence immédiate, ses propres importations. Ici, plus encore qu'ailleurs, le mouvement commercial implique la réciprocité des achats.

GEORGES WERY.

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE EN JANVIER 1934

Œuvres complètes d'Augustin Cauchy, publiées sous la direction scientifique de l'Académie des Sciences et sous les auspices de M. le Ministre de l'Instruction publique. IIe série, Tome XIII. In-4 (28 × 23) de 445 p. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1932. **18315**

VERGÉ (EMMANUEL). — **La construction navale en France.** (Chambre syndicale des Constructeurs de Navires et de Machines marines.) In-8 (26 × 20) de 161 p. Paris, 7, rue de Madrid (8e), 1933. **18316**

FALLOU (JEAN). — **Courants de court-circuit.** (Mises au point électrotechniques publiées sous le patronage et avec la collaboration de la Société française des Électriciens. Directeurs : Paul Bunet et Jean Fallou.) In-12 (19 × 12) de 180 p., 50 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1933. **18317**

Elements of a National Mineral Policy, prepared by THE MINERAL INQUIRY. In-8 (23 × 15) de VI + 162 p., 4 fig. New York, The Mineral Inquiry, 29 West 39 th Street, 1933. **18318**

JAEGER (CHARLES). — **Théorie générale du coup de bélier.** Application au calcul des conduites à caractéristiques multiples et des chambres d'équilibre. (Ouvrage publié sous les auspices du Laboratoire de Recherches hydrauliques annexé à l'École polytechnique fédérale, à Zurich.) In-8 (25 × 16) de 268 p., 54 fig. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1933. (*Don du Génie civil.*) **18319**

Les ressources minérales de la France d'outre-mer. I : Le charbon. (Publications du Bureau d'Études géologiques et minières coloniales.) In-8 (25 × 16) de 245 p., 33 fig. Paris, Société d'Éditions géographiques maritimes et coloniales, 184, boulevard Saint-Germain (6e), 1933. (*Don de M. F. Blondel, membre du Conseil d'Administration.*) **18320**

TROUPEAU-HOUSAY (JEAN). — **Moutons de plein air.** Élevage et engraissement à l'herbage et au pacage. In-12 (19 × 12) de 146 p., 21 fig. Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, 26, rue Jacob (6e). **18321**

DICKINSON (H. W.) and TITLEY (ARTHUR). — **Richard Trevithick.** The engineer and the man. Trevithick Centenary Commemoration Memorial Volume. In-8 (25 × 16) de XVII + 290 p., 41 fig. Cambridge, The University Press, 1934. (*Don du Comité pour la célébration du centenaire de Richard Trevithick.*) **18322**

Le miracle marocain. II : La région de Rabat. In-4 (37 × 27) de 188 p., fig., XIV pl. Rabat-Casablanca, Édition de « La Vérité marocaine », 1932. **18323**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

***

BLONDEL (F.). — **Le ravitaillement de la France en produits minéraux.** (ex *Génie civil*, 1er et 8 juillet 1933.) In-8 (24 × 15) de 22 p., 3 fig. Paris, Le Génie civil, 5, rue Jules-Lefebvre (9e), 1933. (*Don de l'auteur, membre du Conseil d'Administration.*)
Pièce 13826

DUFRAISSE (CHARLES), VIEILLEFOSSE (ROGER) et LE BRAZ (JEAN). — **Applications de l'effet antioxygène au problème de la lutte contre l'incendie. L'extinction des flammes.** (ex *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. 197, 10 juillet 1933.) In-4 (27 × 21) de 3 p. Paris, Gauthier-Villars, 1933. (*Don des auteurs.*) **Pièce 13827**

COHU (MERRY). — **Le problème de l'éclairage des routes.** (ex *Technique moderne*, t. XXV, 1er et 15 septembre 1933.) In-4 (32 × 25) de 12 p., 25 fig. Paris, Dunod, 1933.
Pièce 13828

***

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE. — **Annuaire 1933.** Paris, 44, rue de Rennes (6e).
Pér. 36

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS. (Ministère de l'Éducation nationale.) — LABORATOIRE D'ESSAIS MÉCANIQUES, PHYSIQUES, CHIMIQUES ET DE MACHINES. — **Rapport sur le fonctionnement pendant l'exercice budgétaire 1932 (9 mois)**, par M. DALBOUZE.
Pér. 308

ÉCOLE POLYTECHNIQUE. — **Journal.** IIe série, 34e cahier. Paris, Gauthiers-Villars, 1933.
Pér. 281

DIRECTION GÉNÉRALE DES DOUANES. — **Tableau général du commerce extérieur.** Année **1932** : *Commerce de la France avec ses colonies et les pays étrangers.* Paris, Imprimerie nationale, 1933. **Pér. 34**

Agenda agricole et viticole, par V. VERMOREL. 49e année, **1934.** Villefranche-sur-Saône (Rhône), Librairie du Progrès agricole et viticole. **Pér. 290**

ROYAL SOCIETY OF NEW SOUTH WALES. — **Journal and Proceedings.** Vol. LXVI, part II, **1932.** — Vol. LXVII, part I, **1933.** Sydney, Gloucester and Essex Streets. **Pér. 29**

AUSTRALIAN AND NEW ZEALAND ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE. — **Report of the 21st Meeting, Sydney 1932.** Sydney (New South Wales), 1933. **Pér. 51**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Miscellaneous Publication**, n° **141** (4 th edition, revised 1933) : *Report of the National Screw Thread Commission*, 171 p., 56 fig. 1933.
Pér. 61

BUREAU OF AMERICAN ETHNOLOGY. — **48 th Annual Report, 1930-1931.** Washington, D. C., Smithsonian Institution. **Pér. 25**

L'agent général, gérant,

E. LEMAIRE.

BRODARD ET TAUPIN, Coulommiers-Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

133e ANNÉE. MARS 1934.

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

LA PETITE FERME DANOISE D'APRÈS M. MOTTE [1]

par M. Georges WERY, *secrétaire général de la Société d'Encouragement.*

Dès le 12 novembre 1913, notre regretté collègue Eugène Tisserand entretenait l'Académie d'Agriculture des origines de la propriété paysanne au Danemark, et il en faisait un éloge légitime. Elle n'était encore qu'à ses débuts et n'avait connu que des jours prospères. Depuis, plusieurs auteurs l'ont présentée comme un type cultural [2] qu'il convenait de répandre très largement. Certains y voyaient une sorte d'Arcadie assurant un état social idéal.

M. M.-H. Motte, dans son ouvrage, établit en quelque sorte le bilan actuel de la petite exploitation danoise, après le développement qu'elle a reçu et les épreuves qu'elle a subies. Il loue ses mérites mais il prévient contre sa généralisation irraisonnée.

Marié à une Danoise, exploitant en Danemark, ayant connu de très près l'existence du « hausmœnd » le petit paysan, M. Motte détient une autorité qui donne à son livre une valeur toute particulière. Nous l'analyserons jusque dans ses détails, non certes pour chercher vainement à le suppléer mais pour engager, au contraire, le lecteur intéressé à le lire intégralement.

Le distingué professeur de l'École nationale d'Agriculture de Grignon, M. Brétignière, a écrit pour ce livre une préface qui met en relief ses qualités.

Quelle est, tout d'abord, l'origine de ces domaines de 10 ha au plus? Elle remonte à l'année 1866, où l'incorporation du Slesvig à l'Allemagne décida nombre de cultivateurs à renoncer à leurs propriétés familiales pour rester au Danemark où ils trouvèrent un asile sur ces « hausmandhuse ». Elles se multiplièrent peu à peu, au gré des événements : émigration aux États-Unis devenue plus difficile, crises économiques, et, enfin, surtout, lorsque la Société des Landes danoises (1864-1899) commença de mettre en valeur ces terres arides où ne végétaient que des bruyères. En 1899, le Gouvernement fit voter la loi du 24 mars. Elle avait pour objet de faciliter la naissance de ces petits domaines. Les Pouvoirs publics ne procédèrent d'ailleurs que par étapes.

(1) *La petite ferme danoise ou « hausmandhus »*, par Marcel-Henri MOTTE, agriculteur en Danemark, Ingénieur agricole (Grignon), licencié en droit. Librairie agricole de la Maison rustique, éditeur, Paris, 1933.

(2) Voir à ce sujet dans le *Bulletin* de janvier 1932, p. 44, *L'économie agricole danoise* envisagée en vue d'une meilleure économie en Thiérache, par M. RENÉ DE LA GORCE.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Aujourd'hui, les hausmandhuse s'étendent sur 800.000 des 3.960.000 ha qui constituent la surface cultivée du pays. Le retour du Slesvig a naturellement accentué leur développement. Pendant la période de 1920 à 1931, il a été créé, dans tout le Danemark, 15.055 petites exploitations dont 4.581 dans les îles et 10.474 dans le Jutland. Le lotissement des grandes propriétés et des majorats, celui des terres paroissiales et du domaine public ont fourni le terrain. Sous certaines conditions, l'état a consenti des prêts pour l'achat de la terre et son équipement, ou il a pris une hypothèque sur le sol et reçoit un intérêt de 4,5 p. 100 de sa valeur, le remboursement étant laissé au gré de l'acheteur. A l'heure actuelle, l'emprunt ne peut dépasser 12.000 fr pour l'achat de la terre, 8.000 fr pour les constructions.

Quelle est la valeur culturale du sol? Les terres de Slesvig et des îles sont de beaucoup supérieures à celles du Jutland. Dans leur ensemble, ces dernières sont d'une pauvreté que l'on ne rencontre guère en France que dans les régions déshéritées. Cette différenciation partage immédiatement les hausmandhuse en deux catégories : celles qui prospérèrent et supportent tant bien que mal la crise agricole et mondiale, celles qui ont toujours souffert et souffrent plus que jamais.

Voici, rangées suivant la grandeur de la surface qu'elles occupent, les plantes qu'elles cultivent : avoine, orge, rutabagas, betteraves fourragères, seigle, blé, pommes de terre, betteraves sucrières. Le rêve du huismœnd, c'est de récolter du blé. Mais il est trop souvent obligé d'y renoncer pour le seigle, moins exigeant. Les prairies permanentes occupent 2 p. 100 de l'étendue des terres, les prairies temporaires 25 p. 100.

Le cheptel comprend en général : un ou deux petit chevaux, poneys d'Islande ou de Norvège, très rustiques et travailleurs; trois ou quatre vaches de la race pie-noire du Jutland, pesant en moyenne 500 kg, donnant 3.000 kg de lait par an dosant 3,5 à 4 p. 100 de beurre; une truie; deux ou trois porcs jutlandais au pelage blanc. Sur ces petites fermes picore une nombreuse volaille : on peut compter 2.500 poules sur 1.000 ha. L'exportation des œufs représente l'une des richesses du pays.

Inscrivons, à cet inventaire, le matériel suivant : un chariot, une charrue légère, deux herses, un rouleau à disques, une petit semoir, une faucheuse achetée à moitié avec un voisin, un tonneau à purin en tôle galvanisée ou en bois qui sera placé sur le chariot au moment opportun, un hache-paille, un coupe-racines, une petite batteuse, un tarare mû par l'électricité ou le vent, une éolienne qui puisse l'eau à une profondeur qui ne dépasse pas 4 à 5 m.

L'étranger est toujours séduit par la bonne apparence des bâtiments, leur rigoureuse propreté et leur confort. La maison d'habitation, construite en briques, comprend : deux ou trois chambres à coucher, une cuisine, une salle à manger, lieu de réunion pour la famille, où l'on trouve fréquemment soit un piano, soit un harmonium, le plus souvent une bibliothèque bien garnie où les livres techniques voisinent avec les ouvrages littéraires et les registres d'une comptabilité plus ou moins bien tenue mais qui existe au moins à l'état embryonnaire, souvent, aussi, un appareil de T. S. F.

Les divers animaux habitent des cases séparées mais placées sous le même toit. Celui-ci, doué d'une pente assez forte, en raison des abondantes chutes de neige, ménage un vaste grenier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La laiterie est d'une propreté méticuleuse, ses murs sont blanchis à la chaux. Ce n'est réellement qu'un dépôt où le lait attend d'être livré à la coopérative.

Signalons encore : la grange-remise, une petite salle pour abriter les racines, une autre pour la cuisson des aliments du bétail, et, à quelque distance de la maison d'habitation, une fosse à fumier, couverte, accompagnée d'une citerne pour le purin, enfin, le poulailler et ses accessoires.

Ce tableau rapidement esquissé de la ferme paysanne danoise resterait incomplet si nous ne tracions pas la silhouette sympathique de son exploitant.

De taille moyenne, solidement charpenté, écrit M. Motte, blond, d'aspect calme et froid, il s'enthousiasme cependant pour les idées qu'il croit justes. Profondément religieux, il possède une nombreuse famille qui lui assure une main d'œuvre dont il ne pourrait se passer. L'instruction est obligatoire de 6 à 13 ans. Cependant, les enfants ne fréquentent l'école que 180 jours par an : de 6 à 10 ans pendant les six mois d'été, les aînés durant les six mois d'hiver. Ainsi, pendant la saison froide, les petits restent au chaud, et, l'été, les grands participent aux travaux de l'exploitation. La conscription militaire ne décèle qu'une infime proportion d'illettrés.

M. Motte donne d'intéressants détails sur la vie, l'emploi du temps, la mentalité du huismœnd. Nous y renvoyons le lecteur. Mais nous insistons, ici, sur l'une de ses caractéristiques. Il est essentiellement doué de l'esprit de coopération. C'est en grande partie grâce à lui, qu'il a pu développer la production de son petit domaine et contribuer à faire du Danemark un pays d'exportation agricole, surtout sur le marché anglais, beurre, œufs, viande de porc. Plus encore chez les petits cultivateurs que chez les grands, les coopératives d'achat et de vente se sont multipliées.

Le Danemark compte plus de 1.400 coopératives laitières, recevant les traites de 90 p. 100 des vaches vivant sur les petites exploitations. La coopérative d'exportation des œufs réunit plus de 50.000 adhérents; son chiffre d'affaires atteint près de 25 millions de couronnes.

Quel est le rendement à l'hectare de ces fermes paysannes? M. Motte, se basant sur les chiffres de la statistique officielle, estime que leur produit net à l'hectare, à fertilité égale, est de beaucoup supérieur à celui des domaines de 30 à 60 ha, 278 couronnes au lieu de 111, soit 6,5 p. 100 au lieu de 5,1 p. 100 du capital engagé.

Quelle est la conclusion de cette étude intéressante? Le voyageur qui visite l'une de ces fermes paysannes, choisie parmi les mieux équipées, est frappé par le bien-être et l'aisance qui s'en dégagent. Mais il généralise trop vite. Il faudrait qu'il fît la différence entre les hausmandhuse établies avant 1899 et les autres. Celles-ci ambitionnaient d'obtenir, comme leurs devancières, des récoltes lucratives et abondantes. La médiocre qualité du sol les a obligées à revenir aux cultures ancestrales où domine le seigle. Alors, le hausmœnd s'est lancé dans l'élevage et la production beurrière. Ses efforts n'ont pas toujours été récompensés. Il n'a pas pu tirer de son exploitation un revenu suffisant pour élever sa famille, payer les intérêts des emprunts qu'il a contractés et rembourser l'état. N'a-t-il pas dû, parfois, s'engager comme salarié chez les grands propriétaires voisins? Ces petits domaines,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tous établis sur le même modèle, pour ainsi dire en série, et dans le but de produire les mêmes denrées, offrent une sorte de front unique à la crise mais désavantageux parce qu'ils sont tous atteints en même temps. Le Danemark souffre d'autant plus que l'Angleterre s'alimente dans ses colonies et lui a fermé la plus grande partie de ses débouchés.

Comme l'avance M. Brétignière dans sa préface, si la petite ferme française le cède souvent à sa congénère danoise sous le rapport de la tenue et du confort, elle a sur elle cet avantage qu'elle ne s'est pas figée suivant un prototype. Elle a conservé sa personnalité et son originalité. Aussi, avec son économie paysanne, la France résiste-t-elle mieux qu'une autre au désastre économique parce qu'elle lui oppose un visage aux aspects infiniment divers.

Cet exemple montre combien il est délicat d'imposer un système de culture uniforme à tout un pays, combien la spécialisation poussée très loin comporte de risques, et enfin, combien il importe de suivre attentivement les variations de la situation économique pour modeler sur elle les systèmes de culture.

Toutefois, reconnaît M. Motte, l'état danois a réalisé une excellente affaire en organisant cette petite propriété. Il a retenu sur son sol nombre d'excellents cultivateurs qui auraient pu émigrer. Quant aux propriétaires de quelque importance, ils trouvent en eux une main d'œuvre excellente.

Avec MM. Motte et Brétignière, souhaitons ardemment que le Danemark, qui a toujours témoigné une sincère amitié à la France, retrouve bientôt la prospérité de son agriculture et, en particulier, que sa propriété paysanne triomphe des difficultés de l'heure présente.

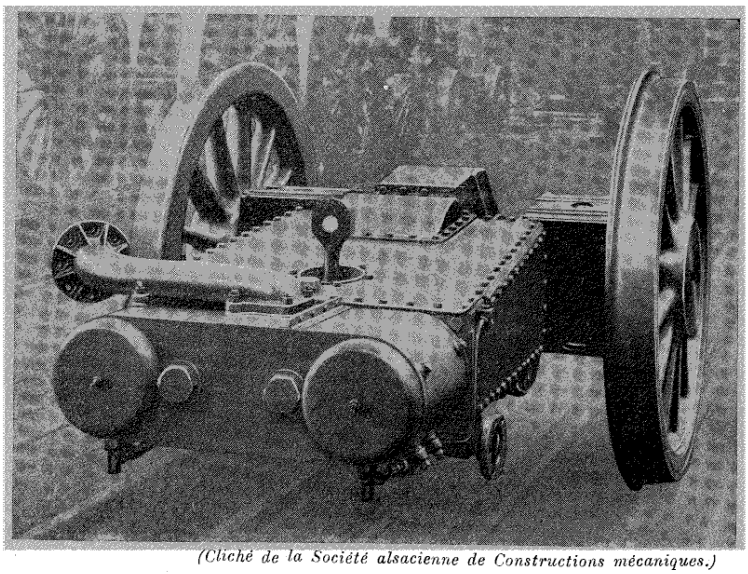
Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

LE BOOSTER POUR LOCOMOTIVES.

Le *Bulletin de la Société alsacienne de Constructions mécaniques* d'octobre 1933 contient une intéressante étude de M. H. GILLIOT sur le *booster* des locomotives[1].

Cet appareil rend moteur un essieu porteur pendant la marche à petite vitesse,



(Cliché de la Société alsacienne de Constructions mécaniques.)

Fig. 1. — Booster monté sur essieu porteur arrière à fusées intérieures d'une locomotive *Pacific*.

soit lors du démarrage, soit sur rampe. L'augmentation de l'effort de traction rend plus rapide l'accélération, ou permet de remorquer une charge plus grande, la chaudière produisant le supplément de vapeur nécessaire, vu la faible vitesse.

L'essieu ainsi équipé est généralement le bissel que portent à l'arrière de nombreuses locomotives; mais le booster s'applique à d'autres essieux, notamment à un bogie de tender, muni de bielles d'accouplement.

L'appareil est monté dans un cadre dont une extrémité porte par deux paliers sur l'essieu intéressé, et dont l'autre extrémité est rattachée au châssis de la locomotive par une articulation se prêtant aux déplacements relatifs assez étendus des bissels.

Le moteur comporte deux cylindres, avec manivelles à angle droit et distribu-

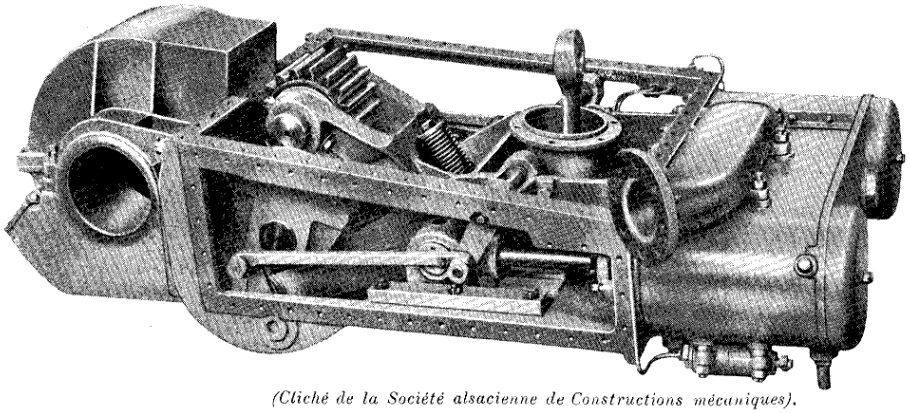
(1) On appelle booster (de l'anglais *to boost*, pousser par derrière; *booster*, celui qui pousse par derrière) toute machine auxiliaire qui, mise en marche au moment où c'est nécessaire, vient renforcer l'action d'une autre machine.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion par tiroirs à commande invariable, ne servant que pour la marche avant[2].

La liaison avec l'essieu s'établit à l'aide de trois roues dentées, la première calée au milieu de l'arbre du moteur, la troisième sur l'essieu; la roue intermédiaire, déplaçable, transmet la rotation. Cette roue mobile est commandée par un cylindre à air comprimé; le robinet distributeur d'air, à disposition du mécanicien, ne peut être ouvert que lorsque l'écrou du chevalet de changement de marche est à fond de course avant, et la commande de l'essieu est automatiquement débrayée dès que le changement de marche diminue l'admission dans les cylindres normaux de la locomotive.

Des dispositifs de détail ralentissent l'admission de vapeur aux cylindres du



(Cliché de la Société alsacienne de Constructions mécaniques).

Fig. 2. — Vue du booster pour essieu à fusées intérieures.

booster, de manière à éviter des chocs à la mise en marche, et on manœuvrent les purgeurs; ils permettent l'arrêt momentané du booster, si le patinage se produit.

Imaginé il y a une dizaine d'années, le booster est appliqué à plus de 4.000 locomotives aux États-Unis, y compris des *Mallet* pesant 325 t avec poids adhérent normal de 250 t. Le mémoire de M. Gilliot se termine par quelques indications de résultats obtenus, augmentations de vitesse et de charge des trains.

La majoration de l'effort à petite vitesse était obtenue d'une manière différente sur une locomotive exposée à Paris en 1900 par la Fabrique de Machines de Krauss, à Munich. Entre les deux essieux normaux du bogie avant de cette locomotive était installé un essieu amovible, actionné par deux cylindres du type ordinaire. Cet essieu était tantôt soulevé, les roues ne portant plus sur les rails, tantôt abaissé et chargé de manière à donner un poids adhérent de 13,4 t. La charge sur les roues avant du bogie passait alors de 14,8 t à 8,2 t. Cette machine est décrite dans la *Revue générale des Chemins de fer et des Tramways* (1901, 1re sem., p. 398).

ED. SAUVAGE.

(2) *Le Bulletin de l'Association internationale des Chemins de fer*, de février 1933, p. 255, décrit une locomotive-tender du London and North Eastern Railway, portant un booster réversible, commandant l'essieu avant d'un bogie muni de bielles d'accouplement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'ENSEIGNEMENT DONNÉ AUX NOIRS DANS LA GOLD COAST BRITANNIQUE.

Il y a une dizaine d'années, grâce à l'initiative de Sir Gordon Guggisberg, alors gouverneur de la Gold Coast, l'enseignement des noirs fut créé dans cette colonie. Organisé dans des conditions entièrement différentes de celles qui prévalaient, et prévalent encore, dans les colonies britanniques, il a donné des résultats tout à fait remarquables. Il y a deux grands établissements, le Collège d'Accra, intermédiaire entre notre lycée et notre université, et l'école d'Achimota, réservée aux noirs et dont le caractère est tout à fait spécial : autonome, quoique subventionnée par le gouvernement de la colonie, c'est à la fois une sorte d'école maternelle, une école primaire, un lycée et une école normale qui forme des instituteurs indigènes. L'organisation et le fonctionnement de cet établissement ont été décrits en détail par son directeur, le Rév. FRASER, dans une conférence que reproduit le *Journal of the Society of Arts* du 14 juillet 1933, avec la discussion qui l'a suivie.

L'école d'Achimota a été ouverte en mai 1926 avec six jeunes noirs de sept ans. En janvier 1927, elle comptait 100 enfants, garçons ou filles. Actuellement, il y a 500 élèves dont 150 filles. Voici quelques particularités de cet établissement.

Les tout petits qui, en arrivant, ignorent complètement l'anglais, reçoivent l'enseignement dans une des quatre langues indigènes : le twi, le fouti, le ga et le ewe; on gagne ainsi de deux à quatre ans sur la durée totale des études jusqu'au moment où l'élève peut entrer dans une université anglaise comme étudiant. L'anglais ne commence à être enseigné qu'en quatrième année. Les maîtres sont des blancs, hommes ou femmes, et de préférence, maintenant, des indigènes. Vingt-huit des blancs sont diplômés pour une des quatres langues indigènes précitées.

L'école est mixte : garçons et filles suivent les mêmes classes jusqu'à dix ans inclusivement. Les élèves sont à la fois internes et externes car, en dehors des heures de classe, ils vivent dans des pensions de famille, sous la surveillance d'un maître ou d'une maîtresse, par petits groupes répartis dans huit maisons voisines de l'établissement, et auxquelles sont adjoints : un jardin, un potager, un verger et une ferme. Tout le travail matériel dans ces pensions est fait exclusivement par les élèves : ménage, confection et raccommodage des vêtements, cuisine, blanchissage. On leur enseigne un travail manuel de leur choix et, à tous les garçons, l'agriculture et l'élevage.

Pendant la classe, les élèves sont libres de remuer, de se déplacer et de se tenir comme il leur plaît, assis sur des bancs ou accroupis par terre, attitude normale de repos des indigènes, pourvu qu'ils ne troublent pas la classe. Il n'y a pas d'uniforme.

Du samedi matin, à partir de 9 h. jusqu'au lundi matin, à 6 h., les élèves sont libres de leur temps, pourvu qu'ils assistent aux repas et rentrent à l'heure le soir, pour le coucher; pendant ces deux jours, ils se livrent à leurs passe-temps favoris, aux jeux, aux sports; les danses et les chants indigènes sont non seulement tolérés, mais encouragés. Les élèves disposent, à cet effet : de salles de réunion ou de lecture, d'ateliers pour le travail manuel et de terrains de sports. En général, ils préfèrent leurs jeux, chants et danses indigènes aux chants et aux sports européens. Ils paraissent aussi tenir beaucoup à leur folk-lore. En général, ils ont le sens poétique,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'enseignement religieux et la présence à l'office du dimanche sont facultatifs et, bien que le directeur soit pasteur et que quelques professeurs soient protestants, on ne cherche à faire aucun prosélytisme; d'ailleurs, toutes les confessions chrétiennes sont représentées dans le corps enseignant dont les membres blancs ont été recrutés dans tout l'empire britannique et choisis uniquement pour leurs aptitudes pédagogiques. Cependant, il n'y a actuellement que dix élèves non chrétiens,

Bien que ce libéralisme ait été fort critiqué au début, il a porté ses fruits : les noirs qui sortent d'Achimota sont en moyenne plus instruits que les Anglais du même âge de la métropole; et les plus intelligents ne le sont pas moins que les blancs; quelques-uns poursuivent déjà avec succès des études universitaires en Angleterre. Ils sont habiles, travailleurs, courageux, attentifs, modestes, reconnaissants et prévenants; on s'accorde à leur trouver « du cran » et beaucoup d'amour-propre en toutes circonstances. Plusieurs faits probants sont cités à cet égard.

Dans le conseil d'administration de l'établisssement, qui fonctionne depuis quatre ans, les indigènes sont représentés; ils y ont voix délibérative, et ils prennent leurs fonctions très sérieusement, car on en cite deux, dont l'un très âgé, qui ont parcouru pendant la nuit plusieurs centaines de kilomètres en automobile pour assister à une réunion urgente.

Il semble, d'après la discussion qui a suivi la conférence du Rév. Fraser, qu'on se trouve dans la Gold Coast en présence d'une population noire extrêmement intelligente, à l'esprit très ouvert et avide de s'instruire. Fait tout à fait remarquable pour des noirs, ils ne semblent, jusqu'à présent, tirer aucune vanité des avantages que l'instruction leur donne sur leurs compatriotes. C'est ce que l'enseignement des noirs, en Afrique occidentale française, avait déjà permis de constater pour les Dahoméens (*Une conquête morale, l'enseignement en A. O. F.*, par HARDY, 1917).

Dans le même ordre d'idées, il convient de signaler que, en 1921, les noirs de la Nigeria, contiguë à la Gold Coast, ont présenté, à la Société des Nations, une requête pour leur indépendance en vertu « du droit naturel des peuples à disposer d'eux-mêmes, tel qu'il est proclamé dans le traité de Versailles » (*Sociologie coloniale*, par R. MAUNIER, 1932, p. 77).

E. L.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LA LOCOMOTIVE A HAUTE PRESSION L. F. LOREE DU DELAWARE AND HUDSON RAILROAD [1]

par M. Pierre LAVARDE, *ancien Ingénieur du Génie maritime.*

Avant de décrire la nouvelle machine, très intéressante, qui fait l'objet de cette note, nous rappellerons quelques idées générales sur les hautes pressions appliquées aux locomotives.

La *Rocket* était timbrée à 3.5 kg. On a mis cent ans à atteindre 16 kg; mais, dans ces derniers temps, on est allé beaucoup plus vite et, depuis dix ans, on a, à titre d'essai il est vrai, dépassé 30, puis 60, puis atteint 120 kg.

Élever la pression d'une chaudière revient, en quelque sorte, à augmenter le potentiel de la vapeur, et la nature de celle-ci est ainsi faite que, théoriquement parlant, l'opération est avantageuse. Il est moins coûteux, par exemple, en calories, de produire de la vapeur à 450° — 50 kg (793 cal) qu'à 450° — 20 kg (802 cal), alors que le travail maximum disponible, en détendant adiabatiquement ces deux vapeurs jusqu'à la pression atmosphérique 1 kg, est, pour la première, 202 cal (humidité en fin de détente 9 p. 100) et pour la deuxième 171 cal (humidité en fin de détente 1,5 p. 100), les rendements théoriques du travail de la vapeur étant respectivement :

$$\frac{202 \times 100}{793} = 25{,}6 \text{ p. } 100 \qquad \text{et} \qquad \frac{171 \times 100}{802} = 21{,}4 \text{ p. } 100.$$

Dans cet exemple, le gain maximum théorique sur les rendements serait de :

$$\frac{(25{,}6 - 21{,}4)\ 100}{21{,}4} = 19{,}5 \text{ p. } 100.$$

En appliquant ce raisonnement à toutes les pressions jusqu'à 120 kg et pour quatre températures de surchauffe : 350°, 400°, 450° et 500°, on peut établir les courbes de la figure 1, qui donnent, en fonction de la pression de la chaudière, les rendements théoriques maxima du travail de la vapeur, en même temps que le pourcentage d'humidité en fin de détente.

Ces courbes sont théoriques, en ce sens qu'elles supposent que la vapeur parcourt un cycle de Rankine parfait; mais elles n'en sont pas moins très instructives puisque, en tout cas, elles indiquent la limite de ce que l'on peut atteindre.

Si l'on renonce à tout réchauffage intermédiaire en cours de détente, et on ne voit pas comment un tel réchauffage pourrait être effectué sans graves complications

(1) Texte *in extenso* de la conférence que l'auteur a faite, le 9 février 1934, devant l'association « Les Amis des Chemins de fer ». Une cinquantaine de clichés de projection ont illustré cette conférence. Nous n'avons pu en reproduire que quelques-uns.

Outre l'intérêt propre que présente cette locomotive, on doit signaler tout particulièrement que son mécanisme moteur (cylindres et distribution), ainsi que son dispositif de réchauffeur d'eau, ont été entièrement étudiés par une société française, la Société d'Exploitation des Procédés Dabeg. Toutes les pièces de la distribution à soupapes elles-mêmes ont été construites en France.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sur une locomotive; si on admet que 10 p. 100 d'eau condensée en fin de détente est un maximum et si on considère que, dans l'état actuel de la technique, une température de surchauffe de 450° est aussi un maximum, on voit déjà que la pression de 60 kg est, en mettant tout au mieux, la limite au delà de laquelle il est, en tout cas, déraisonnable d'aller. Si l'on ne peut pas compter en marche continue sur une surchauffe supérieure à 400°, le plafond de la pression raisonnable tombe à 40 kg.

Par rapport à la locomotive classique, à 20 kg de pression et 375° de surchauffe

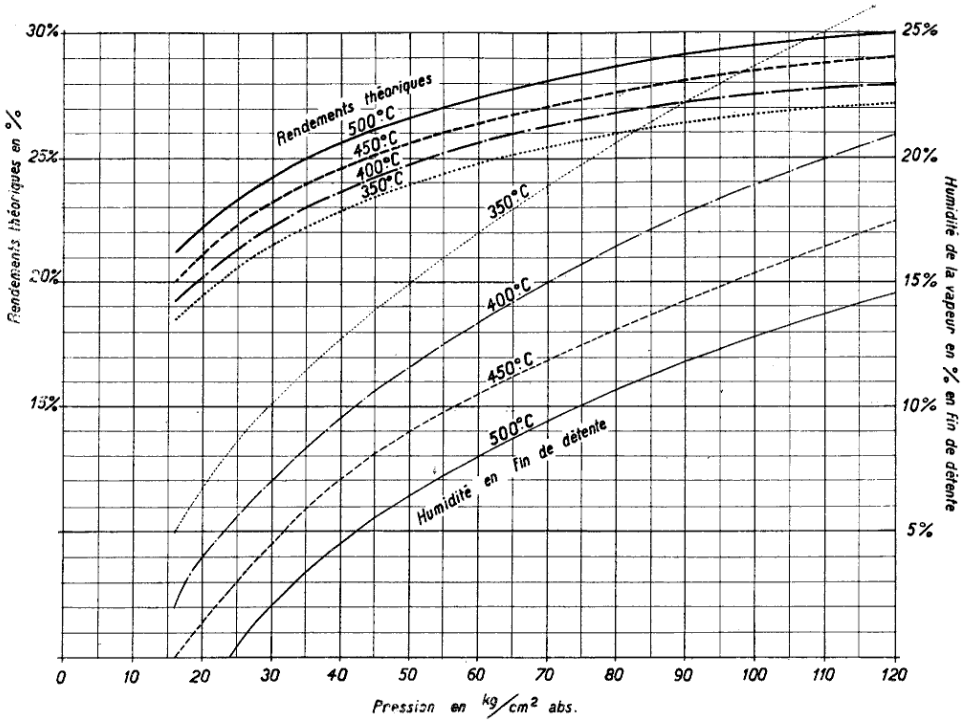


Fig. 1. — Rendements théoriques maxima du travail de la vapeur, et humidité de la vapeur en fin de détente en fonction de la pression de la chaudière.
(Conditions supposées : Alimentation à 0°; — Détente jusqu'à la pression atmosphérique (1 kg/cm² absolu); — Température de la vapeur : 500°; 450°; 400° et 350°.)

par exemple, le gain *maximum théorique* sur le rendement de travail de la vapeur serait, dans le premier cas de 32 p. 100 et dans le deuxième cas de 20 p. 100. Mais le gain *maximum pratique* est moindre parce que différentes causes viennent, ainsi qu'on le sait, faire tomber les rendements théoriques à l'étiage beaucoup plus bas des rendements pratiques et que ces causes ont, en général, des effets qui croissent avec les pressions.

Il en est ainsi du rendement propre de la chaudière. Les pertes par radiation ont tendance à augmenter avec la température de l'eau, donc avec la pression; de même, les pertes par les fumées, celles-ci devenant plus chaudes; et il n'est pas toujours facile de récupérer ces pertes. Du côté du moteur, il est évident que les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pertes, soit par frottement, soit par condensation de la vapeur, prennent plus d'importance au fur et à mesure que la pression de la vapeur croît. Enfin, on ne doit pas oublier que, plus la pression s'élève, plus la puissance nécessaire pour introduire l'eau d'alimentation dans la chaudière est élevée, surtout si l'on fait usage d'injecteurs ou de pompes d'alimentation à vapeur.

Pour ces dernières, par exemple, la puissance prise passe de 3 à 8 p. 100 environ de la puissance de la locomotive quand la pression passe de 16 à 60 kg.

Pour toutes ces raisons, il est nécessaire, pour avoir le gain sur le rendement pratique, de multiplier le gain de rendement théorique par un coefficient réducteur qui diminue de valeur quand la pression de la vapeur croît. Au cours d'une discussion très approfondie, qui a eu lieu en 1931 devant l'Institution of Mechanical Engineers, les coefficients réducteurs suivants ont été suggérés et nous les faisons nôtres, considérant qu'ils sont bien de l'ordre de grandeur qui convient :

pour 28 kg	0,7
— 56 kg	0,6
— 84 kg	0,5

Dans les deux exemples précédemment cités, les gains *pratiques* de rendement pourraient donc être, par rapport à une machine à 20 kg et à 375° de surchauffe :

pour 60 kg et 450° de surchauffe	16 p. 100
— 40 kg — 400° —	13 —

On a donc l'impression que les très hautes pressions (au delà de 30 à 40 kg) ne sont pas, dans l'état actuel de la technique, tellement indispensables à l'amélioration du rendement de la locomotive à vapeur, d'autant plus qu'il faut faire entrer en ligne de compte les frais d'entretien et les amortissements.

Or, en France tout au moins, le budget des dépenses afférentes à une locomotive de grande ligne, supposée amortie en 30 ans, se présente en gros comme suit :

Amortissement.	20 p. 100
Combustible et matières consommables.	35 —
Entretien	25 —
Conduite et dépôts	20 —
Total	100 p. 100

La dépense de combustible ne représente que le 1/3 des autres dépenses. Il est donc parfaitement inutile de réduire ce poste si on est en même temps conduit à augmenter les autres. Or, il semble bien que, pour le moment tout au moins, la locomotive à très haute pression coûte notablement plus en prix d'achat, entretien et conduite, que la locomotive classique.

Pour tirer avantage de l'augmentation de la pression, il y a donc lieu, ainsi qu'il est courant dans l'art de l'ingénieur, de concilier les différents points de vue que nous venons d'exposer.

Si nous en croyons les mémoires américains et anglais sur ce sujet, il semble que, dans l'état actuel de la métallurgie et de la technique, on ne doive pas considérer comme raisonnable ni avantageux de dépasser 35 kg, tandis que, jusque vers cette pression, il est possible de construire des locomotives qui restent assez simples

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de conception et de réalisation pour que le bénéfice de l'amélioration de leur rendement soit conservé.

C'est précisément dans le cadre des principes précédents que se place la machine que nous allons maintenant décrire.

Donnons tout d'abord le tableau de ses caractéristiques essentielles, traduites en mesures métriques :

Voie de 1,436 m.

Timbre		35 kg
Diamètre intérieur de la chaudière		1,370 m
Boîte à feu : longueur		3,554 m
— largeur		1,98 m
260 tubes d'eau de		63 mm de diamètre
6 —		76 — —
6 —		89 — —
Corps cylindrique : longueur		4,575 m
155 petits tubes à fumées de		51 mm de diamètre
52 gros — —		140 — —
Surface de grille		7 m²
Surface de chauffe	Petits tubes à fumées	112 —
	Gros — —	103 —
	Boîte à feu	89 —
	Tubes-voûte	6 —
	Total	310 m²
Surface de surchauffe		100 —
Cylindres	1 H.P.	Diamètre : 508 mm ; Course : 813 mm
	1 M.P.	— : 700 mm — —
	2 B.P.	— : 830 mm — —
Diamètre des roues motrices		1,60 m
Machine : 173,3 t	Poids en ordre de marche : Sur les roues motrices (35,5 t par essieu)	142,0 t
	Sur le bogie	31,3 t
Tender : 124,5 t		53 m³ d'eau 13 t de charbon.

*
* *

Les figures 2 et 3 donnent une vue d'ensemble de la machine, côté gauche et côté droit.

Un bogie à l'avant, quatre essieux couplés, la machine est du type *Twelve wheel* pour trains de marchandises très lourds. Elle ne diffère de la *Consolidation* classique que par la présence d'un bogie à l'avant au lieu d'un bissel. Cette disposition fut nécessaire en vue de supporter le poids des cylindres B.P. placés à l'avant.

A l'arrière sont disposés : du côté droit, un cylindre H.P. et, du côté gauche, un cylindre M.P. Ainsi le Delaware and Hudson Railroad adopta le principe, déjà en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

usage pour les machines marines alternatives, d'une expansion triple de la vapeur, ayant en vue, ce faisant, l'aboutissement d'une série, des plus intéressantes, de

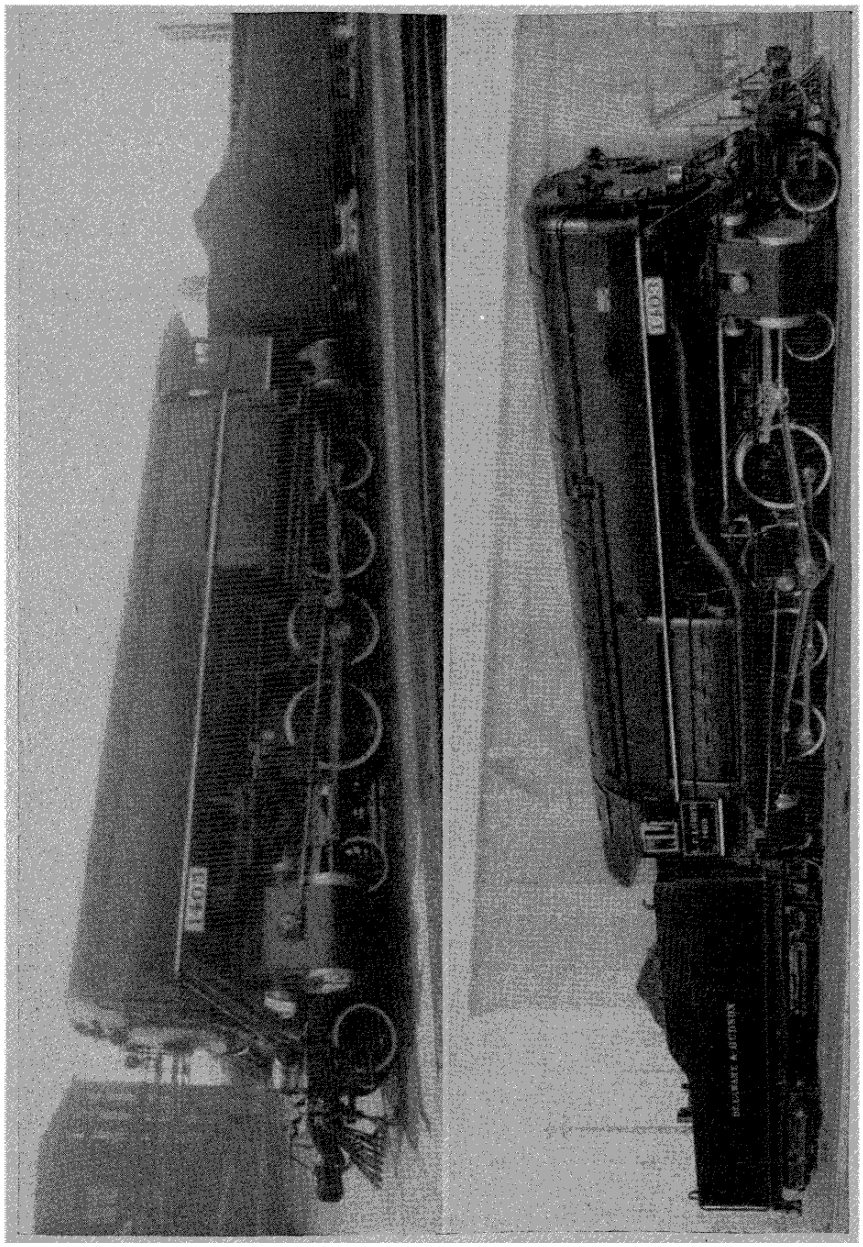


Fig. 2 et 3. — Vues d'ensemble de la locomotive.

machines d'expérience dont les trois premières ont été, immédiatement avant celle dont nous nous occupons ici :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1924
n° 1400, *Horatio Allen-Consolidation.* Timbre 24,5 kg; 2 cylindres compound.
1927
n° 1401, *John B. Jervis-Consolidation.* — 28 — —
1930
n° 1402, *James Archbald-Consolidation.* — 35 — —

Outre une meilleure utilisation de la détente, la disposition adoptée, à 4 cylindres, avait l'avantage de mieux répartir les efforts et de procurer un couple moteur et un flux d'échappement plus réguliers.

Ainsi qu'on le voit, tous les cylindres et tous les mouvements sont à l'extérieur,

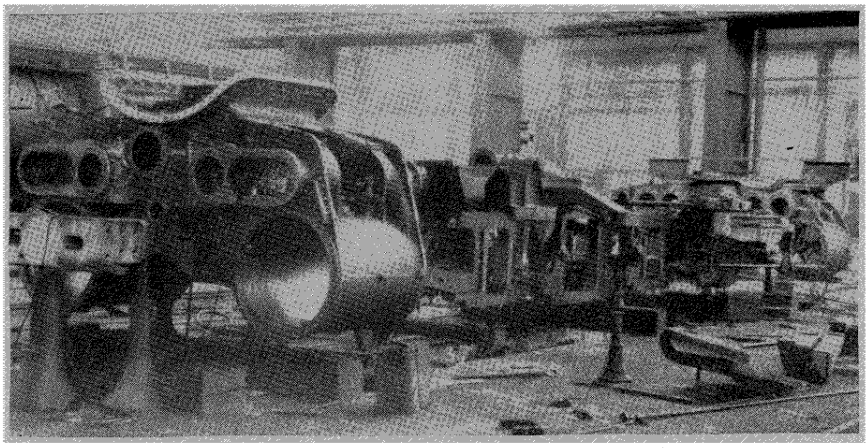


Fig. 4. — Longeron et les blocs des cylindres AV et AR.

ce qui semble particulièrement intéressant au point de vue de la surveillance et de l'entretien.

Sur les longerons, en acier moulé au manganèse, d'une seule pièce (fig. 4), viennent se placer les blocs, également en une seule pièce d'acier moulé, respectivement des cylindres A.V. et des cylindres A.R. Une pièce complémentaire, aussi en acier moulé, forme à l'avant, à la fois : traverse porte-tampons (ou plutôt porte-attelage automatique), pivot de bogie, entretoise et point fixe de timonerie.

Les cylindres sont chemisés en fonte. On voit sur chaque bloc-cylindres les logements des soupapes, car la locomotive comporte une distribution à soupapes « RC » à cames rotatives avec prises de mouvement extérieures. Cette solution est aussi élégante qu'indispensable pour une machine à triple expansion dont deux des cylindres se trouvent à l'arrière d'une chaudière à foyer largement débordant. On évite, du même coup, tout essieu coudé.

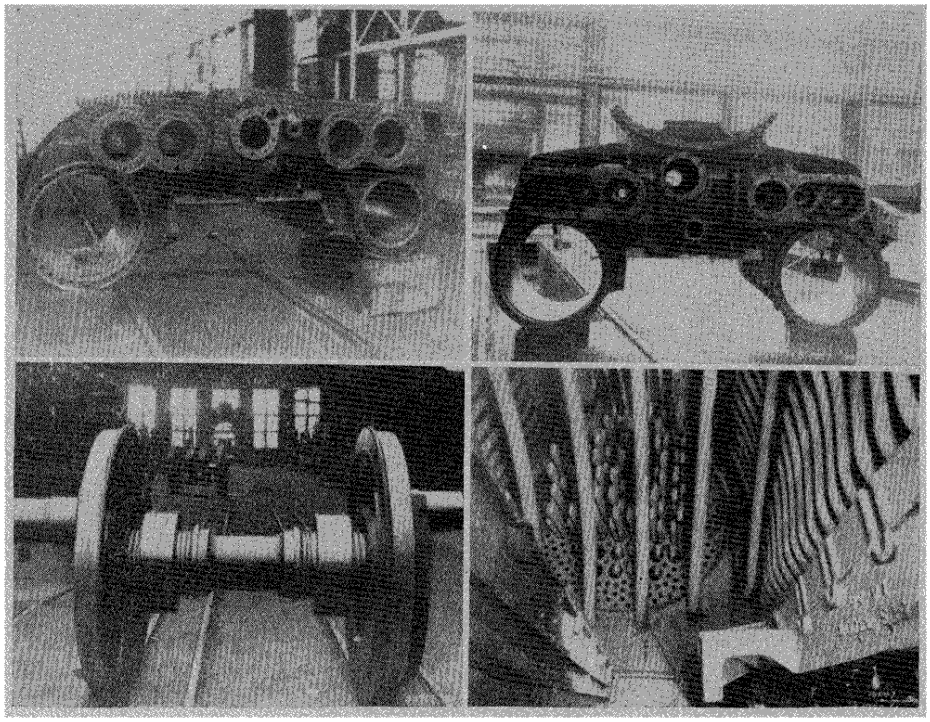
Sans entrer dans aucun détail de cette distribution, étudiée et construite en France, il peut être intéressant de dire que chaque échappement B.P. est assuré par deux soupapes jumelées, de 9 pouces de diamètre (220 mm), avec levées maxima de 27 mm. Ainsi a pu être réalisée la section de passage qui convenait,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'après les données modernes sur le dimensionnement des soupapes, à un cylindre B.P. de 838 mm de diamètre, sans que l'espace mort s'en ressente. Celui-ci n'atteint pas, en effet, 9 p. 100 pour les cylindres B.P. Il est de 13,5 p. 100 pour les cylindres H.P. et de 9,4 p. 100 pour les cylindres M.P.

Dans le milieu du bloc-cylindres H.P.-M.P. (fig. 5) se trouve la bride du tuyau qui part d'un réservoir central entre H.P. et M.P. pour conduire, après travail dans ces cylindres, la vapeur aux cylindres B.P. Presque dans l'axe du bloc-

5 6



7 8

Fig. 5. — Bloc-cylindres H.P.-M.P.
Fig. 6. — Bloc-cylindres B.P.
Fig. 7. — Essieu moteur principal.
Fig. 8. — Surchauffeur.

cylindres B.P. on voit (fig. 6) l'arrivée dudit tuyau. La partie du bloc entre deux cylindres B.P. forme également réservoir intermédiaire de grande capacité.

Sur les mêmes vues des blocs-cylindres, on voit également, dans l'axe des brides du tuyau d'intercommunication de vapeur, les brides qui reçoivent les soupapes d'admission directe de vapeur vive au cylindre M.P. et aux cylindres B.P. Nous reparlerons de ce détail quand nous traiterons du démarrage de la machine.

A la partie supérieure du bloc B.P., on aperçoit les brides, symétriques par rapport à l'échappement, pour la prise de vapeur d'échappement du réchauffeur d'eau Dabeg.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les prises de mouvement rotatif pour les arbres à cames de la distribution sont disposées comme le montrent les figures 2 et 3. Pour chacune des deux boîtes, fixées à un support solidaire du châssis, la liaison déformable entre la contre-manivelle d'entraînement et la roue du couple d'engrenages contenue dans la boîte est assurée au moyen d'un court arbre à cardans. Les arbres de transmission de mouvement aux boîtes à cames comportent également des cardans.

On voit clairement sur les figures comment les quatre cylindres de la machine attaquent tous le même deuxième essieu. Les bielles motrices et d'accouplement, les tiges de piston et les manivelles sont en acier au nickel traité. Des roulements à aiguilles ont été adoptés récemment pour les portées de manivelle de la roue motrice principale.

Un servo-moteur à air comprimé actionne le changement de marche, ainsi qu'il est d'usage sur presque toutes les machines américaines. Les arbres principaux de changement de marche sont, eux aussi, à mouvement rotatif. Le changement de marche n'est pas visible en détail sur les figures, mais on sait que sur les distributions à soupapes « RC », il consiste à déplacer les arbres à cames suivant leurs axes.

La figure 7 représente l'essieu moteur principal qui est, ainsi qu'on le voit, muni de paliers à rouleaux. Les autres essieux moteurs ont des paliers sans rouleaux. Toutes les roues motrices sont en acier moulé du type dit « box section design »; elles sont ainsi plus légères et moins sujettes aux fissures que les roues de la construction habituelle.

La chaudière de la locomotive est d'un type qui peut devenir classique pour les pressions envisagées ici. Il est, en tout cas, à noter que, sur la série de ses quatre machines à haute pression, qui réunissent quatorze années d'expérience, le Delaware and Hudson Railroad n'a guère éprouvé le besoin de modifier les grandes lignes des chaudières. D'après nos renseignements, il a toute satisfaction avec cette construction. A la vérité, nous devons dire que, dans les districts fréquentés par les machines du Delaware and Hudson Railroad, la qualité de l'eau est particulièrement bonne; mais, d'autre part, on doit considérer que, sur la plupart des grands réseaux, la question de la qualité de l'eau est déjà fortement influencée par celle du traitement de l'eau.

On peut juger, d'après la figure 9, que l'architecture de la chaudière est relativement simple. Une boîte à feu composée de deux façades et de quatre collecteurs cylindriques reliés par une série de petits tubes est certainement une solution adéquate pour une locomotive à 35 kg de pression.

75 p. 100 de la vapeur sont produits autour de la boîte à feu (contre 40 à 45 p. 100 dans le cas des chaudières classiques actuelles). Il est vrai que sa surface de chauffe contient les 30 p. 100 de la surface de chauffe totale.

Les autres 70 p. 100 de surface de chauffe se trouvent dans le corps cylindrique, de forme bien classique, mais exécuté en acier au silico-manganèse.

A leur partie inférieure, les façades de la boîte à feu sont rivées sur des semelles en acier moulé formant supports de grille. Les tubes d'eau sont en acier ordinaire, étiré sans soudure. Les tubes à fumées sont en acier au nickel.

Il semble que la circulation de l'eau, dans cette chaudière, soit bien assurée, l'eau chaude montant vers les deux collecteurs supérieurs par les petits tubes, la façade arrière de la boîte à feu, et redescendant par la façade avant de la boîte à feu.

Une voûte à tubes d'eau garnie de briques protège encore la façade avant de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

boîte à feu, favorise la circulation et assure un meilleur mélange des gaz de la combustion. On voit ces tubes de voûte sur la figure 8.

Entre autres particularités constructives, nous signalerons la répartition rationnelle des épaisseurs des collecteurs de boîte à feu. Ceux-ci sont en acier au nickel et sans soudure.

Le surchauffeur (fig. 8) est d'un modèle assez classique. Toutefois, ses extrémités débordent largement dans la boîte à feu, mais sous la protection de la voûte. Sur les 8 rangées horizontales, les 6 rangées du haut pénètrent de 46 cm dans le foyer et les deux du bas de 15 cm.

L'isolation de la chaudière a fait l'objet de soins particuliers, et c'est à juste

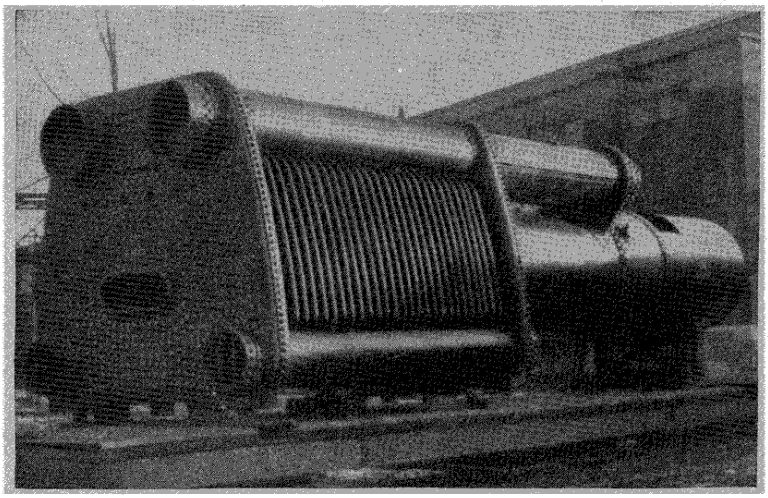


Fig. 9. — Chaudière.

titre, les pertes par rayonnement augmentant d'importance au fur et à mesure que le timbre s'élève. De nombreuses portes de visite ont été ménagées aux pieds des petits tubes sur les collecteurs inférieurs de la boîte à feu.

L'agencement général de la prise principale de vapeur est organisé comme suit. De chaque collecteur supérieur part un branchement qui aboutit rapidement à un tuyau commun, puis au collecteur de surchauffe, et conduit, de là, la vapeur surchauffée au cylindre H.P. par l'intermédiaire du régulateur, lequel se trouve contre la cheminée. A remarquer l'emploi intéressant qui a été fait d'un tuyau ondulé avec joint spécial à rotule et à support élastique de bride, pour parer aux dilatations et déplacements entre la partie avant de la chaudière et la partie arrière du châssis.

Dans le cylindre H.P. et en amont de la soupape d'admission, sont disposées des chicanes venues de fonte. Leur objet est de servir de séparateur d'eau entraînée.

Sur le collecteur de surchauffe sont ménagées les deux brides de prise de vapeur directe aux cylindres B.P. et au cylindre M.P., ainsi que le jeu des raccords devant servir au nettoyage des éléments surchauffeurs.

La pompe à air est à la partie AV de la boîte à fumées; mais on ne peut la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

distinguer sur la locomotive. En effet, on a pris soin de dissimuler sous une vaste enveloppe, à la manière anglaise, le plus possible des organes et tuyautages accessoires, en particulier ce qui a trait à la pompe à air. A signaler encore l'emploi de tuyaux ailetés pour les serpentins refroidisseurs de la pompe à air, ce qui permet de réduire ceux-ci à la moitié de leur longueur.

Normalement, l'alimentation est assurée par une pompe Dabeg spécialement

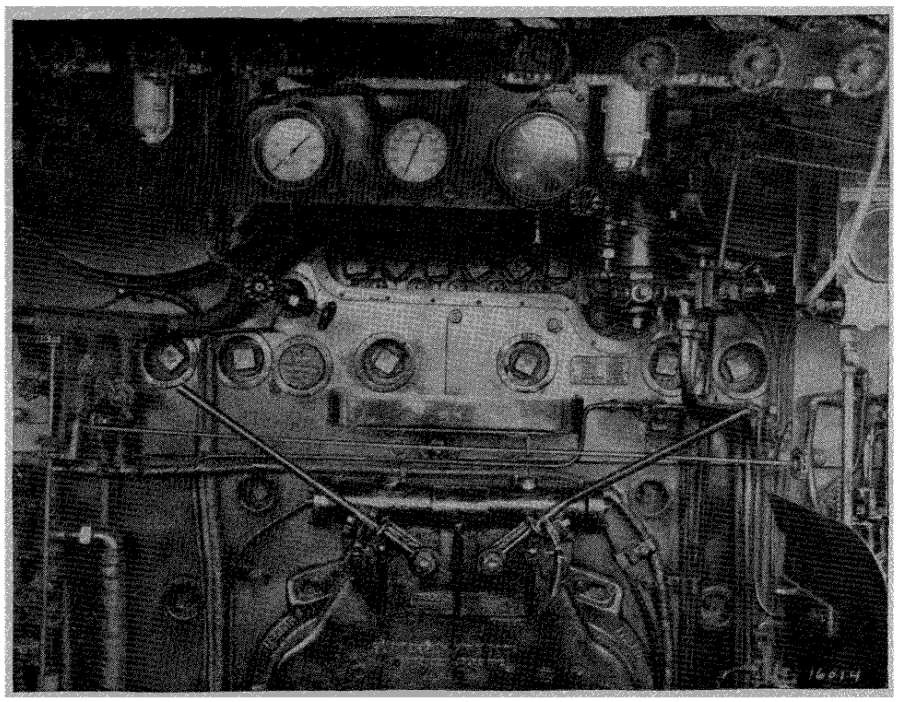


Fig. 10. — Face arrière de la chaudière montrant les demi-portes du foyer et les manomètres.

adaptée aux besoins américains; elle est située sur le côté gauche de la chaudière. Un injecteur se trouve en outre sous l'abri, du côté droit.

Le booster fonctionne aussi sous 35 kg de pression et, à ce sujet, la figure 1 montre comment se présente, de l'extérieur, le tender avec cet auxiliaire.

Enfin, nous commenterons les vues de la face arrière de la chaudière (fig. 10 et 11).

Peut-être sera-t-on surpris de voir qu'il peut y avoir aux États-Unis une locomotive très moderne dépourvue de la chauffe mécanique, mais notons, entre autres commodités, l'ouverture par servo-moteur de chaque demi-porte de foyer (fig. 10) sous l'action de deux pédales à la disposition du chauffeur.

La chaudière ne pénètre pas dans l'abri. Le confort de celui-ci est renforcé par la présence de plusieurs ventilateurs. De plus, on sait que les mécaniciens américains ont toutes facilités pour pouvoir rester constamment assis.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les seuls appareils de mesure qu'on ne trouve pas sur les locomotives américaines normales sont ici un pyromètre (surchauffe) et 3 manomètres supplémentaires.

On peut distinguer, entre autres, la commande pneumatique des sablières, et

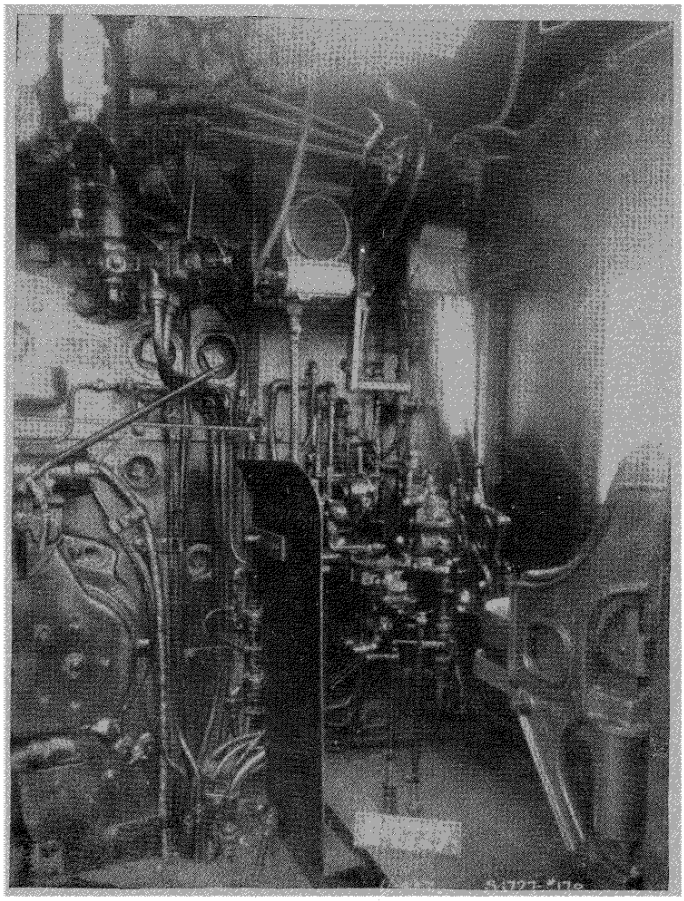


Fig. 11. — Face arrière de la chaudière montrant : à droite, le siège du mécanicien et toutes les commandes.

celles de la cloche et de la sirène, les unes et les autres bien classiques aux États-Unis.

Revenons sur le dispositif de démarrage. Ainsi que nous l'avons dit, la marche normale de la machine est en triple expansion, mais elle démarre automatiquement en simple expansion et on peut, si on le veut, rester sur cette marche.

Quand le mécanicien ouvre le régulateur, la vapeur vive pénètre, bien entendu, dans le cylindre H.P., mais aussi dans le réservoir intermédiaire entre H.P. et M.P., d'une part, et dans le réservoir B.P., d'autre part, directement : pour le réservoir

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

H.P.-M.P. par un conduit by-pass et une soupape d'alimentation directe logés contre le bloc M.P.-H.P. et à son arrière; et, pour le réservoir B.P., par un tuyau d'amenée de vapeur vive directe et une soupape réductrice (à 9,8 kg) d'alimentation directe située contre le bloc B.P. et à son avant.

Ces soupapes d'alimentation se ferment automatiquement, et par conséquent l'admission directe au cylindre M.P. et aux cylindres B.P. cesse dès que les pressions aux réservoirs intermédiaires H.P.-M.P. et B.P. atteignent respectivement 11,9 kg et 4,2 kg. Ces pressions, correspondant à celles qui s'établiraient en triple expansion avec la plus petite admission, s'établissent effectivement au bout de deux ou trois tours de roue; après quoi, les dites soupapes se ferment automatiquement et la machine est en marche à triple expansion.

Lorsqu'on a besoin de soutenir, au démarrage ou à très petite vitesse en rampe (jusqu'à 8 km/h), un très grand effort de traction, on peut laisser la machine en marche « en simple expansion », plus exactement avec échappement du cylindre M.P. à l'atmosphère, le cylindre B.P. étant alimenté exclusivement par la vapeur venant directement de la chaudière.

Pour ce faire, le mécanicien n'a qu'à manœuvrer un robinet spécial, placé dans l'abri, qui ouvre directement à l'atmosphère l'échappement du cylindre M.P., actionne un dispositif réduisant la contre-pression M.P. à 6 kg et, par suite, limite le travail de ce cylindre à une juste valeur. Simultanément, par un jeu de soupapes convenablement équilibrées, l'arrivée au cylindre B.P. du tuyau venant du cylindre M.P. se trouve obturée et la soupape d'alimentation directe au réservoir B.P. s'ouvre. Par la manœuvre inverse du robinet spécial, on revient quand on le veut à la marche en triple expansion.

Ces dispositifs de soupapes automatiques, placés sur le bloc B.P., à son arrière, ne sont pas visibles sur les figures.

Il est encore possible, étant en marche en triple expansion, d'injecter dans le réservoir B.P. un petit supplément de vapeur vive à 10 kg pour le cas où il serait nécessaire, quand on emploie de petites admissions, de réchauffer la vapeur détendue venant du cylindre M.P. Cela se fait par le jeu d'une soupape particulière placée sur l'avant du bloc B.P. et commandée à l'air comprimé depuis l'abri.

Les cames déterminées à l'origine permirent d'escompter au démarrage (87 p. 100 d'admission H.P., M.P. et B.P.) les efforts de traction indiqués suivants :

en triple expansion : 34,75 t (77.200 livres).

en simple expansion : 46 t (102.300 livres).

Aussi bien pour ces maxima que pour les efforts de traction correspondant aux autres crans de marche, il fut possible de répartir convenablement les efforts entre les deux côtés de la machine, de même qu'entre le groupe AV et le groupe AR.

En vue du choix des différents éléments des phases, pour le tracé des cames, des diagrammes théoriques furent établis pour toutes les admissions intéressantes.

La machine était terminée au mois de mai dernier; mais, au mois de juillet, elle devait figurer à l'Exposition de Chicago. On ne put donc faire, en un si court délai, que quelques essais préliminaires.

On fit seulement, avec wagon dynamomètre, des mesures d'efforts de traction. Les essais eurent lieu sur la ligne d'Albany (État de New York) à Oneonta. Voici quelques résultats :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En triple expansion (sans booster) :

1° 87 p. 100 adm. H.P., au démarrage.
37,2 t au crochet du tender (82.000 livres).
Charge du train : 4.324 t.
Rampe de 5,2 p. 1.000.

2° 58 p. 100 adm. H.P. — à 26 km/h.
19,5 t au crochet du tender (43.000 livres).
Charge du train : 4.324 t.
Rampe de 5,2 p. 1.000.

On nota, entre autres, une bonne régularité du couple moteur, l'effort de traction au tender lu sur l'enregistreur du wagon dynamomètre ayant accusé des variations, en traction continue, de l'ordre de 7 p. 100.

En simple expansion (sans booster) :

66 p. 100 adm. H.P. au démarrage.
36 t au crochet du tender (80.000 livres).
Charge du train : 5.400 t.
Rampe de 5 p. 1.000.

A 66 p. 100 d'admission H.P. et à des vitesses variant de 6,6 à 26,5 km/h, la perte de pression entre la chaudière et le cylindre H.P. a été seulement de 1,4 kg. La température de la vapeur a été au maximum de 380°. En moyenne elle était de 355°.

En comparant les efforts indiqués réels et les efforts au crochet du tender, on a pu calculer que le rendement mécanique de la machine, en marche normale, était de l'ordre de 93 p. 100.

La machine est restée à l'Exposition de Chicago jusqu'au mois de décembre. A cette date, elle fut reprise pour quelques modifications, et actuellement elle poursuit toute une série d'essais précis.

Avec ses trois machines antérieures à haute pression, le Delaware and Hudson Railroad avait obtenu les rendements globaux suivants, en marche continue sur rampe de 5 p. 1.000 [2] :

Horatio Allen	(n° 1400).	8,73 p. 100
J.-B Jervis	(n° 1401).	9,35 —
J. Archbald	(n° 1402).	10,4 —

Pour la locomotive 1403, le Delaware and Hudson Railroad espère obtenir au moins 12 p. 100 ce qui serait assurément remarquable.

Nous espérons fermement que les résultats des essais en cours confirmeront cette prévision.

(2) Le rendement global s'exprimant par le rapport de l'équivalent d'un cheval en calories, soit 635 cal, à la consommation par cheval au crochet du tender multipliée par le pouvoir calorifique du charbon.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LA NORMALISATION ET LA CRISE

par M. Étienne CLÉMENTEL, *sénateur, ancien ministre, président du Comité supérieur de Normalisation.*

Depuis 15 ans que j'ai officiellement donné à la normalisation droit de cité en France, on pourrait croire que le rôle bienfaisant qu'elle joue dans l'économie générale du pays n'est plus contesté de personne. Mais, si le mot « normalisation » est maintenant bien connu, son sens exact l'est beaucoup moins. L'erreur la plus répandue est de lui attribuer un domaine fantaisiste, ce qui permet de lui adresser des critiques et des attaques parfaitement injustifiées. La crise économique a provoqué un renouveau d'accusations contre elle.

Certaines caractéristiques mêmes de la crise : déséquilibre entre la production et la consommation, d'une part, et chômage, d'autre part, peuvent sembler, aux esprits peu avertis, justifier ces attaques. La normalisation n'a-t elle pas pour effet d'accélérer le travail en série, générateur de fabrications massives? Facilitant l'emploi des machines, grâce à l'interchangeabilité qui est un de ses dogmes, n'est-elle pas coupable de la crise de chômage qui sévit sur le monde?

Augmenter le déséquilibre entre la production et la consommation et accroître le chômage, voilà donc les reproches qui sont adressés à la normalisation, depuis la crise, par ceux qui n'ont pas approfondi le problème. Développement du machinisme, travail en série sont-ils donc synonymes de normalisation?

Avant de répondre à cette question, qu'il me soit permis de préciser mes vues sur l'organisation industrielle qui convient le mieux, je crois, à notre pays et à nos facultés. Ce n'est pas moi, vieil ami de l'artisanat et préoccupé, depuis toujours, de lui rendre une vitalité nouvelle, qui défendrais avec autant de foi la normalisation si elle devait conduire à un essor excessif du machinisme, à étendre la production en série dans tous les domaines. Je demeure convaincu que, dans la gamme si variée, de nos fabrications, il y a place pour l'atelier de l'artisan aussi bien que pour la grande usine. Je dirai même que les recherches sur la normalisation « de qualité » — dont il sera parlé plus loin — sont susceptibles d'avantager les artisans. Ceux-ci, en effet, grâce au perfectionnement de leur outillage et de leurs procédés de fabrication, grâce aussi au développement de leur organisation corporative, sont à même de profiter de toute réforme visant à relever le niveau de la qualité française.

Ceci dit, reprenons l'examen de la question posée plus haut : à savoir si le développement du machinisme et le travail en série doivent être considérés comme des synonymes de normalisation.

Sans vouloir définir de nouveau ce que l'on entend par « rationalisation », par « organisation du travail », par « normalisation », dont le sens exact et les rôles respectifs ont été maintes fois précisés, rappelons simplement que la normalisation n'est qu'une phase, la moins discutable, de la rationalisation.

Ce premier stade peut se suffire à lui-même et ne suppose, comme prolongement nécessaire, ni l'organisation du travail dans sa complexité, ni la rationalisation avec ses procédés méthodiques de production et ses concentrations. La normalisation n'a pas créé le machinisme; elle ne contribue pas à son développement. Le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

remplacement du travail humain par la machine est une des manifestations inéluctables du progrès; cette substitution s'accompagne toujours d'un cortège de plaintes et de revendications, qui deviennent plus violentes aux époques difficiles.

La production en série, conséquence du machinisme, est une autre caractéristique de la période économique actuelle. Elle est l'aboutissement fatal des conditions nouvelles auxquelles sont astreintes les industries pour produire économiquement et vendre à bas prix.

La normalisation s'est mise, dans une certaine mesure, au service de ces méthodes récentes de production rapide et à bon marché. Par une erreur compréhensible, c'est à elle que les reproches sont adressés. Mais les critiques et les attaques la dépassent et visent, plus loin et plus haut qu'elle, le machinisme, la fabrication en série. Ce n'est pas le lieu de faire ici le procès ou l'apologie de ces méthodes.

Pour en revenir à la seule normalisation, il n'est peut-être pas inutile de rappeler, de façon succincte, le processus qu'elle utilise. Elle procède :

par simplification, c'est-à-dire par la réduction du nombre des types d'un même article;

par unification, c'est-à-dire par la fixation de certaines dimensions d'un objet, de façon à réaliser l'interchangeabilité;

par spécification, c'est-à-dire par l'établissement de cahiers des charges précisant les caractéristiques essentielles d'un produit, matière première ou objet fabriqué.

Les deux premiers procédés conduisent à une normalisation des dimensions; le dernier est d'ordre qualitatif.

La *simplification* a pour résultat d'éliminer de la production et de la vente un certain nombre de types qui ne devaient leur existence qu'aux habitudes routinières des fabricants et de la clientèle. Peut-on regretter, par exemple, que le nombre des types de rails ait été ramené à 7, alors qu'il s'en utilisait plus de 100 [1]?

Les modèles de vis, de pointes ont été réduits dans des proportions importantes. On trouvait, dans le commerce, même pour les fournitures des administrations, une gamme extraordinaire de couvertures de laine, aux dimensions et aux poids extrêmement variables. De même, les boîtes de conserves couramment utilisées offraient une variété de formes et de contenance de la plus illogique fantaisie.

Les avantages de telles simplifications sont bien connus : diminution des stocks que la multiplicité des objets rendait considérables, et parallèlement, des immobilisations que ces stocks entraînaient; production plus économique, la réduction des types permettant une diminution d'outillage; enfin, avantage pour le consommateur, qui achète à meilleur prix et se réapprovisionne sans difficulté.

L'*unification*, elle, assure essentiellement l'interchangeabilité des objets. Pour l'usager, elle paraît absolument naturelle : il ne lui viendrait pas à l'idée qu'on puisse lui fournir une ampoule électrique qui n'entrerait pas dans la douille de sa lampe! Que dirait un automobiliste, si, ayant perdu le bouchon de son radiateur, il ne pouvait le remplacer qu'en en faisant fabriquer un nouveau?

L'unification a joué d'une façon moins évidente dans le gros outillage, dont on a réussi à unifier un certain nombre d'éléments. Facilité de manœuvre pour l'ouvrier, interchangeabilité de matériel en ont été les conséquences heureuses. Sur un plan plus général encore, la normalisation des ajustements, qui vient d'être

(1) Cette situation remonte à l'origine des chemins de fer. Une planche d'un ouvrage de WHISHAW, *The Railways of Great Britain and Ireland*, publié en 1842, représente 84 profils de rails.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

réalisée internationalement en prenant comme base le projet français, assurera l'interchangeabilité des pièces mécaniques quelles qu'elles soient, dès que l'accord sera fait sur la série, également internationale, des diamètres normaux.

Mais, dira-t-on, ces normalisations n'ont-elles pas précisément pour conséquence une utilisation meilleure du machinisme, une production plus rapide et plus abondante? Ne serait-ce pas à juste titre que la normalisation serait incriminée?

Ce serait conclure trop vite. La fabrication des objets normalisés est rendue plus rapide, puisqu'elle profite d'une amélioration du matériel de production et qu'elle concerne un nombre moindre de types du même objet. C'est indéniable. Mais elle élimine, du même coup, la fabrication d'une quantité énorme de ceux de ces objets dont les types n'ont pas été retenus, de sorte que, finalement, la preuve resterait à faire que la production totale de tel article a augmenté parce qu'il a été normalisé. Par contre, l'économie générale y a gagné, car il est indubitable que la fabrication a été effectuée à meilleur prix.

Quant à la *spécification*, les détracteurs de la normalisation ne la poursuivent pas de leurs attaques. C'est le privilège non pas tant des avantages certains qui lui sont propres que de l'ignorance quasi générale de cette forme de normalisation : l'existence des normes « de qualité », sous la forme de cahiers des charges, passe inaperçue, malgré leur importance considérable.

Son but n'est plus d'assurer au consommateur des articles d'usage courant fabriqués économiquement et faciles à réapprovisionner. Elle s'attache à déterminer et à fixer les qualités de telle matière, de tel produit, de façon à en assurer la comparabilité de production et de fabrication, de façon aussi à garantir au consommateur un article aux caractéristiques bien définies et à lui donner le moyen d'éviter les tromperies.

A aucun moment, le normalisateur n'a perdu de vue cet aspect de son œuvre. Mais il semble que, plus que jamais, cette forme qualitative attire actuellement l'attention des intéressés. Dans la vie courante, en raison même du jeu de la concurrence, industriels et commerçants s'ingénient à présenter à leur clientèle des articles de qualités extrêmement variables, souvent même inférieure, sous un jour agréable ou flatteur. Le prix modéré décide l'acheteur, qui se rend vite compte à l'usage, qu'il n'en a que pour son argent.

Un cahier des charges, sinon complet, du moins spécifiant un minimum des qualités à exiger, lui serait une garantie précieuse; dans certains cas où ces spécifications existent déjà, l'expérience a été concluante et un mouvement se généralise en faveur de cette normalisation de la qualité, même parmi les producteurs, qui en attendent une protection contre la concurrence déloyale dont ils souffrent.

Dans un domaine tout spécial, les ministères de défense nationale ne cessent de réclamer avec insistance des spécifications de même nature pour les matières premières et les produits mi-finis : par exemple, les produits sidérurgiques. En raison même des principes de la mobilisation industrielle, les services compétents doivent prévoir, dès le temps de paix, l'approvisionnement du pays en produits divers; dans certains cas, des stocks doivent être constitués. On conçoit aisément que l'identité nécessaire, pour les produits ou les matières, ne puisse être obtenue que grâce à l'existence de cahiers des charges précis, et cette nécessité est d'une importance capitale pour la nation.

Sur le plan international, enfin, les mêmes difficultés provenant des qualités

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mal définies de telle matière, de tel produit, entravent les échanges. L'industrie française, handicapée déjà sur les marchés extérieurs, y voit fréquemment ses fournitures refusées parce qu'elles s'écartent des qualités requises. Des exemples pourraient en être aisément fournis, Dans ce cas, ce sont des spécifications internationales qui seraient nécessaires. Mais n'oublions pas que, pour aboutir à un accord, il est indispensable que leur étude ait été préalablement faite sur le plan national; l'expérience a montré l'intérêt de pouvoir, en réunion internationale, mettre en œuvre des normes déjà en service, qui rallient alors généralement, sous la réserve éventuelle de modifications de détail, l'agrément des pays où ces études n'ont pas été entreprises ou n'ont pas encore abouti.

La normalisation a connu, en France, deux périodes d'activité.

Pendant la première, de 1918 à 1924, la *Commission permanente de Standardisation* (C.P.S.), que j'avais créée, était le seul organisme normalisateur. Groupant des personnalités éminentes, savants et industriels, elle a réussi à rédiger 55 fascicules, une trentaine d'autres étant en cours d'étude en 1924. Parmi ces résultats, il est absolument remarquable de constater que les normes de qualité entraient pour 23, celles d'unification pour une dizaine. Au nombre des autres fascicules concernant plus spécialement des simplifications, 5 au moins contenaient des indications qualitatives les apparentant à des cahiers des charges. De même, dans les études en projet — une trentaine — figuraient 7 cahiers des charges.

En résumé, une bonne moitié des fascicules de la C. P. S. constituait une normalisation qualitative et ces travaux s'appliquaient aux domaines suivants : sidérurgie et métallurgie, ciments, briques et tuiles, verres, bois, pétrole.

Il faut rendre hautement hommage aux normalisateurs de la première heure d'avoir su discerner, dès l'origine, l'intérêt primordial des normes « de qualité ». Les tendances actuelles confirment l'exactitude de leur jugement; leur mérite s'accroît de n'avoir pas reculé devant cette tâche importante, mais ardue, dont l'accomplissement nécessite de longues recherches et de nombreuses retouches.

La deuxième période a commencé en 1928;elle marque la réorganisation de la normalisation en France, consacrée par le décret du 24 avril 1930. Un organisme officiel, le Comité supérieur de Normalisation, remplace l'ancienne Commission permanente de Standardisation, mais en ne conservant que les attributions de direction, d'homologation et d'arbitrage.

Le travail d'élaboration des normes était confié désormais à des bureaux normalisateurs, émanation des diverses industries. Un organisme privé, mais patronné par l'État, l'*Association française de Normalisation* (A.F.N.O.R.) servait de trait d'union entre le Comité supérieur de Normalisation et les bureaux normalisateurs; il était l'intermédiaire obligé dans les relations internationales et pouvait également jouer le rôle de bureau normalisateur pour les industries qui n'en étaient pas dotées.

En 1933, les résultats obtenus se manifestent par 515 normes homologuées, contre 55 en 1924; elles se répartissent, selon leur origine d'élaboration, de la manière suivante :

ancienne Commission permanente de Standardisation.	49	normes
Association française de Normalisation	90	—
Comité de Normalisation de la Mécanique	211	—

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Bureau de Normalisation de l'Automobile	142 normes
Union des Syndicats de l'Électricité.	23 —

Elles ne comprennent pas les normes d'un bureau normalisateur particulièrement actif, celui de l'Aéronautique. Pour certains bureaux de constitution récente : horlogerie, outillage agricole, les études n'ont pas encore abouti à des résultats définitifs, sous forme de normes homologuées.

Si on laisse de côté les normes de l'ancienne Commission permanente de Standardisation (quelques-unes ont été abrogées et remplacées par d'autres à la suite de mises au point ultérieures), il apparaît que la proportion des normes « de qualité », dans ce total déjà imposant, est extrêmement faible, et cette constatation mérite un examen attentif.

Les normes du Comité de Normalisation de la Mécanique et du Bureau de Normalisation de l'Automobile ne contiennent pas un seul cahier des charges, mais beaucoup de simplifications et un certain nombre d'unifications.

Le Bureau normalisateur de l'Électricité (Union des Syndicats de l'Électricité) et surtout l'Association française de Normalisation, au cours des dernières années, ont procédé, par contre, à quelques études de cahiers des charges, mais en nombre encore relativement faible.

Il semblerait donc que l'esprit dans lequel les travaux de normalisation ont été conduits pendant la seconde période ait évolué, avec une tendance marquée vers les études de simplification, au détriment de la normalisation de qualité.

Il ne faut pas y voir le résultat de directives imposées, mais seulement les conséquences du caractère même des organismes normalisateurs et des conditions dans lesquelles ils fonctionnent.

L'élaboration d'un cahier des charges est une opération extrêmement délicate et complexe, surtout quand il concerne une matière ou un produit intéressant de multiples industries. Outre la compétence nécessaire de savants et de spécialistes, elle implique l'accord des diverses parties et il importe que la composition de la commission d'étude chargée de préparer ce cahier des charges soit suffisamment étendue pour que les intérêts d'aucun groupement, producteurs ou usagers, ne soient lésés ou passés sous silence. Il faut donc réunir une représentation large, compétente et indépendante.

L'ancienne C. P. S. présentait, au plus haut point, ces diverses qualités et, comme elle avait établi avec une sûreté remarquable le plan de ses études, il est facile de comprendre comment elle réussit à mettre sur pied un nombre important de cahiers des charges qui sont de véritables monuments.

Avec l'organisation qui lui fit suite — et qui, guidée par des directives d'une inspiration très heureuse, s'est montrée féconde en résultats pratiques — l'élaboration des normes fut, en somme, spécialisée, compartimentée par nature d'industrie. Certains bureaux ont pu s'attaquer à des problèmes de spécification qualitative : par exemple, ceux de l'industrie électrique ou de l'aéronautique. Mais le cas est assez rare et l'on doit reconnaître que, d'une façon générale, les bureaux normalisateurs — même ceux de l'automobile et de la mécanique, pourtant les plus anciens et ceux dont l'activité fut toujours considérable — ont concentré leurs efforts sur les problèmes de simplification et d'unification, en délaissant la recherche des spécifications proprement dites.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Qu'on ne voie pas, dans cette constatation, une critique à l'adresse de ces organismes, dont l'œuvre, déjà remarquable, ne cesse de s'amplifier. Mais les matières premières utilisées par les industries mécanique et automobile sont d'un usage trop général pour que des spécifications puissent être établies dans ce cadre trop étroit; quand l'essai en fut fait, on se rendit compte très vite qu'il était voué à un échec.

C'est donc presque exclusivement à l'Association française de Normalisation que l'on doit la reprise de la normalisation qualitative, illustrée depuis deux ans par quelques cahiers des charges homologués et, plus encore, par les nombreux travaux en cours d'étude ou sur le point d'aboutir.

L'Association française de Normalisation fut chargée par le Comité supérieur de Normalisation, dès 1930, de la revision des fascicules établis par l'ancienne C. P. S.; parmi ceux-ci, les cahiers des charges furent étudiés pour être mis en harmonie avec les progrès de la technique et de la science.

En outre, dans les diverses branches où, par suite de l'absence de bureau normalisateur, l'A. F. N. O. R. a joué le rôle d'animateur, le souci de fixer les caractéristiques qualitatives l'a conduite à établir de véritables cahiers des charges. C'est ainsi que, dans un domaine particulier, celui des couvertures de laine, un cahier des charges a été établi et homologué, dès le début de 1932. La norme A_2-23 « Cahier des charges pour la fourniture de tôles en acier pour chaudières », a été homologuée en 1933. De la même époque, date l'homologation de la norme A_{33}-2 « Cahier des charges relatif au zinc industriel », qui constitue la revision d'un ancien fascicule de la Commission permanente de Standardisation.

Parmi les études terminées et prêtes pour l'homologation, je citerai :

A_1-1, Cahier des charges U. F. Produits sidérurgiques. Recueil des méthodes d'essais U. F.;

B-1, Cahier des charges pour la fourniture de liants hydrauliques;

B_2-2, Cahier des charges pour la fourniture de tuiles mécaniques;

B_3-2, Cahier des charges pour la fourniture de moellons artificiels,

les trois premières étant des revisions de fascicules de l'ancienne Commission permanente de Standardisation, mais dont la mise à jour a demandé des études de plus de deux années, au cours desquelles il a été dépensé autant d'esprit de conciliation que de savoir technique.

Dans des domaines nouveaux, des travaux de même nature, déjà très avancés, sont poursuivis, concernant les pétroles et leurs produits divers, les huiles de graissage, les fontes, les fers-blancs pour boîtes de conserves, le débit des fluides, etc.

Enfin, de divers côtés, sont réclamés avec insistance des cahiers des charges relatifs aux produits sidérurgiques. Un plan d'urgence a été préparé et ces travaux très délicats et de longue haleine sont entrés dans la phase active.

Mais toutes ces études, déjà faites ou en cours de réalisation, ont confirmé les difficultés considérables que rencontre, malgré leur importance indiscutée, la rédaction de tels cahiers des charges, pour réunir l'accord de tous les intéressés. Outre des délais fort longs, il faut une diplomatie continuelle, pouvant néanmoins, dans certains cas, céder le pas à une autorité bien assise et reconnue par tous. L'expérience a prouvé que l'Association française de Normalisation s'était montrée, dans ce rôle, le successeur autorisé de l'ancienne Commission permanente de Standardisation; les résultats qu'elle a obtenus, les sollicitations dont elle est constamment l'objet à propos d'études jugées utiles ou urgentes par les producteurs ou les usagers, attestent

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'elle possède les qualités de compétence et d'indépendance qui sont les conditions nécessaires du succès.

L'étude approfondie et impartiale de la normalisation, dans ses méthodes comme dans ses résultats, condamne ses détracteurs. Non seulement elle n'est coupable ni du chômage, ni de la surproduction, mais elle contribue, au contraire, en abaissant les prix de revient, à développer la consommation intérieure et à élargir les débouchés à l'exportation. La normalisation qualitative, en outre, ne présente pour tous : consommateurs isolés, gros producteurs, organismes de la défense nationale, que des avantages; elle n'est contestée par personne; elle est réclamée par beaucoup.

La normalisation dimensionnelle n'en est plus à ses débuts : très nombreuses, déjà, sont les normes homologuées, sans parler de toutes les études en cours. J'ai montré pourquoi elle constitue de préférence et presque nécessairement la matière où s'exerce l'activité des bureaux normalisateurs particuliers.

La normalisation de qualité est moins avancée. Nous répétons qu'elle nécessite l'existence d'un organisme dépassant largement les bureaux particuliers, par sa compétence généralisée, son autorité, son indépendance. L'ancienne C. P. S. a joué ce rôle durant la première période. Ne disposant d'aucun crédit, elle a dû cesser ses travaux en 1924, lorsque la bonne volonté et le dévouement de ceux qui s'y consacraient s'avérèrent insuffisants pour mener à bien des recherches dispendieuses. Actuellement, l'Association française de Normalisation a repris sa tâche et s'en acquitte à la satisfaction générale.

La mission qui lui a été dévolue au moment où le statut nouveau de la normalisation a été fixé, en 1930, semble ainsi parfaitement remplie et l'expérience de près de quatre années confirme l'harmonieux fonctionnement de l'organisme tout entier.

Un autre mérite de tout cet ensemble fut la modicité des ressources qu'il nécessita. Puisque la preuve était faite qu'on ne pouvait entreprendre de tels travaux, qu'on ne pouvait surtout en assurer la continuité, condition essentielle, sans disposer d'aucun crédit, la solution adoptée fut de faire participer les industries, comme l'État lui-même, aux charges d'un budget reconnu indispensable.

D'autres nations ont fait, de la normalisation, une organisation d'État, largement subventionnée par les budgets gouvernementaux. S'en remettre à la seule bonne volonté des industries intéressées, c'eût été, sans nul doute, réduire, dans des proportions incompatibles avec l'ampleur de l'œuvre entreprise, le chiffre des disponibilités financières de la normalisation française. D'ailleurs, il eût été dangereux pour l'État : de ne pas avoir un droit de regard sur ces travaux, qui l'intéressent à plus d'un titre; de ne pouvoir, dans certains cas, indiquer, voire prescrire, la voie à suivre, par d'utiles directives, quand les résultats de ces études mettent en jeu des intérêts vitaux pour le pays. Le plus sûr moyen de se faire écouter n'était-il pas de participer aux dépenses nécessaires, d'autant que ces dépenses ont toujours été génératrices d'économies importantes, dont l'État profite comme les particuliers?

Que cette organisation, telle qu'elle existe actuellement en France, soit la seule possible, je ne le prétends pas. Mais elle atteint, de la façon la plus heureuse et la plus complète, le but qui lui a été assigné, en ne provoquant que le minimum de dépenses compatible avec l'importance des résultats.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ÉTUDE DE LA LUBRIFICATION DES MOTEURS A EXPLOSION PAR L'HUILE D'OLIVE

par M. A. BASTET, *professeur de Génie rural à l'Institut agricole d'Algérie, chef de la Station de Génie rural.*

Introduction. — L'emploi de l'huile d'olive pour la lubrification des moteurs à explosion présente surtout un intérêt agricole. Si l'on pouvait créer un débouché important pour les huiles de grignons et les huiles de pression de mauvaise qualité gustative, on allégerait le marché des huiles d'olive de bonne qualité qui se trouveraient ainsi valorisées. Mais ce débouché ne pourra se développer que si l'huile de grignons est offerte à bas prix et si ses qualités lubrifiantes sont satisfaisantes.

Ce sont ces qualités que nous nous sommes proposé d'étudier, à la Station de Génie rural de l'Institut agricole d'Algérie, dès la fin de l'année 1931. Pour différentes raisons, les essais ne commencèrent qu'en juin 1932; ils furent terminés fin août 1933. Nous aurions donc pu donner nos résultats à cette époque; mais nous désirions compléter notre étude par différents essais, notamment sur huiles compound. Ces essais sont, à l'heure actuelle, déjà très avancés; cependant, comme ils nous ont entraîné plus loin que nous ne le pensions, nous renonçons à donner des résultats d'ensemble et nous nous bornerons pour l'instant à n'exposer que ce qui concerne l'huile d'olive pure; notre intention est de compléter cet exposé dès que nos expériences en cours seront achevées.

La question de l'emploi de l'huile d'olive en lubrification n'est pas nouvelle. Cette huile fut employée de temps immémorial pour le graissage de machines diverses, concurremment avec les autres corps gras d'origine animale ou végétale. L'usage de ces corps gras, loin de suivre le développement du machinisme, a décrû très rapidement dès que la concurrence des huiles minérales fut organisée. Cela ne saurait surprendre, ces dernières se trouvant groupées dans les mains des industriels du pétrole, puissamment organisés, qui surent mettre au point des lubrifiants adaptés aux différents besoins.

L'éviction des corps gras de la pratique du graissage fut surtout une question de prix et de commodité. On ne saurait méconnaître cependant que certaines considérations techniques aidèrent le mouvement, les hydrocarbures n'étant pas, comme les glycérides, sujets à l'hydrolyse.

Cependant, certains corps gras n'ont pas été remplacés par les huiles minérales, à cause de qualités difficiles à obtenir avec les hydrocarbures : notamment l'huile de pied de bœuf pour les mécanismes d'horlogerie et l'huile de ricin pour les moteurs poussés. L'huile d'olive elle-même se maintint pour certains graissages dans la marine, moins pour ses qualités lubrifiantes que pour son émulsibilité.

L'huile d'olive trouvant de plus en plus difficilement preneur et les stocks augmentant, l'idée de chercher à lubrifier les moteurs à explosion avec de l'huile d'olive devait venir à l'esprit des producteurs; aussi dès 1927, des agriculteurs tunisiens envisagèrent-ils de procéder à des essais.

Depuis cette époque, beaucoup de personnes firent des essais pratiques qui consistaient à remplacer simplement dans le moteur de leur voiture, ou beaucoup plus

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rarement, de leur tracteur, l'huile minérale par l'huile d'olive : les résultats, appréciés au sentiment, furent souvent contradictoires. Cependant, ils permirent de se rendre compte que, pratiquement, un moteur à explosion lubrifié à l'huile d'olive continue à fournir un service normal.

On fit également, dans plusieurs pays méditerranéens, diverses expériences de laboratoire qui portèrent surtout sur les caractères physiques et chimiques de l'huile d'olive (de pression ou de grignons) *neuve*, notamment sur la variation de viscosité en fonction de la température (huile neuve); sur les moyens de faire varier cette viscosité par les méthodes classiques de soufflage et de voltolisation (méthode de Hemptine). On chercha aussi à mettre au point une méthode pratique de désadification.

Mais on manquait d'études suffisamment précises et prolongées permettant de conclure. Nous présentons ci-après une étude de ce genre.

THÉORIE DU GRAISSAGE. — Rappelons d'abord, très sommairement, quelques notions sur la théorie du graissage telle qu'elle résulte des travaux de Coulomb, Morin, Mesnager, lord Rayleigh, Hardy, Reynolds, Pétroff, Beauchamps-Tower, Deeley, Langmuir et Woog.

Viscosité. — On admet aujourd'hui que lorsque des surfaces frottantes solides sont graissées, elles sont tapissées d'une mince couche immobile, appelée *épilamen*, dont l'épaisseur est de l'ordre de grandeur des molécules du lubrifiant et que la seule résistance passive à vaincre provient du frottement interne du lubrifiant, c'est-à-dire de sa viscosité η. On est donc conduit à utiliser des lubrifiants à faible viscosité; mais on est rapidement limité dans cette voie parce que c'est précisément grâce à sa viscosité qu'un lubrifiant supporte sans être expulsé la forte pression à laquelle il est soumis entre les deux pièces qu'il sépare.

L'emploi d'un lubrifiant très fluide ne pourrait être envisagé que si l'on avait un moyen de le maintenir en place, comme la synovie dans les articulations du squelette des vertébrés, où il n'est possible d'ailleurs que parce que la nature s'est interdit le mouvement circulaire continu; il est donc à peu près inapplicable en construction mécanique où ce mouvement est recherché.

On emploie des lubrifiants assez visqueux pour que le film d'huile ne soit pas détruit. Cependant Hyde, en opérant à l'aide de paliers en verre, a montré qu'une huile très visqueuse peut être expulsée par une variation de charge très brusque, cas qui est celui des moteurs à explosion, et que le film se rompt aussi après un repos suffisamment prolongé : sous l'influence de la gravité, l'arbre descend et vient en contact avec le coussinet, ce qui paraît être une des causes des accidents observés au démarrage.

Onctuosité. — C'est au sujet de la rupture du film d'huile que la théorie nouvelle diffère de l'ancienne. D'après la théorie classique, dès que le lubrifiant est chassé, les organes sont en contact direct et le frottement sec se substitue au frottement fluide. D'après la théorie moderne, le liquide étant chassé, les surfaces ne peuvent venir en contact immédiat que si les épilamens sont arrachés; mais si le choc est insuffisant pour provoquer cet arrachement, les surfaces restent séparées par l'épaisseur des deux épilamens qui glissent l'un sur l'autre avec un coefficient

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de frottement f extrêmement réduit : au frottement fluide, s'est momentanément substitué le *frottement onctueux*.

Étant donné que le frottement sec ne peut se produire que si l'épilamen est insuffisamment résistant, on comprend que la sécurité dépende de cette résistance.

Si l'huile est inapte à former un épilamen résistant, on ne doit compter que sur une viscosité élevée pour éviter le frottement sec; mais l'usage d'un tel lubrifiant implique une diminution de rendement et un échauffement des portées qui peut devenir dangereux quand ces portées sont garnies d'antifriction. Au reste, pour les moteurs thermiques, la recherche d'une viscosité élevée se complique du fait de la température à laquelle doit travailler l'huile (environ 50°-70° sur manetons et tourillons, et 120°-150° sur cylindres) car la viscosité d'une huile *et particulièrement d'une huile minérale* diminue rapidement quand la température s'élève. Pour conserver une viscosité suffisante à la température de fonctionnement, on est donc obligé de choisir des huiles qui sont très visqueuses à froid; ce qui entraîne des difficultés de démarrage et des risques accrus de coulage et de grippage au départ.

Au contraire, avec une huile capable de former des films résistants, les risques de frottement sec sont beaucoup moins à craindre, ce qui permet de choisir une viscosité plus basse, d'où amélioration du rendement. Si l'on conserve la même viscosité, le rendement est peu amélioré mais la sécurité est très augmentée.

Toutes les huiles ne sont pas également aptes à former des épilamens résistants. Cette aptitude est désignée sous les noms de *pouvoir graissant*, *graissivité*, *corps*, *oléosité* et surtout d'*onctuosité*.

M. Woog définit ainsi l'onctuosité :

« L'onctuosité résulte de l'ensemble des phénomènes qui, influencés par les « surfaces solides, stabilisent une couche lubrifiante et réduisent le frottement. « Plus la pellicule graisseuse interposée entre les surfaces est permanente et le « glissement facile, plus l'onctuosité est marquée. »

L'onctuosité n'est donc pas une « qualité interne » de l'huile, au même titre que la viscosité, mais bien une « qualité de relation ». Pour une huile donnée, l'onctuosité dépend de la surface sur laquelle s'établit le contact; il s'agit d'un phénomène interfacial.

L'onctuosité obéit à un mécanisme délicat que l'on a d'abord expliqué par les lois de l'attraction moléculaire puis par la formation d'une combinaison physico-chimique entre le métal et le lubrifiant; mais c'est à Langmuir et à Woog que l'on doit une théorie, claire et précise, de l'onctuosité.

Langmuir a démontré que les groupes fonctionnels ont, pour les solides ou les liquides, une affinité plus ou moins grande, de telle sorte que la molécule, se fixant sur la surface de contact par son groupement le plus actif, est obligée de s'orienter. Langmuir a montré que, dans une molécule d'acide stéarique $CH^3-(CH^2)^{16}-CO^2H$, le groupement carboxyle — COOH est large, plat et émet un champ de forces puissant, grâce auquel la molécule se fixe énergiquement; comme il en est de même pour toutes les molécules, la surface libre de l'eau est tapissée de carboxyle tandis que la chaîne de chaque molécule, constituée par les 16 groupements $-CH^2-$, ainsi que son autre extrémité $-CH^3$, indifférentes pour l'eau, se dressent verticalement. Cela a été confirmé par de Broglie, J.-J. Trillat et Müller, qui, par les rayons X ont vérifié qu'une goutte d'acide stéarique déposée sur une lame de verre est *adsorbée*, et que toutes les molécules sont dressées côte à côte comme des allu-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mettes dans leur boîte. Si on répète l'expérience avec l'acide palmitique, la molécule est plus courte en raison de l'absence de deux « vertèbres » radicaux bivalents $=CH^2$).

Les dimensions des molécules peuvent être déterminées par la méthode de Devaux. La molécule d'acide stéarique a une longueur de 2,5 mμ et une surface de section 0,22 $m\mu^2$; elle est donc 5 fois plus longue que large. Un épilamen monomoléculaire d'acide stéarique aurait donc 2,5 mμ d'épaisseur.

En définitive, l'onctuosité dépend de la constitution chimique du lubrifiant, de son architecture moléculaire.

Parmi les groupements actifs, Langmuir indique : 1° le groupement carboxyle — COOH soit libre, soit combiné comme dans les glycérides; — 2° le groupement oxhydrile — OH; 3° les groupements non saturés à liaisons carbonées multiples. Il en résulte immédiatement que :

a) *Les corps gras* qui renferment : 1° des molécules à carboxyles (libres ou glycéridés); 2° des molécules avec des doubles liaisons (acide oléique) et, quelquefois des groupements oxhydriles, sont constitués *en totalité* par des molécules actives;

b) *Les huiles minérales* ne peuvent posséder, comme facteurs d'onctuosité, que des molécules d'hydrocarbures non saturés (oléfines) noyées dans la grande masse des molécules d'hydrocarbures saturés (paraffines). C'est pourquoi une huile minérale très raffinée, contenant moins de molécules à double liaison, et constituée presque entièrement d'hydrocarbures paraffiniques, a une faible onctuosité.

Cela démontre la *supériorité des corps gras sur les hydrocarbures*. Cette supériorité avait été constatée par les praticiens bien avant qu'on fût parvenu à l'expliquer : les horlogers sont restés fidèles à l'huile de pied de bœuf ou de mouton; pour les moteurs d'avions, on préfère l'huile de ricin, et Hirn signalait, en 1854, que les mécaniciens amélioraient le rendement des transmissions en plaçant un morceau de suif, riche en tristéarine, dans le chapeau des coussinets, pratique qui est encore quelquefois en usage.

QUALITÉS ET DÉFAUTS DE L'HUILE D'OLIVE EMPLOYÉE COMME LUBRIFIANT DES MOTEURS A EXPLOSION.

D'après ce qui précède l'huile d'olive, qui est un mélange de glycérides, doit être onctueuse. Cependant une certaine viscosité est indispensable : en effet, c'est grâce à elle que le film se constituera, par entraînement du « coin d'huile » et que le film résistera aux fortes pressions. En outre, le film visqueux absorbe les à-coups et joue ainsi vis-à-vis de l'épilamen un rôle amortisseur et protecteur.

Or, *la viscosité de l'huile d'olive est parfaite*, ainsi qu'on peut s'en rendre compte sur la figure 3 qui donne la viscosité, en fonction de la température, de trois huiles neuves, savoir : I, une huile minérale demi-fluide; — II, une huile d'olive de pression; — III, une huile de grignons. On voit que l'huile d'olive et l'huile de grignons ont une viscosité, à la température d'emploi dans le cylindre, au moins égale à la viscosité d'une huile demi-fluide. M. Champsaur estime qu'à 150°, la viscosité de l'huile d'olive rattrape la viscosité d'une huile demi-épaisse. Comme la viscosité de l'huile d'olive varie moins rapidement que celle de l'huile minérale, à froid elle reste faible, tandis que celle de l'huile minérale est élevée; donc, *à viscosité égale à chaud, le démarrage du moteur doit être plus facile avec l'huile d'olive qu'avec l'huile minérale.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'huile d'olive apparaît donc, *a priori*, supérieure à l'huile minérale en raison de son onctuosité et de la fixité relative de sa viscosité.

Mais cette supériorité n'est-elle pas contre-balancée en pratique par des défauts : plus forte consommation, encrassage, fléchissement rapide des qualités lubrifiantes, usure des organes, attaque des matériaux? Pour le savoir, il fallait procéder à des essais prolongés. C'est ce que nous avons fait à la Station de Génie rural d'Algérie.

BANCS D'ESSAIS. — *Description.* — Les essais ont été exécutés sur deux bancs d'essais :

Le *banc d'essais n° 1* est constitué par deux moteurs à explosion de Vandeuvre; série E. V. R.; type 2; course, 100 mm; alésage, 65 mm; vitesse de régime, 1.000 t/mn; rapport de compression volumique, environ 4,7; refroidissement par circulation fermée; radiateur et ventilateur à ailettes commandé par courroie.

Ces moteurs commandent, par courroie, chacun une dynamo Thomson-Houston, type H. M. 3 (25A, 115V). Le courant de chaque dynamo est débité dans une résistance constituée par des ampoules à filament de carbone montées en parallèle (fig. 1).

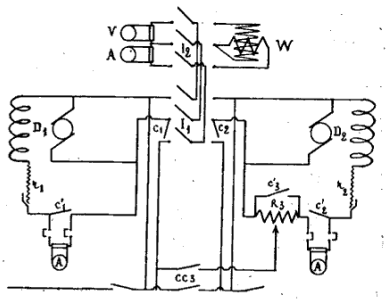


Fig. 1. — Schéma du banc d'essais n° 1.

D_1, D_2, dynamos; — r_1, r_2, rhéostats d'excitation; — R_1, R_2, rhéostats de débit aux lampes; — R_3, rhéostat de démarrage; — I_1, I_2, inverseurs tripolaires; — C_1, C'_1, C_2, C'_2, C'_3, coupe-circuits unipolaires; — CC_1, CC_2, CC_3, coupe-circuits bipolaires; — V, voltmètre; — A, ampèremètre; — W, wattmètre de contrôle.

Par le jeu de I_1, I_2, C_1, C_2, C'_1, C'_2, il est possible de mettre les appareils de mesure en circuit sur l'une ou l'autre des dynamos. Le branchement sur D_1 n'est pas utilisé pour les mesures, mais seulement pour suivre les variations de puissance en cours de marche; CC_1, CC_2 permettront de fermer les génératrices sur les rhéostats à lampes. CC_3 permet de faire fonctionner D_2 en moteur alimenté par D_1. Au démarrage, C'_3 est ouvert.

Le *banc d'essais n° 2* est constitué par un moteur de tracteur à chenilles Renault, type H 1, spécialement revisé et installé à poste fixe. Ses caractéristiques sont : alésage, 100 mm; course, 160 mm; vitesse, 1.200 t/mn; rapport de compression volumique, environ 4,6; refroidissement par circulation ouverte.

Ce moteur commande, par courroie, un moulinet Renard construit et étalonné par les ateliers Fleischel.

Destination. — *Le banc n° 1* est destiné aux essais divers et particulièrement aux expériences de très longue durée. Les moteurs ont été choisis de faible puissance afin de réduire le prix de revient des essais. Le montage et les instruments employés permettent de faire des mesures très précises (par la méthode des pertes séparées, appliquée à chaque point relevé). Nos mesures furent toujours faites sur la *même dynamo* avec la *même courroie* et la *même tension de courroie*, d'où il résulte que nos mesures comparées de puissances, de couples résistants, etc., ont été effectuées avec une précision supérieure à 98 p. 100. Les erreurs, déterminées par M. Isman, chef de travaux à la Station, sont en effet de 1,5 p. 100.

Le banc n° 2, qui ne permet pas de faire des mesures d'une très grande précision, est réservé aux expériences de comportement pratique des huiles déjà sélectionnées au banc n° 1. Le but est de rechercher si les résultats obtenus avec un petit moteur sont comparables à ceux que donne un gros moteur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Programme et exécution des essais. — Dans les grandes lignes nos expériences devaient permettre de voir :

a) ce que devient l'huile en cours de travail;

b) si la puissance et le rendement du moteur sont affectés par la substitution de l'huile d'olive à l'huile minérale;

c) quelle est la consommation d'huile d'olive;

d) si l'état du moteur est compromis par l'usage de l'huile d'olive;

e) si la marge de sécurité donnée par l'huile d'olive est suffisante, pratiquement.

Les recherches ont comporté les mesures suivantes :

1° Mesure des températures : *a*) ambiante; *b*) de l'eau de refroidissement, toujours en un même point du radiateur; *c*) de l'huile, dans le carter.

2° Établissement des courbes de viscosité, en fonction de la température : *a*) de l'huile neuve; *b*) de l'huile en cours de travail, d'abord toutes les 10 heures puis toutes les 20 heures et enfin toutes les 50 heures;

3° Établissement des courbes « caractéristiques » des deux moteurs employés au banc d'essais n° 1;

4° Faire varier la charge des moteurs afin d'effectuer les essais à la vitesse constante de 1.000 t/mn;

5° Suivre les variations de la puissance des moteurs (en se servant de la même dynamo) toutes les 10 à 15 heures de marche;

6° Mesurer le couple résistant de chaque moteur à la vitesse de 1.000 t/m toutes les 10 à 20 heures. Pour effectuer cette mesure, une des deux dynamos, toujours la même, fonctionne en moteur (son rendement étant soigneusement déterminé) et entraîne par courroie le moteur à explosion, lequel tourne en machine inerte, (bougie enlevée). La dynamo en question reçoit le courant continu débité par l'autre dynamo qui, elle, fonctionne en génératrice commandée par un moteur électrique à courant alternatif;

7° Mesure de la compression maximum des moteurs à la vitesse de 500 t/m, allumage supprimé. Le moteur essayé est entraîné comme décrit ci-dessus;

8° Mesure de l'acidité de l'huile, d'abord toutes les 10 heures, puis toutes les 20 heures et toutes les 100 heures;

9° Recherches des dépôts en fin d'essais;

10° État des organes en fin d'essais;

11° Si possible, mesure de l'usure en fin d'essais de longue durée;

12° Corrosion des organes des moteurs.

L'exécution de ces essais est assez délicate.

Il faut éviter que la puissance des moteurs varie, pendant le cours des expériences, si l'on veut pouvoir interpréter sainement les résultats et rapporter les consommations au cheval-vapeur-heure. Nous avons tourné toujours à plein gaz, le moteur étant maintenu à sa vitesse de régime en faisant varier le couple résistant externe par l'excitation de la dynamo génératrice. Dans ces conditons, il n'est pas possible de compter sur une puissance rigoureusement constante; cependant, comme le montrent les tableaux ci-joints, la puissance n'a varié que dans des limites acceptables. Nous aurions évidemment pu marcher à vitesse et puissance constantes, en réglant sur l'admission, mais cette méthode donne des résultats moins nets quant à la chute de puissance (si chute de puissance il y a) et c'est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pourquoi nous nous sommes arrêté à la méthode de la pleine puissance à un régime fixé (1.000 t/mn).

Les consommations d'huile étant faibles, des erreurs absolues minimes correspondent à des erreurs relatives importantes. La grandeur des erreurs relatives varie en raison inverse de la durée de l'essai; d'où l'obligation de faire de longs essais. D'ailleurs, si l'on veut y voir clair, les longs essais sont indispensables.

La durée des expériences se trouve d'autre part considérablement accrue du fait des arrêts prolongés pour la mesure de la viscosité, du couple résistant, etc.

Il arrive aussi, malheureusement trop souvent, que des essais doivent être repris à cause d'accidents fortuits : moteur qui chauffe parce que la ventilation du radiateur devient insuffisante; chemises de circulation qui s'entartrent; segments qui gomment et entraînent une consommation exagérée d'huile, avec chute de puissance; dilution intempestive causant une perturbation dans la variation de la viscosité, etc. Toutes ces causes, si on ne les décèle pas à temps, conduisent fatalement à des résultats aberrants.

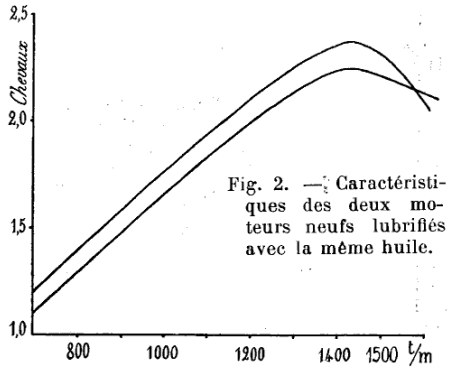


Fig. 2. — Caractéristiques des deux moteurs neufs lubrifiés avec la même huile.

Notre désir était de faire des essais rigoureusement comparatifs entre l'huile minérale et l'huile d'olive et c'est pourquoi le banc d'essais n° 1 comporte deux moteurs identiques. Mais, ainsi que le montre la figure 2, où sont portées les courbes « caractéristiques » des deux moteurs *neufs*, dès l'origine, ces moteurs étaient, en fait, différents.

Cette différence s'accentua à tel point que, dès la 200e heure d'expérience, il nous fut impossible de continuer les essais dans l'esprit initial : nous fûmes obligé de faire toutes nos mesures avec le même moteur. Dans ces conditions, les essais comparatifs doivent être de courte durée (une dizaine d'heures) si l'on ne veut pas que le deuxième essai se fasse avec un moteur dont l'état serait nettement différent.

Aussi, et bien que nous donnions quelques résultats comparatifs, nous estimons que, dans l'ensemble, nos essais doivent être considérés comme constituant des expériences absolues sur l'huile d'olive.

RÉSULTATS.

VISCOSITÉ DES HUILES NEUVES (fig. 3). — Les viscosités, exprimées en dynes/cm², sont portées en ordonnées. Les températures, exprimées en degrés centigrades, sont portées en abscisses.

La courbe I est relative à une excellente huile minérale, demi-fluide, de réputation mondiale (coûtant 10,50 fr le litre).

La courbe II est celle d'une huile d'olive de pression de première qualité, désacidifiée par les soins du laboratoire de Technologie de l'Institut agricole (prix, 5,25 fr le litre, avant le traitement de désacidification).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La courbe III est celle d'une huile de grignons, désacidifiée en usine (3,50 fr le litre).

Ces trois huiles ont servi aux différents essais. On en trouvera plus loin les caractères physiques.

La figure 3 montre que l'huile d'olive, de faible viscosité à froid (démarrage facilité) se rapproche de l'huile demi-fluide à 70° et la surpasse au-dessus de 100°. On peut en déduire que la viscosité de l'huile d'olive (grignons ou pression) sera toujours suffisante pour lui permettre de former un joint satisfaisant dans l'intervalle piston-cylindre.

Cependant, l'examen de ces courbes fait naître un doute car à la température

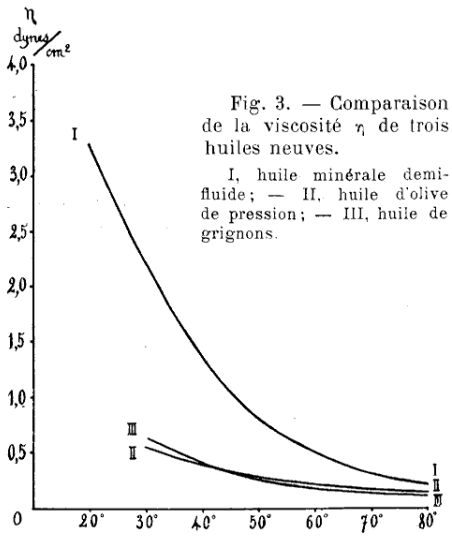


Fig. 3. — Comparaison de la viscosité η de trois huiles neuves.

I, huile minérale demi-fluide; — II, huile d'olive de pression; — III, huile de grignons.

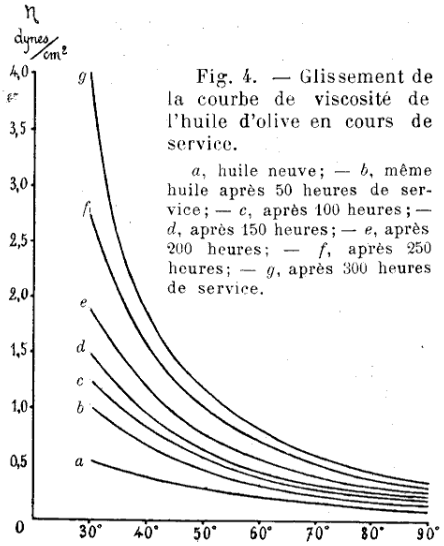


Fig. 4. — Glissement de la courbe de viscosité de l'huile d'olive en cours de service.

a, huile neuve; — *b*, même huile après 50 heures de service; — *c*, après 100 heures; — *d*, après 150 heures; — *e*, après 200 heures; — *f*, après 250 heures; — *g*, après 300 heures de service.

de 50°, à laquelle peuvent très bien tomber les tourillons et manetons en hiver, la vicosité de l'huile d'olive est inférieure de 66 p. 100 à celle de l'huile minérale. On peut craindre que cette viscosité soit insuffisante. Mais on doit remarquer que la viscosité élevée de l'huile minérale à 50° n'est qu'une conséquence de la rapidité de variation. Afin que l'huile minérale ait encore une viscosité suffisante à 150° (au joint piston-cylindre) on est obligé *d'accepter* une viscosité élevée à basse température; cela est une conséquence, non un but, et rien ne prouve que cette viscosité ne soit pas trop élevée pour le graissage optimun des manetons et des tourillons. Il est en effet probable que si, comme dans les moteurs Diesel industriels, le graissage des cylindres était indépendant du circuit général, on utiliserait des huiles minérales tout à fait différentes : à viscosité très élevée au cylindre et à fluidité en rapport avec les jeux pour les paliers et les têtes de bielles.

En outre, nous avons signalé précédemment que la considération de la viscosité est moins impérieuse avec les huiles grasses, douées d'onctuosité, qu'avec les huiles minérales.

Par ailleurs, on sait que la viscosité est fonction de la pression et nous ignorons si, à la pression intervenant dans les articulations, la viscosité de l'huile d'olive n'augmente pas plus vite que celle de l'huile minérale.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'expérience seule permet de voir si, oui ou non, l'huile d'olive a une viscosité suffisante pour le graissage des manetons et des paliers, une viscosité insuffisante se manifestant par des rayures et des matages sur les portées. L'examen des organes du moteur après une période d'essai de 300 heures sans vidange, à pleine charge pour la vitesse de régime, sur le banc d'essais n° 1, nous a montré que les soies et les coussinets étaient en parfait état.

D'autre part, un essai de 100 heures sans vidange, à 100 p. 100 *de la puissance maximum* au banc d'essais n° 2, a permis de faire les mêmes constatations.

Ces résultats ne peuvent être extrapolés : ce qui est encore vrai pour des alésages de 100 mm ne le sera peut-être plus sur des moteurs de 120 mm ou de 150 mm. Il est regrettable de n'avoir pas pu équiper le banc d'essais n° 2 avec un moteur d'alésage beaucoup plus fort. Cependant, voyons comment l'alésage peut intervenir.

A. — Si nous considérons un moteur d'une puissance fixée, cette puissance P peut s'exprimer par :

$$P = C\,\omega.$$

P est le produit du couple moteur effectif moyen C par la vitesse angulaire moyenne ω. On peut donc réaliser la puissance donnée soit par une vitesse élevée et un couple faible soit par une vitesse réduite et un couple élevé, c'est-à-dire avec un moteur à petit alésage mais rapide ou avec un moteur lent mais à grand alésage.

B. — Si l'on considère deux moteurs de puissances différentes, la puissance du plus fort peut avoir été obtenue en développant sa vitesse, et il se pourra que le plus puissant n'ait pas un alésage plus fort que l'autre, et même qu'il ait un alésage plus faible.

Donc, l'alésage ne caractérise pas la puissance; cependant plus l'alésage est grand, à rapports volumiques égaux et richesses égales, plus le couple est élevé. Or à un couple élevé correspondent des efforts importants transmis par la bielle.

Il ne faudrait pas en conclure que la « fatigue » du film lubrifiant, dans le palier ou dans la tête de bielle, est d'autant plus grande que l'alésage est plus fort, car on dimensionne les organes du moteur en fonction des efforts à transmettre. Dans un moteur à fort alésage, la section du vilebrequin est augmentée (pour des raisons de résistance des matériaux); la longueur des paliers est augmentée aussi, en sorte que la surface d'appui de la tête de bielle sur son maneton, ou du vilebrequin sur ses paliers, est proportionnelle aux efforts maximums transmis par la bielle.

Dans ces conditions, on voit que l'alésage n'intervient pas dans la pression qui tend à expulser l'huile : que le moteur soit à faible ou à grand alésage les dimensions des portées sont telles que la pression par millimètre carré de surface projetée ne dépasse pas : 900 à 1.200 g, pour les têtes de bielles; 2 kg, pour les axes de piston; 600 à 800 g pour les paliers.

L'alésage n'intervient donc pas dans la fatigue de l'huile. Une seule considération justifierait de rapprocher la question viscosité de la question alésage : l'importance des jeux.

En effet, l'huile tend d'autant plus à fuir, sous une pression donnée, que la section de passage est plus grande. Cette section de passage entre un maneton et les coussinets de tête de bielle, par exemple, dépend évidemment du jeu entre les deux pièces. Or, les jeux sont proportionnels aux dimensions (uniquement pour des raisons d'usinage). Par conséquent, l'huile a plus de facilité pour fuir sur un gros vilebrequin que sur un petit, et comme la dimension du vilebrequin dépend de l'alésage

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du moteur, on voit que, très indirectement, on peut rattacher la viscosité à l'alésage du cylindre.

Mais si, pour les gros moteurs, la viscosité de l'huile d'olive à la température du vilebrequin (40° à 70°) se montrait insuffisante, il serait facile d'y remédier par soufflage, voltolisation ou, plus simplement, par mélange avec une huile minérale. Le compoundage permet en effet d'obtenir facilement des résultats très intéressants sur lesquels nous nous proposons de revenir ultérieurement.

MODIFICATIONS PHYSIQUES ET CHIMIQUES SUBIES PAR L'HUILE EN COURS DE TRAVAIL. — La figure 4 montre le « glissement » de la courbe de viscosité de l'huile d'olive au fur et à mesure de son service. On voit que la variation est importante et

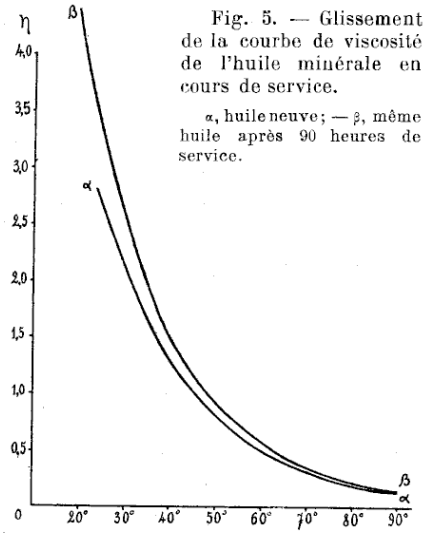
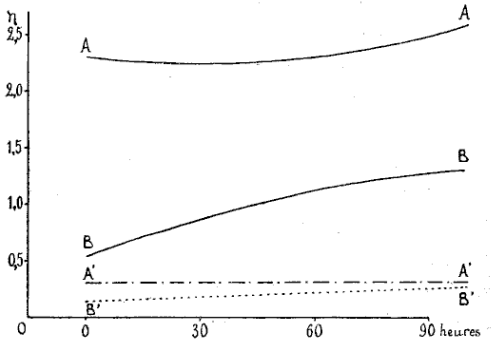


Fig. 5. — Glissement de la courbe de viscosité de l'huile minérale en cours de service.

α, huile neuve; — β, même huile après 90 heures de service.

Fig. 6. — Comparaison de la variation de viscosité, aux mêmes températures constantes, entre l'huile d'olive et l'huile minérale, en fonction de la durée de service.

	à 30°	à 70°
Huile minérale	A	A'
Huile d'olive	B	B'



particulièrement sensible aux basses températures : après 200 heures de travail, l'huile d'olive à froid possède une viscosité comparable à l'huile minérale demi-fluide et elle rejoint les demi-épaisses dès la 250e heure de marche.

La figure 5 montre que l'huile minérale subit également une variation de viscosité, mais beaucoup plus réduite et sensible seulement aux basses températures.

La figure 6 représente la variation de la viscosité des huiles, aux températures constantes de 30° et 70°, en fonction de la durée du travail de l'huile. A basse température (30°) il y a variation rapide de la viscosité pour l'huile d'olive et variation lente pour l'huile minérale. La viscosité de l'huile minérale décroît très légèrement au début et croît ensuite. Ce fait curieux nous fut confirmé par plusieurs expériences.

Ce qui est important à considérer c'est que la durée de travail de l'huile affecte surtout la viscosité aux basses températures; mais aux températures plus élevées, 70° dans le cas du graphique, la viscosité de l'huile d'olive est peu influencée et celle de l'huile minérale reste constante.

La figure 7 donne la variation de viscosité de l'huile d'olive, à différentes températures constantes (30°, 70°, 90°) en fonction de la durée de travail. Les courbes donnent l'allure de la vitesse de la variation entre 0 et 300 heures de travail.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La figure 8, à rapprocher de la précédente, représente la variation de l'acidité de l'huile d'olive en fonction de la durée de travail de 0 à 300 heures : on constate que cette courbe semble s'apparenter avec la courbe de variation de viscosité à 30°.

Tout ce que nous venons de voir sur ces graphiques se rapporte à l'huile d'olive

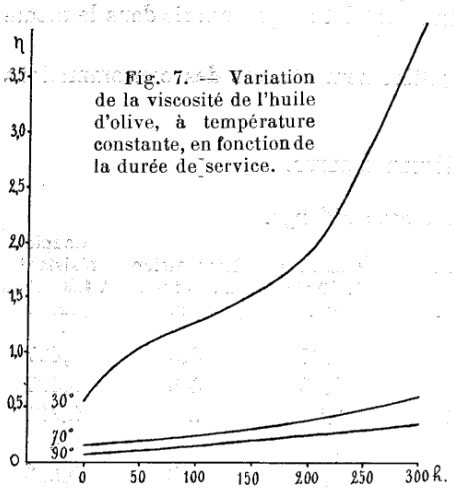


Fig. 7. — Variation de la viscosité de l'huile d'olive, à température constante, en fonction de la durée de service.

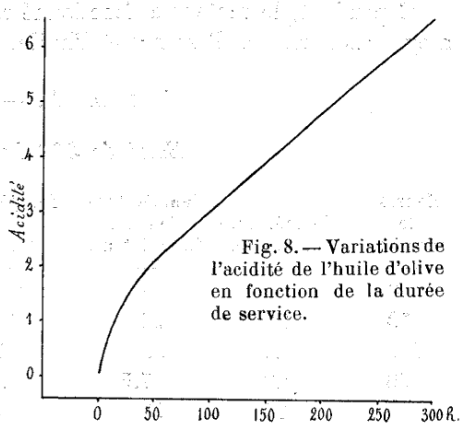


Fig. 8. — Variations de l'acidité de l'huile d'olive en fonction de la durée de service.

de pression. L'huile d'olive de grignons (fig. 9) donne lieu au même glissement de la courbe de viscosité et il y a parallélisme (fig. 10) de la vitesse de variation, à température constante, de l'huile de grignons et de l'huile de pression.

La densité varie dans le même sens que la viscosité.

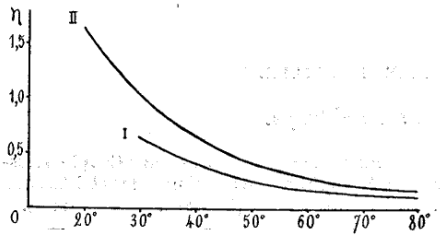


Fig. 9. — Glissement de la viscosité de l'huile de grignons.
I, huile de grignons neuve.
II, huile de grignons après 60 heures de service.

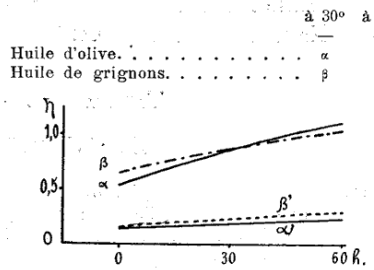


Fig. 10. — Comparaison de la variation de viscosité, aux mêmes températures constantes, entre l'huile d'olive et l'huile de grignons, en fonction de la durée de service.

La figure 11 montre que l'huile de grignons, au cours de l'essai de 100 heures au banc d'essais n° 2, a donné lieu à une variation de viscosité plus rapide qu'au banc n° 1. Il faut noter à ce sujet que le moteur de tracteur (banc d'essais n° 2) a chauffé plus que le petit moteur (banc d'essais n° 1). Nous pensons que c'est surtout à cette circonstance qu'il faut attribuer la variation plus rapide de la viscosité. La figure 12 met en évidence la différence des vitesses de variation de la viscosité, à températures constantes, de la même huile, au banc n° 1 et au banc n° 2.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMPORTEMENT DES MOTEURS DU BANC N° 1. — Le Tableau A montre les résultats obtenus avec huile d'olive de pression au cours d'un essai de 300 heures sans vidange. On voit que la puissance du moteur a baissé régulièrement, non pas du fait de l'ovalisation, car la compression thermodynamique s'est plutôt améliorée (6e colonne), mais certainement à cause de l'augmentation de la viscosité de l'huile. On constate (7e colonne) que e couple résistant total du moteur varie dans le même sens que la viscosité.

Cependant, le moteur a fonctionné régulièrement et avec des consommations moyennes normales d'essence et d'huile.

TABLEAU A. — HUILE D'OLIVE.

Essai de 300 heures sans vidange.

Heures de marche.	Température ambiante.	Température de l'eau du radiateur.	Température de l'huile.	Puissance à 1.000 t/mn (ch).	Compression à 500 t/mn (kg/cm²).	Couple résistant à 1.000 t/mn (kgm).
10	»	98	60	1,94	4,5	0,487
50	28	98	61	1,90	4,8	0,487
100	29	98	62,5	1,89	5	0,487
150	28	97,5	62	1,83	»	»
212	24	98	»	1,78	4,8	0,595
250	25	98	60	1,75	4,6	»
300	23	98,5	61,5	1,70	4,8	0,695

Consommation horaire : en kilogrammes (moyenne de 300 heures).

Essence . . . . 0,680 soit, par cheval-heure, environ 0,371
Huile . . . . . 0,00604 — — — 0,0033
Eau. 0,494

TABLEAU B. — HUILE MINÉRALE.

Essai de 300 heures sans vidange.

Heures de marche.	Température ambiante.	Température de l'eau du radiateur.	Température de l'huile.	Puissance à 1.000 t/mn (ch).	Compression à 500 t/mn (kg/cm²).	Couple résistant à 1.000 t/mn (kgm).
10	11	96	60	1,7	4,2	0,675
50	28	92	61	1,73	4,6	0,716
100	29	97	62,5	1,81	4,6	0,645
150	28	97	62	1,87	»	»
212	24	97	57	1,85	4,6	0,725
250	25	96,5	57	1,75	4,3	»
300	23	96,5	53	1,70	4,6	0,716

Consommation horaire : en kilogrammes (moyenne de 300 heures).

Essence . . . 0, 703 soit, par cheval-heure, environ 0,395
Huile . . . . 0,0271 — — — 0,0152
Eau 0, 254

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'on rapproche le Tableau A du Tableau B, on constate qu'avec l'huile minérale la puissance a très peu varié; la compression thermodynamique s'est également améliorée et, pratiquement, le couple résistant du moteur n'a fait qu'osciller (7e colonne du Tableau B); dans l'ensemble on relève seulement des à-coups dans cette variation.

Pour bien saisir ce qui s'est passé, il faut considérer : 1° que la viscosité de l'huile minérale varie peu tandis que celle de l'huile d'olive varie beaucoup; 2° que la consommation d'huile minérale a été trois fois plus forte que celle d'huile d'olive. En sorte que le rétablissement du niveau correspond en fait à un rajeunissement de l'huile minérale. Du reste, cette consommation élevée n'était pas imputable à la nature de l'huile car en permutant les huiles, c'était l'huile d'olive qui était affectée d'une consommation plus forte. C'était donc une différence entre les moteurs qui était en cause.

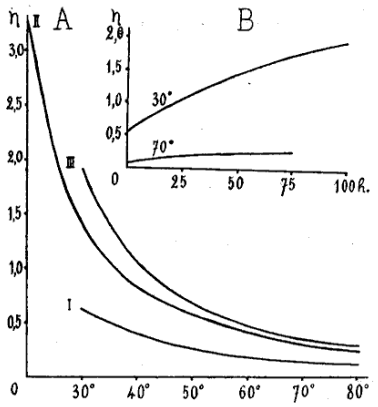


Fig. 11. — Comportement de l'huile de grignons dans un moteur de tracteur.

A, glissement de la courbe de viscosité.
I, huile de grignons neuve; — II, huile de grignons après 60 heures de service; — III, huile de grignons après 100 heures de service.
B, variation de la viscosité, aux mêmes températures constantes, en fonction de la durée de service.

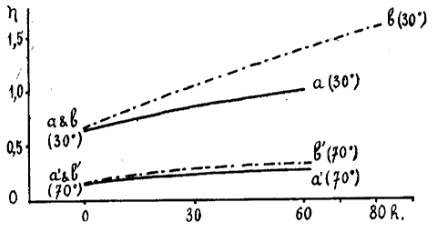


Fig. 12. — Comparaison de la variation de viscosité, aux mêmes températures constantes, de l'huile de grignons, en fonction de la durée de service.

	à 30°	à 70°
	—	—
Huile de grignons petit moteur . .	*a*	*a'*
Huile de grignons gros moteur . .	*b*	*b'*

Aussi, quand il s'est agi de comparer le comportement de l'huile d'olive de pression à celui de l'huile de grignons avons-nous opéré, successivement, dans le même moteur. Les résultats de cet essai comparatif sont consignés dans le Tableau C qui met en évidence l'égalité de l'huile de grignons et de l'huile de pression.

ÉTAT DES ORGANES, USURE. — Après les essais de 300 heures, nous avons examiné avec soin les organes des deux moteurs du banc n° 1, bien que ces essais ne fussent pas absolument comparables du fait que l'un des moteurs, celui qui était graissé à l'huile minérale, avait une propension à une consommation exagérée d'huile; nous estimons d'ailleurs que cette circonstance avantageait le moteur à huile minérale au point de vue de l'usure et ne pouvait le désavantager qu'au point de vue du calaminage.

La comparaison de l'état des organes des deux moteurs a donné lieu aux remarques suivantes :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

	Huile d'olive.	Huile minérale.
Calaminage du haut de piston . .	très faible	plus fort.
Calaminage de la chambre d'explosion	très faible	plus fort.
État des soupapes	bon	piquées.
Jeu des segments	faible	identique.
Piston	léger coup de feu	léger coup de feu.
Axe du piston.	pas de boîtage	fort boîtage.
Articulation bielle-maneton. . . .	pas de boîtage	pas de boîtage.
Palier arrière	pas de jeu appréciable à la main	pas de jeu appréciable à la main.
Palier avant (très chargé).	pas de jeu appréciable à la main	jeu très net.
Pompe à huile (piston).	usure faible	usure forte.
Bagues d'arbre à cames	fort jeu	fort jeu.

TABLEAU C. — COMPARAISON ENTRE L'HUILE D'OLIVE ET L'HUILE DE GRIGNONS.

Essais exécutés successivement dans le même moteur.

Heures de marche.	Température ambiante.	Température de l'eau du radiateur.	Température de l'huile.	Puissance à 1 000 t/mn (ch).		Consommation horaire. (kg).
20	16	94	51	1,96	Huile d'olive . .	Essence : 0,640
40	17,5	97	55	1,90		Huile : 0,063
60	18	97	55	1,84		Eau : 0,300
90	18,5	97	55	1,86		
20	17	94	53	1,90	Huile de grignons.	Essence : 0,635
40	19	96	55	1,87		Huile : 0,017
60	18	97	54	1,90		Eau : 0,300
90	19	96	55	1,85		

Étant donné que le calaminage du moteur à huile minérale pouvait être considéré comme une conséquence de sa forte consommation, nous avons fait des expériences comparatives sur le même moteur. Elles nous ont toujours donné une chambre d'explosion et une surface de piston nettement plus propres avec l'huile d'olive (grignons) qu'avec l'huile minérale. De même, les portées de soupapes se conservent en meilleur état avec l'huile d'olive.

On peut penser que ce résultat est dû, non pas à ce que l'huile d'olive passe moins dans le haut des cylindres qu'une huile minérale, mais au fait que sa molécule ternaire favorise une combustion complète.

D'après ces constatations, on a l'impression que l'usure est plus forte avec l'huile minérale, surtout si l'on considère que l'huile minérale était rajeunie beaucoup plus que l'huile d'olive en raison de sa consommation plus élevée.

En ce qui concerne l'usure des cylindres, après 300 heures nous avons trouvé

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

4/100 pour l'huile d'olive et 9/100 pour l'huile minérale. Ces chiffres représentent les maxima.

Comme on le voit, dans nos essais, l'usure a été fortement moindre pour le moteur graissé à l'huile d'olive. Nous ne pouvons pas en toute rigueur affirmer cependant qu'il en sera toujours ainsi quantitativement car les essais comparatifs, ainsi que nous l'avons fait remarquer plus haut, sont pratiquement irréalisables. Il pouvait y avoir entre les deux moteurs des différences dans les matériaux de construction et dans l'usinage. Mais nous sommes convaincu que les différences d'usure ne peuvent être entièrement fortuites et que l'usure est diminuée par l'emploi de l'huile d'olive.

INFLUENCE SUR LA PUISSANCE. — La comparaison des Tableaux A et B ne permet pas de tirer de conclusion quant à l'influence de la substitution de l'huile d'olive à l'huile minérale puisque les deux moteurs du banc n'étaient pas identiques (fig. 2).

Les essais furent donc exécutés sur le même moteur, leur durée étant de 4 heures. Les mesures étaient effectuées après la quatrième heure avec une erreur inférieure à 1,5 p. 100.

Le tableau D résume les résultats et permet de constater que la puissance avec l'huile d'olive est supérieure d'environ 11 p. 100 pour l'huile demi-fluide (qui correspond à peu près au type BB mobiloil); mais avec une huile fluide (correspondant à peu près à l'huile A mobiloil) la différence diminue et tombe à 2,75 p. 100. Avec une huile d'une viscosité encore plus rapprochée de celle de l'huile d'olive, la différence serait entrée dans les erreurs d'expériences.

TABLEAU D. — INFUENCE DE LA FLUIDITÉ.

Huile.	CONSOMMATION (KG) Essence.	Eau.	TEMPÉRATURE Ambiante.	De l'eau du radiateur.	De l'huile.	Puissance à 1 000 t/mn (ch).	Compression à 500 t/mn (kg/cm²).	Couple résistant à 1 000 t/mn (kgm).
Demi-fluide.	2,800	1,50	23	98,5	57	1,68	4,8	0,6
Olive. . . .	2,785	1,00	22,5	98	54	1,87	5	0,41
Fluide. . .	2,765	1,40	21,7	98	55,2	1,82	5	0,56

Nous attribuons la différence non pas à la nature de l'huile mais à sa viscosité.

Afin de vérifier cette manière de voir nous avons effectué des essais comparatifs avec une huile compound (mélange d'huile de grignons et d'huile minérale) dont nous sommes très satisfait, et l'huile de ricin, qui est notablement plus visqueuse (0,51 au lieu de 0,28 dynes cm² à 50°). Le gain de puissance quand on passe de l'huile de ricin à l'huile compound atteint 13,6 p. 100.

L'impression des automobilistes qui ont utilisé l'huile d'olive et qui ont dit que leurs moteurs étaient plus puissants, plus nerveux, plus allègres dans les côtes après cette substitution, était donc juste. Il convient cependant de remarquer que ce résultat s'atténue un peu par la suite, en raison de la variation rapide de viscosité de l'huile d'olive en cours de travail.

INFLUENCE SUR LE RENDEMENT. — La substitution de l'huile d'olive à l'huile minérale demi-fluide a provoqué un accroissement du rendement qui est passé de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

0,15 à 0,17. Cette amélioration s'atténue par la suite en raison de la variabilité de l'huile d'olive.

ÉTATS DE L'HUILE, DÉPOTS. — Après l'essai de 300 heures, l'huile d'olive était très noire et sirupeuse. Au fond du carter se trouvait un dépôt gélatineux mélangé de particules charbonneuses. Ces dépôts étaient nettement plus importants que sur le moteur qui avait été lubrifié à l'huile minérale; mais la comparaison était impossible du fait de la différence de consommation des deux moteurs. Cependant, les dépôts au cours de nos recherches ont toujours été plus abondants avec l'huile d'olive (pression ou grignons) qu'avec l'huile minérale.

EXPÉRIENCE SUR MOTEUR DE TRACTEUR. — L'huile de grignons fut utilisée pour la lubrification du moteur du banc d'essai n° 2 au cours d'un essai à pleine charge d'une durée de 100 heures sans vidange.

Cet essai eut lieu au cours de l'été 1933 (température assez élevée). En outre, le refroidissement du moteur laissa beaucoup à désirer à cause de l'entartrage des chemises et des tuyaux de circulation. Pour ces deux raisons, la température de l'huile dans le carter atteignit 65° à plusieurs reprises. Malgré ces circonstances défavorables, il ne se produisit aucun incident de graissage et aucune trace d'usure anormale.

Le tableau E résume les résultats de cet essai; on voit que la puissance a diminué (comme dans l'essai au banc n° 1) et que les consommations furent normales.

TABLEAU E. — HUILE DE GRIGNONS.

Essai de 100 heures sans vidange, moteur de tracteur.

Heures de marche.	Température ambiante.	Température de l'eau du radiateur.	Température de l'huile.	Puissance (ch).
—	—	—	—	—
12	27,1	82	56	30,5
27	28,7	99	61	29
37	31,3	85	60	28
60	26,3	90,5	61	30
66	28	85	61	30
70	23	80	58	30
80	32,4	99	62	29
95	25,4	72	55	28
100	26,6	75	57	27

Consommation horaire : en kilogrammes (moyenne de 100 heures).

Essence	9	soit environ	0,315	par cheval-heure.
Huile	0,15	—	0,005	—

Après essai, le moteur fut démonté : la chambre de combustion était peu encrassée; les soupapes étaient en bon état; toutes les articulations étaient serrées normalement; les segments étaient gommés dans le cylindre n° 1.

L'huile était noire et épaissie. La variation de sa viscosité est représentée sur la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

figure 11, la vitesse de cette variation (fig. 12) est comparée à celle de la même huile au banc n° 1. La densité de l'huile à 25° est passée de 0,907 à 0,962.

Dans le fond du carter se trouvait un dépôt gommeux assez important mélangé à de grosses particules charbonneuses de faible densité.

TENDANCE AU GOMMAGE DES SEGMENTS. — Des personnes qui utilisent l'huile d'olive dans leurs voitures ou leurs tracteurs nous ayant signalé que les segments gommaient, nous avons cherché à reproduire cet accident.

Des expériences nous ont amené à penser que le gommage des segments, quand on utilise l'huile d'olive, est provoqué par un échauffement anormal du piston. Cet accident, qui ne s'observe que sur certains types de moteur, sans doute insuffisamment refroidis, paraît de nature à entraîner le rejet de l'huile d'olive comme lubrifiant. Mais ce cas est relativement rare.

EFFET DU FROID. — L'influence du froid sur le comportement de l'huile d'olive a beaucoup préoccupé certains auteurs; de nombreux automobilistes qui en firent l'essai prirent la précaution de revenir à l'huile minérale en hiver; d'autres qui ne l'avaient pas fait furent surpris de n'avoir aucun accident même quand la température descendait au-dessous de zéro alors que le pays était couvert de neige, comme nous l'avons constaté à Tlemcen et en Kabylie. A la Station de Génie rural (située près de la mer) nous n'avons pu descendre au-dessous de 6°. A cette température tout se passe très bien.

Les résultats obtenus dans la pratique surprirent à tel point certaines personnes que l'on crut utile d'émettre une hypothèse : l'huile d'olive après avoir travaillé dans un moteur figerait moins facilement que neuve.

Nous avons déterminé la température de figeage par la méthode américaine du Bureau des Standards (A. S. T. M.) d'une huile de pression neuve et de la même huile après 300 heures de travail. Voici les résultats :

Figeage de l'huile neuve	— 11°
Figeage de la même huile après 300 heures.	— 1°

Ils montrent que cette hypothèse ne doit pas être retenue.

Au reste l'idée que l'huile d'olive doit être particulièrement sensible au froid provient d'un fait d'expérience courante : l'huile d'olive se trouble dans l'huilier quand le temps est froid; on a rarement l'occasion de voir l'huile minérale se troubler, d'abord parce qu'elle est moins exposée aux regards, ensuite, parce qu'elle ne se trouble pas en cours de figeage, mais conserve sa transparence et son brillant presque jusqu'au moment où elle est complètement prise. D'où l'illusion que l'huile d'olive est plus sensible au froid que l'huile minérale.

En fait, l'huile d'olive se trouble, à température encore relativement élevée, + 10°, à cause de la floculation des glycérides saturés, surtout représentés par la tripalmitine. L'impression défavorable qui en résulte n'est somme toute due qu'à un des éléments constituants qui ne représente guère que 25 p. 100 du mélange. *Malgré son aspect trompeur, l'huile d'olive est moins sensible au froid que bien des huiles minérales.*

Les mesures de viscosité à 11° nous ont donné les résultats suivants η :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

	(dynes/cm²)
Huile de grignons désacidifiée	1,48
Huile minérale demi-fluide	7,00
Huile minérale demi-épaisse	12,4

Nous compléterons ces indications par le tableau ci-dessous des températures de figeage (méthode du Bureau des Standards). Les déterminations furent faites par le Laboratoire de Chimie industrielle de la Faculté des Sciences d'Alger.

Caractéristiques des huiles utilisées.	Point de congélation. Méthode A. S. T. M.
Huile d'olive neuve	— 9°
Mobiloil BB	— 3°
Huile de grignons désacidifiée	— 5°
Mobiloil A	— 14°
Huile de pression « démargarinée »	— 14°

1° *Huile d'olive de pression* de 1re qualité, originaire de la région d'El-Affroun : congélation A. S. T. M., — 9°; acidité en SO^3 p. 100, 0,036; indice de réfraction à 23°, 1,4680; point d'inflammabilité Luchaire, supérieur à 250°.

2° *Huile de grignons désacidifiée* (par l'usine de production), originaire de la région de Bougie : congélation A. S. T. M., — 5°; acidité en SO^3 p. 100, 0,116; indice de réfraction à 23°, 1,4682; point d'inflammabilité Luchaire, supérieur à 250°.

3° *Huile minérale* demi-épaisse : congélation A. S. T. M., — 3°; acidité en SO^3 p. 100, 0,03; indice de réfraction à 23°, 1,4980; point d'inflammabilité Luchaire, 234°.

Par conséquent, il n'y a pas de raison pour que l'on risque plus d'accidents par le froid avec les huiles d'olive qu'avec les huiles minérales couramment employées.

Pour des régions très froides, on pourrait recourir à des huiles démargarinées (congélation, — 14°). Cependant, nos premiers essais de lubrification par l'huile démargarinée ne nous ont pas permis de tirer une conclusion car ils furent faussés; la difficulté pratique de démargariner l'huile dans nos pays nous a obligé à attendre le retour de l'hiver pour reprendre ces expériences qui sont actuellement en cours.

Théoriquement, la valeur de l'huile démargarinée peut en effet se discuter. Cette huile, quand le travail est soigneusement fait, est presque uniquement constituée par de la trioléine; elle est donc plus homogène que l'huile normale; or, M. Woog a montré, par des expériences extrêmement intéressantes sur le coincement, que la résistance mécanique de l'épilamen est fonction : *a*) de la grosseur des molécules; *b*) de l'homogénéité des volumes moléculaires.

Par contre, la molécule d'acide oléique a un défaut, qui provient presque d'un excès de qualité : elle présente dans sa chaîne une double liaison qui engendre un champ de forces qui perturbe le champ de force du carboxyle. D'après Langmuir, une telle molécule au lieu de rester dressée cintrerait sa chaîne.

En définitive, nous ne savons pas encore si l'huile démargarinée est aussi bonne pour le graissage que l'huile normale.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

INFLAMMABILITÉ. — Le risque de combustion, qui doit être pris en considération dans le graissage des moteurs, exige que le point d'inflammabilité de l'huile soit suffisamment haut.

On a vu précédemment que l'inflammabilité Luchaire est largement satisfaisante avec les huiles d'olive puisqu'elle est supérieure à celle des huiles minérales couramment employées.

CORROSION. — L'acidification de l'huile d'olive en cours de service est représentée sur la figure 8 relative à une huile d'olive de pression employée dans un petit moteur du banc d'essais n° 1. Cette acidification n'a pas été plus rapide au cours des essais sur moteur de tracteur.

L'acidité de l'huile d'olive (pression ou grignons) augmente rapidement pendant le travail. Le phénomène paraît être dû surtout à la libération des acides gras des glycérides; peut-être y a-t-il aussi production d'acides à poids moléculaires moins élevés. Nous laissons aux chimistes le soin d'éclairer la question. Pour nous, ce qui importe c'est de savoir si l'augmentation de l'acidité entraîne l'attaque des différents métaux utilisés dans la construction des moteurs.

L'examen des organes sur lesquels nous avons fait des essais de laboratoire, notamment après l'essai de 300 heures, alors que l'acidité s'était élevée jusqu'à 6°,5 d'acidité oléique, n'a jamais révélé d'attaque. Cependant l'essai de 300 heures avait duré près de trois mois.

L'épreuve n'ayant peut-être pas été assez longue, nous avons fait des essais de corrosion. Des éprouvettes furent prises dans des aciers, des fontes, des alliages d'aluminium, des bronzes et des antifrictions. Après polissage, ces éprouvettes furent immergées dans de l'huile d'olive ayant travaillé 300 heures et à 6°,5 d'acidité oléique. D'autres éprouvettes identiques furent conservées comme témoins; enfin, un troisième lot fut immergé dans de l'huile minérale d'auto correspondant à un parcours inférieur à 3.000 km.

Après 7.200 heures, les éprouvettes furent examinées. Les alliages d'aluminium et les bronzes avaient conservé leur poli absolument intact dans l'huile d'olive comme dans l'huile minérale.

Les fontes et aciers avaient perdu un peu de leur poli et présentaient de petites taches brunâtres et rousses, indices d'une oxydation très légère, et cela aussi bien dans l'huile minérale que dans l'huile d'olive.

Pour les antifrictions, la différence est nette : les échantillons qui sortaient de l'huile minérale avaient conservé tout leur poli; ils présentaient des reflets d'un bleu foncé; ceux qui provenaient de l'huile d'olive étaient mats et paraissaient, au microscope, couverts de très légères cloques.

Par conséquent seuls, à la longue, les antifrictions sont attaqués par les acides de l'huile d'olive, et à condition qu'elle soit relativement très acide. Dans la pratique, on ne marchera évidemment pas pendant 300 heures (soit 12.000 à 15.000 km) sans vidange. Par contre, le contact aura lieu à une température plus élevée qu'au laboratoire. Nous effectuons en ce moment des essais d'attaque d'antifrictions dans des conditions qui se rapprochent de celles du fonctionnement dans les moteurs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CONCLUSIONS

Ce qui se dégage de nos recherches c'est *l'instabilité* physique (densité, viscosité, point de congélation) et chimique (acidité) de l'huile d'olive en tant que lubrifiant des moteurs à explosion. L'huile minérale n'est pas non plus absolument stable, puisque son acidité et sa viscosité varient en cours de service, mais elle l'est plus que l'huile d'olive.

Un autre défaut de l'huile d'olive (grignons ou pression) est l'abondance des dépôts. *Cependant, en pratique, l'instabilité et les dépôts ne présentent pas un inconvénient sérieux.* En effet, personne n'aurait l'idée de faire tourner un moteur d'automobile pendant 300 heures sans vidange (soit sur 12.000 à 15.000 km), étant donné qu'avec des huiles minérales coûtant 10 fr le litre, on opère les vidanges tous les 2.000 à 3.000 km (soit toutes les 60 à 70 heures). D'ailleurs les fournisseurs d'huile minérale recommandent des vidanges encore plus fréquentes : tous les 700 km en hiver et tous les 1.500 km en été, et pour les tracteurs, toutes les 30 à 50 heures.

Si l'on se reporte aux résultats de nos essais, on voit que, pour des durées d'emploi aussi courtes, l'instabilité de l'huile, tant au point de vue de la viscosité que de l'acidité, n'est pas gênante. Quant aux dépôts, ils seront facilement éliminés par un rinçage d'une demi-heure à l'huile propre aussitôt après la vidange (on opérera toujours à chaud). Cette précaution, formellement spécifiée par les fournisseurs d'huiles minérales, sera peu coûteuse avec l'huile de grignons.

Dans ces conditions nous ne croyons pas que même l'attaque des antifrictions soit à prendre en considération. Sous réserves de nos recherches en cours, nous pensons pour le moment que cette attaque ne saurait se traduire que par une réduction de 1/10 de la durée d'un « resserrage » ce qui est un inconvénient insignifiant.

Nous estimons donc que l'on peut, sans danger, substituer l'huile de grignons d'olives pure à l'huile minérale. Il faut cependant :

1° que l'huile ne contienne pas de soufre;

2° que son acidité ne dépasse pas 0,6 (0,8 au maximum) degrés oléiques;

3° opérer les vidanges tous les 2.000 à 2.500 km pour les automobiles et toutes les 40 heures pour les tracteurs; vidanger à chaud et rincer le moteur à l'huile de grignons neuve pendant une demi-heure;

4° nettoyer le filtre de la pompe à huile tous les 500 km pour les voitures et chaque jour sur les tracteurs.

Dans ces conditions la marge de sécurité est considérable et la substitution se traduira, en général :

a) par une économie d'environ 65 p. 100 sur le graissage;

b) par un accroissement de puissance qui peut dépasser 10 p. 100;

c) par une réduction de l'usure;

d) par des démarrages plus aisés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'accroissement de puissance est insensible quand on utilisait primitivement une huile minérale à faible viscosité. Mais, dans ce cas, la substitution procure une plus grande sécurité et une réduction de l'usure.

Sur les moteurs où l'huile d'olive provoque le gommage rapide des segments, son emploi est à déconseiller car ce gommage entraîne : une chute de puissance; — des pompages d'huile; — une dilution exagérée; — des difficultés de démarrage. En outre, le gommage peut laisser filer les coups de feu le long des cylindres et supprimer ainsi toute possibilité de graissage, d'où une certitude de grippage à plus ou moins brève échéance.

***

Nous croyons devoir signaler le précieux concours que nous a apporté M. Isman, ingénieur de l'Institut agricole d'Algérie, ancien élève de la Faculté des Sciences d'Alger, chef de travaux de Génie rural. Il s'est montré, comme toujours, collaborateur dévoué et technicien habile; qu'il veuille bien recevoir ici nos vifs remerciements.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE DU 10 FÉVRIER 1934.

Présidence de M. ALBY, *président*.

La séance est ouverte à 17 h.

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

M. WIDEMANN (René, Victor), licencié ès sciences, ingénieur-chimiste, directeur des Services Usines à la Compagnie générale de Construction de Fours, 8, place des États-Unis, à Montrouge (Seine), 25, boulevard Jules-Sandeau, Paris (16e), présenté par M. Alby et M. Dubrisay (membre à vie);

M. LAMBERT-RIBOT (Alfred), (O. ✻), maître des requêtes honoraire au Conseil d'État, délégué général du Comité des Forges, 75, avenue Paul-Doumer, Paris (16e), présenté par Georges Risler.

M. ALBY, *président*. — J'ai le plaisir de vous annoncer la promotion au grade d'officier de la Légion d'honneur de notre collègue du Conseil, M. André WAHL, qui fait partie de notre Comité des Arts chimiques et qui est professeur du cours de chimie appliquée aux industries des matières colorantes, au blanchiment, à la teinture, à l'impression et aux apprêts.

Nous adressons à M. Wahl nos très vives félicitations.

M. ALBY, *président*. — La SOCIÉTÉ NOBEL FRANÇAISE nous a versé 400 francs. Nous l'en remercions très chaleureusement. Nous affecterons cette somme au chapitre de notre *Bulletin*, poste le plus chargé de notre budget.

M. CH. DE FRÉMINVILLE, *secrétaire général*, présente et analyse les ouvrages suivants, récemment entrés dans la *Bibliothèque* :

Corpus de musique marocaine publié sous la direction de M. Prosper RICARD. Fascicule II : *Musique et danses berbères du Pays Chleuh*. Études et notations musicales et chorégraphiques par Alexis CHOTTIN. (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.) Paris, Au Ménestrel, Heugel, éditeur, 2 *bis*, rue Vivienne (2e);

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Essai d'action sur la musique et le théâtre populaire marocains par le Service des Arts indigènes en 1928, par Prosper RICARD. (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). Rabat, Imprimerie nouvelle, rue de la Mamounia, 1928;

Les « visages » de la musique marocaine, par Alexis CHOTTIN. (Gouvernement chérifien. — Protectorat de la République française au Maroc. — Direction générale de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Antiqués. — Service des Arts indigènes.) Rabat, Imprimerie nouvelle, 1928;

Les arts marocains et leur révocation, par P. RICARD (ex *Revue d'Afrique*, nos 6 et 7, 1930). Bordeaux, Imprimerie Cadoret, 3, place Saint-Christoly, 1930;

PROTECTORAT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE AU MAROC. — DIRECTION GÉNÉRALE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE, DES BEAUX-ARTS ET DES ANTIQUITÉS. — *Services des Arts indigènes. Historique (1912-1930)*. (Publié à l'occasion de l'Exposition coloniale internationale de Paris);

Analyse des métaux et alliages ferreux. Méthodes recommandées par l'Association britannique de Recherches sur la fonte moulée (B. C. I. A. R.). Traduction de L.-J. GOUTTIER. Paris, Éditions de la « Revue de fonderie moderne », 15, rue Bleue (9e), 1933;

La Chambre de Commerce de Marseille. Son histoire, ses fondations, sa bibliothèque. Marseille, Société anonyme du Sémaphore de Marseille, 17-19, rue Venture, 1933.

M. Pierre MARIÉ, ancien président de la Société entomologique de France et de la Société de Pathologie végétale, fait une communication sur *Les réserves et parcs nationaux zoologiques et botaniques en France et à l'étranger*.

Que ce soit pour son plaisir ou pour satisfaire des besoins réels et justifiés, l'homme, sauf exception, reste le plus grand destructeur des richesses naturelles, parce que son action destructrice est continue et parce que ses besoins et ses moyens de destruction vont sans cesse en grandissant; ce sont surtout la flore et la faune, et en particulier les animaux supérieurs, qui souffrent de cette destruction. La conservation des êtres vivants n'intéresse pas seulement le touriste et le naturaliste : elle a aussi une portée pratique. On connaît les méfaits du déboisement, qui peut aller jusqu'à modifier complètement les conditions climatiques de toute une région et la rendre inhabitable; on connaît moins les méfaits qui peuvent résulter de l'extermination d'une espèce animale.

Comme dans le monde vivant tout est en équilibre, cet équilibre peut être rompu si on y change quoi que ce soit, et on ne peut en prédire les conséquences; ce peut être au détriment de l'homme; le déséquilibre n'apparaît souvent que quand il est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

trop tard pour le rétablir, en admettant que la chose soit possible. L'Amérique du Nord, où la civilisation a brusquement modifié les conditions naturelles, en est un exemple frappant : presque toutes les plantes cultivées originaires du vieux monde qui y ont été introduites souffrent de nombreux parasites propres au nouveau monde; on est à peu près sûr aujourd'hui que le fait est dû à ce que ces parasites, qui vivaient autrefois aux dépens des plantes sauvages, plus disséminées et plus résistantes au parasitisme que les plantes cultivées, et qui étaient aussi la proie d'animaux sauvages, aujourd'hui disparus, trouvent maintenant des conditions d'existence plus favorables qu'autrefois et peuvent par suite se multiplier sans limite.

C'est Ruskin qui a jeté le premier cri d'alarme; il ne se plaçait qu'au point de vue esthétique. C'est seulement depuis peu qu'on s'est rendu compte de la nécessité de créer des réserves où l'homme ne détruira ni la faune ni la flore, où les conditions naturelles seront respectées et où l'équilibre vital entre les espèces animales et végétales pourra se conserver ou se rétablir.

Il existe aujourd'hui, pour s'occuper de la création et de l'organisation de ces réserves, un organisme international permanent qui est en même temps un centre de documentation; il a été créé en 1931, par le 2nd Congrès international pour la Protection de la Nature, réuni à Paris au Muséum national d'Histoire naturelle, sous la présidence de M. Albert Lebrun, alors président du Sénat. Tous les grands états y étaient représentés. Le 1er Congrès, réuni à Paris en 1923, sous la présidence de M. L. Mangin, n'avait posé que le problème et n'avait pu aboutir à des résultats pratiques. On sait aujourd'hui à quelles conditions doit satisfaire une réserve pour fournir le résultat attendu. L'expérience de quelques années a suffi pour montrer que, quand ces conditions sont satisfaites, la végétation repart avec une vigueur extraordinaire et que la région protégée tend rapidement vers son équilibre vital. De plus, on peut suivre, pas à pas, l'évolution des êtres qui vivent dans la réserve et en déduire des conclusions pour orienter les travaux futurs.

M. P. Marié indique quelles sont ces conditions, le degré de protection réalisé (elle peut être totale ou partielle), énumère et décrit les parcs nationaux créés dans les différents pays et constitués en réserves botaniques et zoologiques.

Le premier parc national a été créé par les Américains et c'est aux États-Unis que, tout d'abord, le mouvement a pris le plus d'ampleur : les Américains du Nord n'ont pas d'histoire, donc pas de monuments historiques à conserver; or, comme tout homme désire garder des souvenirs du passé, les Américains ont tenu à conserver les beautés naturelles, les seules dont ils disposaient. Dès 1872, ils créaient le grand parc national de Yellowstone. Aujourd'hui les États-Unis ont six grands parcs nationaux, couvrant ensemble 70×10^6 ha, et disposant d'un crédit de 35 millions; on y compte en outre 2 500 000 ha de réserves créées par les différents états de l'Union.

Il semble d'ailleurs que, dans plusieurs pays, on partage maintenant la manière de voir des Américains, car on se propose de classer les sites naturels et les réserves zoologiques et botaniques dans les monuments historiques et d'en confier la conservation au même service d'État ou à un service qui dépende de celui des monuments historiques.

La tâche était facile aux États-Unis, au Canada (actuellement 3×10^6 ha de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

réserves) et dans les pays neufs [Alaska, Nouvelle-Zélande, Union sud-africaine (Parc Kruger, le plus grand du monde, 2 200 000 ha) Australie] ou presque déserts comme certaines parties de la Suède; elle l'était beaucoup moins dans les vieux pays d'Europe et au Japon; très densément peuplés, faute de grands espaces encore libres. Elle n'y fut d'ailleurs entreprise que beaucoup plus tard. Néanmoins, l'Angleterre a pu créer 300 réserves, l'Allemagne 300 aussi, l'Italie 3 grands parcs, la Suisse un grand parc, la Hollande, l'Autriche, la Pologne, la Tchécoslovaquie et la Finlande, des réserves ou des parcs assez nombreux.

De petits pays très peuplés, comme la Belgique et la Hollande, ont pu, par contre, créer assez aisément des parcs immenses dans leurs colonies (Parc Albert, au Congo belge, de 200 000 ha, disposant d'un crédit de 300 000 fr; réserve de Lorentz, de 525 000 ha, aux Indes néerlandaises, et 70 autres réserves à Java, à Sumatra et en Nouvelle-Guinée).

De même, la France a créé récemment des réserves importantes dans ses grandes colonies d'Afrique, à Madagascar et en Indochine. Il était d'ailleurs grand temps et l'œuvre a besoin d'être parachevée; mais la France métropolitaine est restée bien en retard dans ce mouvement. Elle ne dispose actuellement que de quatre réserves : 1° celle de Camargue, avec l'étang de Vaccarès, soit 18 000 ha, concédée en 1926, par la Société Alais, Froges et Camargue, propriétaire, au Muséum, qui l'administre; — 2° le Parc du Pelvoux (13 000 ha) surveillé par le Service des Eaux et Forêts, mais qui ne couvre guère que de hautes cimes, dénudées, où les bêtes sauvages, ne trouvant aucune nourriture en hiver, viennent se faire massacrer à cette époque dans le fond des vallées; — 3° la Réserve des Castors du Rhône, dans toute la vallée du fleuve comprise entre son confluent avec l'Ardèche et la Durance; — 4° la Réserve ornithologique des Sept-Iles, au large des Côtes-du-Nord, créée en 1912.

M. P. Marié propose de créer un parc nouveau, celui du Lauzanier, près de Larche, dans les Basses-Alpes; il comprendrait les vallées d'un affluent et d'un sous-affluent de l'Ubaye, jusqu'aux crêtes environnantes inclusivement.

La flore, surtout alpine, et la faune y sont extrêmement riches; la région est pittoresque; les deux vallées présentent une série de petits lacs étagés, séparés par des cascades qui limitent des zones de caractères différents. Enfin, la population est très favorable à la création de ce parc national : M. Marié a pu obtenir des deux communes et des sept particuliers, propriétaires du terrain, un droit d'option pour sa location ou son achat, ce qui permettrait de l'acquérir pour le prix relativement bas de 1,5 million. Il a bon espoir, malgré les difficultés de l'heure présente, de trouver en temps voulu, auprès de divers organismes ou de particuliers de bonne volonté, les fonds nécessaires à cet achat.

E. L.

M. Alby, *président*. — Je remercie M. Pierre Marié de la très belle conférence qu'il vient de nous faire. J'espère qu'il voudra bien nous donner un texte reproduisant de façon détaillée toutes les choses extrêmement intéressantes qu'il vient de nous dire; c'est avec le plus grand plaisir que nous le publierons dans notre *Bulletin*. Malheureusement, nous ne pourrons pas,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

faute de fonds, y insérer toutes les très belles et nombreuses photographies qu'il a projetées devant nous; nous espérons néanmoins que cette publication contribuera à l'aider dans la tâche qu'il a entreprise : doter notre pays d'un parc vraiment national; nous lui souhaitons une prompte et complète réussite.

La séance est levée à 18 h. 45 m.

SÉANCE PUBLIQUE DU 24 FÉVRIER 1934.

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

La séance est ouverte à 17 h.

Est présenté pour devenir membre de la Société et admis séance tenante :

M. JOSSIER (Henri), Ingénieur des Arts et Manufactures, membre de la Chambre de Commerce de Paris, président de la Chambre syndicale des Cuirs et Peaux de Paris, tanneur, fabricant de cuirs vernis et de cuirs teints, 19, rue Béranger, Paris (3e), présenté par M. Lœbnitz.

M. ALBY, *président.* — Je crois devoir vous signaler que M. Henri Jossier est le fils de notre regretté collègue du Conseil, décédé récemment. Il a été le collaborateur et le successeur de son père, non seulement dans son industrie mais dans les postes où l'a porté la confiance de ses collègues exerçant la même industrie. Nous lui souhaitons la bienvenue.

M. ALBY, *président.* — J'ai le plaisir de vous annoncer que les ÉTABLISSEMENTS KUHLMANN nous ont adressé 1.400 fr pour nous aider à la publication de notre *Bulletin.* Nous les remercions très vivement de leur générosité. Il convient de rappeler que déjà, en décembre dernier et pour le même objet, cette très vieille maison française, dont nous récompensons tous les ans de nombreux serviteurs, ouvriers et contremaîtres, et qui est elle-même lauréat de notre Société, nous avait versé 880 fr en payant sa cotisation pour l'année 1934.

M. CH. DE FRÉMINVILLE, *secrétaire général*, présente et analyse quelques ouvrages entrés récemment dans la Bibliothèque.

Bibliothèque de Madame G. Whitney Hoff. Catalogue des manuscrits, incunables, éditions rares, reliures anciennes et modernes. Tomes I et II. Paris,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Léon Gruel, 418, rue Saint-Honoré (8e), 1933. (Don de Madame G. Whitney Hoff);

Exposition des Arts et Industries textiles et des Tissus (15 octobre 1933-30 novembre 1933). Catalogue. Paris, Conservatoire national des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin (3e);

Principes fondamentaux de la technique du graissage. Calcul et forme à donner aux pièces frottantes de machines pour assurer leur graissage parfait. Traité et manuel destiné aux constructeurs, chefs d'ateliers, fabricants et aux établissements supérieurs d'enseignement technique, par Érich FALZ. Traduit sur la 2e édition allemande, entièrement revue et corrigée par A. DE RIVA-BERNI. Paris, Librairie Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères (6e), 1933. (Don du *Génie civil*);

Kunstharzpressstoffe. Eigenschaften, Verarbeitung und Anwendung, von Walter MEHDORN. Berlin, NW7, VDI-Verlag G.m.b.H., 1934. (Don du *Génie civil*);

La grande révolution qui vient..., par Jacques DUBOIN. Paris, Les Éditions nouvelles, 16, rue de la Sorbonne (5e). (Don de l'auteur);

Compte rendu du 5e Congrès du Chauffage et de la Ventilation des Bâtiments habités. Paris, 22-23-24 juin 1933. Paris, Chaleur et Industrie, 5, rue Michel-Ange (16e);

Les ressources minérales de la France d'outre-mer, t. II : *Le fer, le manganèse, le chrome, le nickel, l'étain, le tungstène, le graphite, le glucinium, le molybdène, le cobalt, le titane, le vanadium* (Publications du Bureau d'Études géologiques et minières coloniales). Paris, Société d'Éditions géographiques, maritimes et coloniales, 17, rue Jacob (6e), 1934;

Aide-mémoire de chimie appliquée, par D. SIDERSKY. Paris, Librairie Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères (6e), 1934;

Sur l'emploi de verres propres à réduire l'éblouissement produit par les projecteurs d'automobiles, par Alfred MONNIER et Marcel MOUTON (ex *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 29 mai 1933). Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e).

M. Robert GIBRAT, Ingénieur au Corps des Mines, ingénieur-conseil de la Société générale d'Entreprises, fait une communication sur les *Études expérimentales et théoriques sur un procédé d'analyse, sans fouille, de la corrosion des canalisations souterraines : Le dispositif différentiel Schlumberger pour la mesure des différences secondes du potentiel sur le sol; Résultats obtenus dans des essais expérimentaux précis; Application de la résolution des problèmes mathématiques soulevés par cette question à la théorie générale des équations intégrales singulières; Étude d'un cas concret où coexistent des câbles*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'électricité à haute tension, à basse tension, des canalisations de gaz, d'eau, téléphoniques, etc.

Le conférencier rappelle brièvement les faits et les théories qu'il a déjà exposés dans différents articles (Rapport à la VII[e] Assemblée générale technique de l'Union des Voies ferrées et des Transports automobiles des 11 et 18 juin 1933; — *Revue générale de l'Électricité* des 17 et 24 février 1934; — *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* des 18 et 25 décembre 1933.)

Il illustre ses démonstrations de clichés, et présente l'appareil dû à sa collaboration avec M. Schlumberger (Société de Prospection électrique), qu'il a utilisé dans ses études.

La corrosion des pièces métalliques est due aux ruptures d'équilibre ionique qui se produisent quand on plonge une pièce métallique dans un liquide conducteur. Cette pièce émet des ions positifs et se charge négativement; en principe, les ions positifs sont retenus par la charge négative de celle-ci.

La corrosion a donc lieu dans les cas suivants :

a) cas de l'eau agitée entraînant mécaniquement des ions; eau aérée avec précipitation des ions à l'état d'oxyde, sol acide, basique ou salin entraînant un déplacement des ions;

b) cas de la formation d'une pile ordinaire lorsqu'une pièce mécanique formée de deux parties de nature différente est enfouie dans le sol (corrosion de la fonte ou du laiton, par exemple);

c) cas de la formation d'une pile de concentration lorsque le tuyau métallique plonge dans des sols de nature différente;

d) cas de l'électrolyse quand le tuyau reçoit des courants extérieurs dans une région jouant le rôle de cathode et les restitue dans une région jouant le rôle d'anode.

Ce dernier cas correspond aux courants vagabonds dus aux installations à courant continu, et les trois premiers cas constituent ce que l'on peut appeler la corrosion « auto-galvanique »; les phénomènes électriques qui les accompagnent ne sont plus la cause, mais la conséquence de la corrosion.

Jusqu'ici, on paraissait admettre que la corrosion autogalvanique est, en général, importante seulement pour les très longues conduites; c'est le cas, par exemple, des pipe-lines qui traversent des sols de nature très différente, et sur lesquels viennent s'ajouter les effets des courants telluriques naturels.

L'électrolyse par courant de traction a déjà fait l'objet d'études théoriques fort intéressantes, en particulier de la part des Américains, du Bureau of Standards. Ces études ont été complétées par la Commission suisse de Corrosion, mais il semble qu'on n'ait pas voulu aller jusqu'au bout des idées théoriques et qu'on ait reculé devant la nécessité de formuler complètement le problème.

Il y a 4 inconnues : 2 potentiels et 2 intensités, puisqu'on doit considérer les rails et les canalisations.

A priori donc, le problème, dans son cas le plus schématique — celui qui peut permettre d'en comprendre la réalité, sinon d'en tirer des conséquences numériques — dépend de la solution de 4 équations différentielles, linéaires, et dont les conditions limites sont fixées par la façon dont les courants de retour sont ramenés à la sous-station.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'intérêt des calculs que M. Gibrat poursuit réside surtout dans la possibilité de formuler des raisonnements clairs et précis sur les moyens de protection proposés jusqu'ici d'une part, et sur les mesures faites par les anciens expérimentateurs d'autre part. En particulier, on peut s'expliquer les très curieuses contradictions résultant des expériences du Professeur polonais M. Podoski sur les coefficients de passage entre le rail et la canalisation. On peut montrer que ces contradictions sont dues, non pas au problème lui-même, mais à l'oubli, dans l'interprétation des mesures, d'un paramètre fondamental : la longueur du parallélisme. Cela permet de prendre position dans la vieille querelle, soulevée encore récemment au Comité mixte international pour la Protection des Lignes de Communication à longue Distance, sur le choix du critérium d'une installation : soit la chute de potentiel par kilomètre, soit la différence de potentiel entre rail et canalisation.

Toute la suite des études de M. Gibrat montre que cette discussion est vaine et qu'aucune de ces deux grandeurs n'est liée directement au problème de l'électrolyse. En effet, l'électrolyse est due à un déplacement d'ions (loi de Faraday). Il faut donc pouvoir mesurer directement le courant d'échange entre la canalisation et le sol, et toute autre mesure est beaucoup trop éloignée de cette quantité pour qu'on puisse tenter de les relier. Nos connaissances sur le mécanisme de l'électrolyse sont encore trop vagues pour qu'on puisse mesurer autre chose que la corrosion elle-même. M. Gibrat a, d'ailleurs, au début de son exposé, donné quelques exemples des approximations qu'on est obligé de faire quand on veut essayer ce passage d'un phénomène annexe au phénomène principal. Aussi M. Gibrat, en collaboration étroite avec la Compagnie générale de Géophysique, s'est-il attaché à utiliser le dispositif différentiel inventé par M. Schlumberger. Il a procédé à des essais très minutieux pour connaître la limite de précision de cet appareil, essais relatés en particulier dans une publication du Comité mixte international pour la Protection des Lignes de Communication à longue Distance; il pense, avec ce dispositif, ne pas faire d'erreurs supérieures à 1 ou 2 p. 100.

M. Gibrat a eu l'occasion, à Roubaix, grâce à la collaboration précieuse des sociétés de production et de distribution d'électricité (Énergie électrique du Nord de la France et Société roubaisienne d'Éclairage par le Gaz et l'Électricité) d'une part, et d'autre part de la société de traction intéressée : « l'Électrique Lille-Roubaix Tourcoing », de procéder à des études pratiques très étendues dont il rend compte rapidement. Celles-ci l'ont amené à la conclusion que les courants autogalvaniques, dans le cas où les réseaux de tramways étaient très bien entretenus et où les rails étaient le plus possible reliés entre eux par la soudure à l'alumino-thermie, avaient une action souvent beaucoup plus importante que celle des courants vagabonds. De cette façon, il renverse le rôle traditionnel que l'on faisait jouer, dans le problème d'électrolyse, aux différentes causes de ruptures d'équilibre ionique existant entre le métal et le sol. Récemment, au contraire, lors d'une expérience sur laquelle il ne peut s'étendre, il a eu l'occasion d'observer des effets de courants vagabonds extrêmement nets, et vis-à-vis desquels les actions autogalvaniques étaient négligeables; les connexions entre rails étaient, il est vrai, très sommaires et les feeders de retour presque inexistants.

En résumé, M. Gibrat a cherché à montrer que l'on peut traiter scientifiquement le problème de l'électrolyse qui, depuis si longtemps, restait un cauchemar pour les exploitants utilisant des canalisations souterraines. On peut espérer que, grâce à ces

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

travaux et au dispositif différentiel, la plupart des difficultés soulevées par les installations à courant continu pourront disparaître, et cela en causant le minimum de dépenses, soit pour ceux qui corrodent, soit pour ceux qui sont corrodés.

M. Gibrat donne un aperçu très rapide des théories mathématiques qu'il a été obligé de faire pour interpréter les résultats expérimentaux, théories qu'il a exposées d'ailleurs à l'Académie des Sciences, et qui jettent un jour assez curieux sur le rôle des fonctions continues en tous points, et cependant n'ayant de dérivée nulle part en physique expérimentale.

M. Alby, *président*. — J'adresse nos très vifs remerciements à M. Gibrat pour la très intéressante communication qu'il vient de nous faire et je le félicite des résultats remarquables qu'il a obtenus dans l'application de la méthode qu'il nous a exposée. J'espère qu'il voudra bien nous donner, pour notre *Bulletin*, le texte de sa communication.

La séance est levée à 18 h. 45 m.

BIBLIOGRAPHIE

Résolution pratique des problèmes de discontinuité de fonctionnement dans les installations de chauffage central, par MM. André Nessi, Ingénieur des Arts et Manufactures, et Léon Nisolle, Ingénieur des Arts et Manufactures, répétiteur du cours de machines thermiques à l'École centrale de Paris. Un vol. 27×19 cm, IX + 137 p.; 61 fig., Dunod, éd., 92, rue Bonaparte (6e). Paris, 1933.

Index : 697-31

Poursuivant leurs précédentes études, MM. Nessi et Nisolle publient maintenant un volume consacré à la résolution pratique des problèmes que pose le projet d'établissement d'un vaste chauffage central.

C'est là une question difficile, entraînant à des calculs fort compliqués et passablement aléatoires. Les auteurs reconnaissent eux-mêmes que « les résultats d'une étude théorique *a priori* ne peuvent fournir qu'un schéma plus ou moins précis des phénomènes réels ».

Le point de départ est la notion de ce qu'ils appellent la fonction d'influence de flux. Pour chaque mur de chaque salle, cette fonction est le flux de chaleur traversant ce mur quand l'une des faces est maintenue à la température *zéro* et l'autre à la température *un*. On en déduit le flux correspondant à des températures quelconques de ces parois; puis l'on fait la somme des flux correspondant à toutes les parois, y compris le plancher et le plafond. Il suffit alors de connaître le flux de chaleur provenant des radiateurs pour être en mesure d'évaluer le bilan thermique qui détermine, en fonction du temps, la température de la salle.

Les calculs sont facilités par l'emploi d'appareils graphomécaniques fort ingénieux. L'ouvrage se termine par des indications concernant notamment la meilleure manière d'utiliser une installation existante.

C'est la première fois, croyons-nous, que le sujet de ce livre est abordé avec un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

esprit vraiment scientifique. Concluons donc avec M. Léon Guillet, membre de l'Institut, auteur de la préface, que les méthodes de MM. Nessi et Nisolle sont appelées à se répandre dans le monde entier en rendant les plus grands services aux techniciens spécialisés.

L. LECORNU.

Aide-mémoire de chimie appliquée, par D. SIDERSKY, Ingénieur-chimiste. Un vol. 12 × 18 cm, rel. toile, de XXVIII + 982 p., fig. Librairie polytechnique Ch. Béranger éd., 15, rue des Saints-Pères (6e). Paris. 1934. Prix : 180 fr. Index : 66 (08)

L'aide-mémoire de M. Sidersky débute par un chapitre consacré aux mathématiques, puis continué par un exposé du système métrique et des poids et mesures de divers pays. Viennent ensuite les chapitres consacrés aux différentes constantes et propriétés des corps : poids atomiques, formules, solubilité, densité, propriétés physiques. L'auteur a classé les corps de la chimie minérale par ordre alphabétique, et, innovation qui sera d'un grand secours, il énumère les principaux composés en français, anglais et allemand. Il a également constitué, à la fin de son volume, un petit vocabulaire technique en trois langues qui sera très utile.

Les trois chapitres suivants sont consacrés aux caractères analytiques des composés minéraux et organiques et aux facteurs pour le calcul des analyses. Il termine par une importante bibliographie de chimie analytique, qui énumère, outre les ouvrages généraux, les traités particuliers à chaque industrie.

L'auteur a ensuite consacré plusieurs chapitres de son ouvrage aux données physiques qui sont devenues d'un emploi courant dans toutes les branches de la chimie appliquée et qui permettent au technicien, l'utilisation des mesures et des contrôles. Cette première partie se termine par une étude des combustibles.

La seconde partie du livre constitue une véritable encyclopédie chimique. C'est ainsi qu'après avoir, dans un court chapitre, exposé la renaissance et la situation actuelle de l'industrie chimique, l'auteur traite successivement des principales synthèses organiques, des progrès réalisés dans la métallurgie et dans l'industrie du verre. Il consacre ensuite un chapitre sur les principaux documents agricoles, un autre sur les matières alimentaires. Puis, deux chapitres de caractère essentiellement pratique : installation d'un laboratoire industriel et préparation des liqueurs titrées, précédant un important chapitre consacré à la minéralogie.

La fin de l'ouvrage comprend uniquement des données économiques et juridiques. Tout d'abord, une table donne, pour les principales villes du monde, en même temps que la position géographique, le coefficient de la pesanteur. Puis M. Sidersky expose les principes de la législation concernant les brevets d'invention, ce qui intéresse au plus haut point les chimistes industriels, et leur épargnera des recherches.

L'ouvrage se termine par l'exposé de documents législatifs concernant les établissements dangereux, insalubres ou incommodes et les mesures d'hygiène prescrites dans l'industrie chimique.

Ce très intéressant ouvrage réunit, on le voit, une somme considérable de documents, qu'on ne trouve pas réunis dans les ouvrages similaires parus jusqu'à présent. M. Sidersky le destine aux chimistes industriels. Il va sans dire que les travailleurs de laboratoire y puiseront, eux aussi, de précieux renseignements, et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que ce volume, de format commode et solidement relié, fera partie de la bibliothèque courante du laboratoire.

A. TRILLAT.

Les récepteurs radiophoniques modernes à la portée de tous. Montage expliqué en détail, Utilisation, Réglage, Entretien, par Franck DUROQUIER. Un vol. 25 × 11 cm, de 191 p., 138 fig., Masson et Cie, édit., Paris, 1933, Prix : br. 24 fr.
Index : 621.396

Cet ouvrage est écrit pour des amateurs désireux de construire eux-mêmes des postes de réception en utilisant des pièces détachées qu'ils peuvent trouver dans le commerce.

Après avoir condensé dans les premiers chapitres quelques conseils pratiques à l'usage des personnes non initiées, l'auteur donne la description de six-sept types de postes d'importance croissante, allant du poste à galène au superhétérodyne. Les descriptions sont accompagnées de schémas de montage et de la désignation des valeurs numériques de tous les éléments à employer.

R. MESNY.

Les ressources minérales de la France d'outre-mer. Tome I : **Le charbon.** — Publications du Bureau d'Études géologiques et minières coloniales. Un vol. br. (24 × 16 cm), de 244 p., 33 fig. Société d'Éditions géographiques, maritimes et coloniales, édit., 17, rue Jacob, Paris (6e), 1933. Prix br. 24 fr.
Index : 622.3 : 325.3 (44)

Le Bureau d'Études géologiques et minières coloniales a publié dans ce volume un ensemble de conférences de MM. BLONDEL, CLARIOND et GUILLEMOT, sur la géologie et les ressources minières de la France d'Outre-Mer, en ce qui concerne le charbon.

Ces études rassemblent d'une façon magistrale tout ce qui peut être dit, du triple point de vue géologique, minier et économique, au sujet des richesses houillères de nos colonies. Elles intéresseront le grand public tout autant que les spécialistes.

Et d'abord, quelle est l'importance de ces richesses houillères, souvent considérées comme inexistantes ou négligeables en dehors des gisements du Tonkin ? Ces richesses sont assurément très limitées. Ce sont :

En Afrique du Nord, les deux gisements de Kenadza sur les confins sahariens, et de Djérada au Maroc.

A Madagascar, le bassin charbonnier de la Sakoa, dans le Sud-Ouest de l'Ile.

Rien encore dans l'immense ensemble A. O. F. et A. E. F., à vrai dire assez mal connu encore au point de vue minier.

Pour l'Indochine, l'étude de M. Blondel constitue une documentation très poussée, complétée par une abondante bibliographie, des caractéristiques géologiques et minières des divers gisements actuellement reconnus tant au Tonkin qu'en Annam. Il s'y ajoute l'historique de leur exploitation et de leur situation économique actuelle. On appréciera tout particulièrement les nombreuses statistiques, non seulement indochinoises, mais encore relatives au marché d'Extrême-Orient, qui achèvent cette étude.

Le bassin houiller du Sud-Ouest de Madagascar, décrit également par M. Blondel,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

est maintenant suffisamment connu pour qu'on ne puisse douter de l'importance des gisements et de leur qualité. Il est susceptible de prendre dans l'avenir, quand l'exploitation en aura été rendue possible par la construction d'un chemin de fer d'évacuation, une place non négligeable dans le marché du charbon de l'Océan Indien.

Les ressources houillères de l'Afrique du Nord importent davantage au marché français. L'analyse de M. Clariond, partisan convaincu de la valeur des réserves de charbon de notre Afrique du Nord, nous fait parcourir de la façon la plus intéressante les nombreux indices houillers de la Tunisie, de l'Algérie et du Maroc, indices malheureusement trop rarement suivis de réalités substantielles. Deux gisements toutefois retiennent l'attention.

Dans le Sud Algérien, se trouve le bassin carbonifère du Guir, très peu étudié jusqu'ici, auquel se rattache celui de Tindeuf, moins connu encore. L'exploitation de Kenadza, près de Colomb-Béchar, autorise toutefois des espoirs sérieux qui justifieraient la mise en œuvre d'un programme hardi de reconnaissance.

Dans le Maroc oriental, le gisement de Djérada, à 100 km seulement du port de Nemours, est dès maintenant en cours d'équipement en vue d'une production annuelle de 200.000 t d'anthracite.

Au total, il apparaît bien que la France n'a pas à compter sur ses colonies — en dehors peut-être des anthracites indochinois et marocains — pour combler son déficit de production en charbon. Les richesses houillères de nos colonies ne sont toutefois pas négligeables; elles constituent dès maintenant, et davantage dans l'avenir, un élément appréciable de leur prospérité. M. L.

Les ressources minérales de la France d'outre-mer. Tome II : **Le fer, le manganèse, le chrome, le nickel, l'étain, le tungstène, le graphite, le glucinium, le molybdène, le cobalt, le titane, le vanadium.** Un vol. br. (24 × 16 cm) de 436 p., 59 fig. Société d'Éditions géographiques, maritimes et coloniales, édit., 17, rue Jacob, Paris (6e). 1934. Prix : br. 36 fr. Index : 553. 3-4 : 325. 3 (44)

Le tome II d'un volume appartenant à une série d'ouvrages devant composer la collection des *Ressources minérales de la France d'Outre-mer* vient de paraître.

Dans ce deuxième tome, sont étudiés les différents métaux ou substances minérales intéressant la sidérurgie : le fer, le manganèse, le chrome, le nickel, l'étain, le tungstène, le graphite, le glucinium, le molybdène, le cobalt, le titane, le vanadium. Chacun de ces métaux est traité par une personnalité éminemment qualifiée pour guider :

le *prospecteur*, dans la recherche des minerais grâce à l'étude de leurs caractères, des formes sous lesquelles ils sont généralement rencontrés, des terrains où ils doivent être plus spécialement prospectés;

le *mineur*, qui trouvera une description des gisements dans les colonies françaises et des principaux gîtes mondiaux, ainsi que les méthodes d'exploitation particulières à chaque type de minerai ou à chaque grand groupe de région ou de climat;

le *métallurgiste*, auquel sont rappelés les divers traitements et emplois des métaux.

Enfin, les données statistiques sur la production et la consommation mondiales, sur les cours et les marchés, seront d'une grande utilité pratique pour tous ceux qui sont intéressés, directement ou indirectement, à l'industrie et aux mouvements commerciaux de ces différents métaux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Chaque chapitre reproduit les grandes lignes d'une conférence faite, par son auteur, au Muséum d'Histoire naturelle. Parmi les conférenciers groupés sous le haut patronage de M. A. Lacroix, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, nous citerons avec M. le Prof. A. Lacroix lui-même, MM. L. Guillet, Painvin, Léop. Weill, Glasser, Bétier, Neltner, Bevillard et F. Blondel.

Le Bureau d'Études géologiques et minières coloniales se propose de faire paraître, dans le courant de l'année 1934, les tomes III et IV de la même série.

Le tome III sera consacré aux métaux et minéraux non employés spécialement en sidérurgie : le cuivre, l'or, le zinc, le plomb, l'argent, le mica, les pierres précieuses et les minéraux radio-actifs. Le tome IV sera entièrement réservé à l'étude des phosphates.

Ultérieurement, un volume intitulé : *Introduction aux études minières coloniales*, réunira un certain nombre de conférences faites soit au cours de l'hiver 1932-1933, soit pendant l'hiver 1933-1934. Ces conférences ont trait : aux grands types de terrains et de gisements; aux différentes méthodes de prospection et à l'étude microscopique des minéraux. Les méthodes de transport aux colonies et les relations entre la métropole et les territoires français d'outre-mer feront également l'objet de chapitres particuliers, ainsi que l'organisation d'une mission minière, les relations avec les indigènes et l'hygiène des installations minières et des chantiers coloniaux.

F. BLONDEL.

Bibliothèque de Mme G. Whitney Hoff. Catalogue des manuscrits, incunables, éditions rares, reliures anciennes et modernes. 2 vol. in-4° de x-127 et 156 pages et CXXXII pl. Paris, 1933, Léon Gruel. Index : 017 : 093 + 095

La bibliothèque de Mme Whitney Hoff, à Paris, est une des plus belles et des plus intéressantes collections privées. Le texte, l'illustration, la reliure, la provenance des livres qui la composent en font d'admirables spécimens.

Mme Whitney Hoff a tenu à faire connaître aux bibliophiles et aux érudits, par une publication de grand luxe, les trésors qu'elle a rassemblés. Elle a confié à MM. Boinet et Gruel la préparation d'un magnifique catalogue, dont elle a bien voulu offrir un exemplaire à la bibliothèque de notre Société.

Vu l'impossibilité de donner un aperçu, si réduit qu'il soit, des richesses énumérées dans ce catalogue, nous citerons seulement trois incunables : la *Bible* en allemand, imprimée en 1483 à Nuremberg; *Les Heures* de Thielmann Kerver, publiées vers 1497, et le *Compost et Kalendrier* de Bergiers de Guy Marchant, de 1493.

La magnifique collection de reliures représente, depuis le XV^e^ siècle jusqu'au début du XX^e^, la série de ces enveloppes qui donnent un si grand charme aux livres, enveloppes souvent aussi précieuses, au point de vue de l'art, que ce qu'elles protègent, parfois même plus précieuses. Des planches du catalogue en reproduisent de très nombreux spécimens.

La provenance de certains ouvrages leur donne un intérêt spécial : c'est ainsi que toute une série provient des bibliothèques des souverains français, depuis François I^er^ jusqu'à Napoléon III. Celles de nombreux souverains étrangers et de nombreux personnages illustres sont également représentées.

Mention doit être faite des livres ayant appartenu à des femmes; la liste en est longue; nous en citerons quelques-unes, un peu au hasard : Mme de Maintenon,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la duchesse de Montpensier (dite la Grande Mademoiselle), Mme de Montespan, la marquise de Pompadour, la comtesse du Barry, Mme du Deffand, Mlle Clairon, Mlle Mars.

Le catalogue lui-même tient dignement sa place à côté des merveilles qu'il décrit. Papier, typographie, illustration y sont de tout premier ordre. On ne saurait trop féliciter Mme Whitney Hoff, après avoir formé sa magnifique collection, d'en avoir publié cette belle description.

Tous les bibliophiles ont appris avec satisfaction la récente promotion de Mme Whitney Hoff dans l'ordre de la Légion d'Honneur, où la rosette d'officier lui a été conférée. Notre société la prie d'agréer ses félicitations à ce sujet, ainsi que ses remerciements pour le don de son catalogue, preuve de l'intérêt qu'elle lui porte. Nous sommes heureux de la compter parmi les bienfaiteurs de notre bibliothèque. ED. SAUVAGE.

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE EN FÉVRIER 1934.

Les ressources minérales de la France d'outre-mer. T. II. **Le fer, le manganèse, le chrome, le nickel, l'étain, le tungstène, le graphite, le glucinium, le molybdène, le cobalt, le titane, le vanadium.** (Publications du Bureau d'Études géologiques et minières coloniales). In-8 (25 × 16) de 436 p., 59 fig. Paris, Société d'Éditions géographiques, maritimes et coloniales, 17, rue Jacob (6e), 1934. **18324**

SIDERSKY (D.). — **Aide-mémoire de chimie appliquée.** In-12 (18 × 12) de XXXII + 982 p., fig. Paris, Librairie Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères (6e), 1934. **18325**

Bibliothèque de Mme G. Whitney Hoff. Catalogue des manuscrits, incunables, éditions rares, reliures anciennes et modernes. In-4 (34 × 25). Tome I, de X + 127 p., LXXI planches; Tome II, de 156 p., planches LXXII à CXXXIII. Paris, Léon Gruel, 418, rue Saint-Honoré (8e), 1933. (*Don de Madame G. Whitney Hoff.*) **18326-7**

Exposition des Arts et Industries textiles et des Tissus (Paris, 15 octobre-30 novembre 1933). Catalogue. In-8 (21 × 15) de 128 p., fig., X planches. Paris, Conservatoire national des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin (3e). **18328**

FALZ (ERICH). — **Principes fondamentaux de la technique du graissage. Calcul et forme à donner aux pièces frottantes de machines pour assurer leur graissage parfait.** Traité et manuel destiné aux constructeurs, chefs d'ateliers, fabricants et aux établissements supérieurs d'enseignement technique. Traduit sur la 2e édition allemande, entièrement revue et corrigée, par A. DE RIVA-BERNI. In-8 (25 × 16) de XV + 478 p., 121 fig. Paris, Librairie Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères (6e), 1933. (*Don du Génie civil*). **18329**

MEHDORN (WALTER). — **Kunstharzpressstoffe.** Eigenschaften, Verarbeitung und Anwendung. In-8 (21 × 15) de VIII + 138 p., 149 fig. Berlin, NW7, VDI-Verlag G. m. b. H., 1934. (*Don du Génie civil.*) **18330**

DUBOIN (JACQUES). — **La grande révolution qui vient....** In-12 (19 × 12) de 212 p. Paris, Les Éditions nouvelles, 16, rue de la Sorbonne (5e). (*Don de l'auteur*). **18331**

Compte rendu du 5e Congrès du Chauffage et de la Ventilation des Bâtiments habités. Paris, 22-23-24 juin 1933. In-8 (24 × 16) de 628 p., fig. Paris, Chaleur et Industrie, 5, rue Michel-Ange (16e). **18332**

*
* *

Corpus de musique marocaine, publié sous la direction de M. Prosper RICARD. Fascicule II : **Musique et danses berbères du Pays Chleuh.** Études et notations musicales et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chorégraphiques par Alexis CHOTTIN. (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). In-4 (29 × 20) de 72 p. Paris, Au Ménestrel, Heugel, éditeur, 2 *bis*, rue Vivienne (2e). **Pièce 13829**

RICARD (PROSPER). — **Essai d'action sur la musique et le théâtre populaire marocains par le Service des Arts indigènes en 1928.** (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). In-8 (24 × 15) de 15 p. Rabat, Imprimerie nouvelle, rue de la Mamounia, 1928. **Pièce 13830**

CHOTTIN (ALEXIS). — **« Les visages » de la musique marocaine.** (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). In-8 (24 × 15) de 16 p. Rabat, Imprimerie nouvelle, 1928. **Pièce 13831**

RICARD (P.). — **Les arts marocains et leur rénovation** (ex *Revue d'Afrique*, nos 6 et 7, 1930). In-8 (22 × 15) de 27 p. Bordeaux, Imprimerie Cadoret, 3, place Saint-Christoly, 1930. **Pièce 13832**

PROTECTORAT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE AU MAROC. — DIRECTION GÉNÉRALE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE DES BEAUX-ARTS ET DES ANTIQUITÉS. — **Service des Arts indigènes. Historique (1912-1930).** (Publié à l'occasion de l'Exposition coloniale internationale de Paris). In-8 (23 × 15) de 31 p. **Pièce 13833**

Analyses des métaux et alliages ferreux. Méthodes recommandées par l'Association britannique de Recherches sur la Fonte moulée (B. C. I. A. R.). Traduction de L.-J. GOUTTIER. In-8 (23 × 15) de 56 p. Paris, Éditions de la *Revue de Fonderie moderne*, 15, rue Bleue (9e), 1933. **Pièce 13834**

La Chambre de Commerce de Marseille. Son histoire, ses fondations, sa bibliothèque. In-8 (24 × 15) de 49 p., I pl. Marseille, Société anonyme du Sémaphore de Marseille, 17-19, rue Venture, 1933. **Pièce 13835**

MONNIER (Alfred) et MOUTON (Marcel). — **Sur l'emploi de verres propres à réduire l'éblouissement produit par les projecteurs d'automobiles** (ex *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 29 mai 1933). In-4 (27 × 21) de 2 p. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e). **Pièce 13836**

*
* *

Annuaire Chaix. Les principales sociétés par actions. 43e année, **1934.** Paris, Imprimerie Chaix, 20, rue Bergère (9e). **Pér. 90**

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. — DIRECTION DE L'AGRICULTURE. — OFFICE DE RENSEIGNEMENTS AGRICOLES. — **Statistique agricole annuelle, 1932.** Paris, Imprimerie nationale, 1934. **Pér. 242**

DIRECTION GÉNÉRALE DES DOUANES. — **Tableau général de la navigation maritime.** Année **1932.** (Navigation internationale, cabotage français et effectif de la marine marchande). Paris, Imprimerie nationale, 1933. **Pér. 34**

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DU MAROC. — **Mémoires,** n° XXXVII (15 décembre 1933) : *Étude stratigraphique et paléontologique des grès à Foraminifères d'Ouezzan au Maroc (Oligocène et Miocène inférieur)*, par Jacques BOURCART et Élisabeth DAVID, de 59 p., XIV pl. Rabat, Institut scientifique chérifien; Paris, Émile Larose, 11, rue Victor-Cousin (5e); Londres, Janson and Sons, 44, Great Russell Street, W. C. 1. **Pér. 469**

L'agent général, gérant.
E. LEMAIRE.

BRODARD ET TAUPIN, Coulommiers-Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

133e ANNÉE. AVRIL 1934.

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

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE SOLENNELLE DU 17 MARS 1934

DISTRIBUTION DES RÉCOMPENSES DÉCERNÉES POUR L'ANNÉE 1933

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

La séance est ouverte à 16 h. 30 m.

Le fauteuil présidentiel est occupé par M. A. Alby, *président.* A ses côtés ont pris place : MM. Ch. de Fréminville et Georges Wery, *secrétaires généraux*, M. Lucien Masson, président de la Société industrielle de Reims et les membres du Conseil, rapporteurs des comités techniques sur la proposition desquels les récompenses ont été accordées.

Allocution de M. A. Alby, *président.*

Le tour d'horizon que le président de la Société a coutume de faire dans son allocution est, cette année, singulièrement instructif.

Si l'on regarde ce qui se passe hors de nos frontières, que voyons-nous?

Chômage formidable, précisément dans les pays où l'outillage industriel a été le plus perfectionné et développé : tels l'Allemagne et les États-Unis d'Amérique;

Organisation de pouvoirs centraux très forts, exaltation des sentiments nationaux;

Effondrement des partis qui exploitent la lutte des classes;

Recherche tâtonnante d'un équilibre entre les diverses formes d'activité de la vie nationale;

Essais de soutien des prix par des manipulations monétaires et des réglementations draconiennes : lutte contre l'invasion des produits des pays à main d'œuvre pléthorique et mal payée.

Dans un saisissant tableau présenté à l'Union des Industries métallurgiques et minières, de la Construction mécanique, métallique et électrique et des Industries connexes, notre nouveau collègue, M. Lambert-Ribot, a fait voir que, dans ces divers mouvements nationaux, il y avait, à côté d'idées dangereuses pour les voisins, des vérités bonnes à méditer et des exemples à ne pas négliger.

L'union des volontés a produit dans divers pays des résultats impressionnants. La jeunesse de chez nous, inquiète sur son avenir, bouillonne, aspire à des changements, s'impatiente. Allons-nous à des bouleversements révolutionnires et chaotiques? Ce que plus de vingt siècles de civilisation latine nous ont appris ne nous mettra-t-il pas à l'abri de funestes erreurs nées de l'agitation de mentalités frustes et ignorantes?

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il y a plus de 2400 ans que Ménénius Agrippa adressait aux citoyens de Rome son célèbre apologue des membres et de l'estomac. Nous avons appris, depuis notre enfance, que la discorde civile est le pire des fléaux. Nos historiens nous ont révélé, avec les hontes de son empire, les causes du déclin de la puissance romaine. Plus près de nous, ils ont analysé notre grande Révolution et les origines de notre société moderne. De grands savants, qui ont été de grands penseurs, ont fait voir les dangers de la mentalité des foules et de leurs entraînements.

Tous nous ont démontré par leurs écrits ou leurs exemples que le progrès résulte d'études menées scientifiquement dans le calme et de libres discussions, et aussi que les réalisations fécondes ne s'obtiennent pas par contrainte mais par voie d'entente : ententes corporatives, ententes entre corporations et collectivités publiques, ententes internationales.

Fils d'une ancienne civilisation, pouvons-nous oublier que les richesses matérielles ne sont pas l'unique bien de l'humanité et que l'activité des hommes peut trouver les plus hautes satisfactions dans la poursuite de buts esthétiques ou moraux, dans la culture des beaux-arts et dans celle du savoir.

Si le progrès technique conduit inéluctablement à la réduction de l'emploi de la main-d'œuvre humaine dans l'élaboration et la distribution des produits industriels ou agricoles nécessaires à la vie, le surplus de cette activité humaine peut et doit avoir son emploi.

Les faits ont démenti que cet emploi se trouve automatiquement assuré par le simple développement de besoins nouveaux, d'objets de luxe dans les pays aisés et par l'ouverture de nouveaux marchés en pays neufs.

L'équilibre obtenu dans des années de prospérité a engendré de dangereuses illusions suivies de lourds mécomptes.

Les élites doivent savoir la précarité de cet équilibre et la nécessité d'organiser la lutte contre le chômage chronique. Il leur appartient de procéder à l'étude scientifique des variations de l'emploi de la main d'œuvre dans l'industrie et de trouver des formules pour que les loisirs ou les heures de chômage ne soient pas consacrés à des jeux brutaux et grossiers destinés à récréer une oisiveté entretenue comme au temps de la décadence romaine où la foule clamait *panem et circenses,* mais à des arts qui élèvent le niveau de la vie matérielle et morale, inviduelle ou collective.

Les élites ne manquent ni de clairvoyance ni de hardiesse, si l'on s'en rapporte aux discours que notre *Bulletin* a reproduits de MM. de Wendel, Max Hermant, Raymond Berr.

Elles réussiront si leurs efforts ne sont pas dispersés, s'ils ne sont pas contrariés dans leur développement par des interventions inopportunes ou prématurées des Pouvoirs publics, mais, au contraire, secondés par eux; car rien ne s'est jamais fait de bien que par la collaboration confiante des élites et des Pouvoirs publics.

Notre Société, dans la mesure de ses forces, apportera son concours à ce grand œuvre du meilleur aménagement du travail national.

C'est une tradition de notre Société d'encourager non seulement le perfectionnement des machines et des procédés que l'homme invente chaque jour pour augmenter sans cesse l'efficacité de l'emploi de la main-d'œuvre humaine dans le travail industriel, mais aussi le perfectionnement de l'artisanat, la culture des beaux-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

arts et le développement des œuvres qui poursuivent l'amélioration de la vie sociale.

Nous nous devons de continuer cette tradition avec persévérance et avec la conscience que nous sommes dans la voie du véritable progrès.

Selon l'usage, Messieurs, je vais, avant la proclamation des récompenses, rappeler brièvement l'activité de la Société pendant l'année 1933.

Adressons tout d'abord à la mémoire des membres de notre Conseil qui sont décédés depuis la dernière assemblée générale, notre souvenir reconnaissant :

à Édouard GRUNER, entré au Comité de Commerce en 1862, ancien président de la Société, président du Comité de Commerce, décédé le 21 juillet dernier, qui, jusqu'à son dernier jour et avec un dévouement exemplaire, s'est occupé avec activité de notre Société;

au colonel Paul RENARD, entré au Comité des Arts économiques en 1909, président de ce Comité, plusieurs fois vice-président de notre Société, décédé le 24 septembre, et dont le nom restera attaché, comme celui de son frère, au développement de l'aéronautique française;

à JURIEN DE LA GRAVIÈRE, entré au Conseil en 1926, président de la Commission des Fonds, décédé le 22 novembre, qui avait su, dans la trop courte durée de ses fonctions, rendre de précieux services à la Société;

à Raphaël-Georges LÉVY, membre honoraire du Conseil où il siégait depuis 1899, ancien vice-président, décédé le 8 décembre, qui a laissé au Comité de Commerce d'inoubliables souvenirs;

à Gabriel JOSSIER, membre du Comité des Arts chimiques depuis 1924, décédé le 20 décembre, qui représentait avec distinction l'importante industrie de la tannerie et des cuirs;

à Paul VIEILLE, membre honoraire du Conseil (Comité des Arts chimiques auquel il a appartenu de 1889 à 1916), décédé le 15 janvier 1934, dont le nom restera célèbre dans la balistique par l'invention de la poudre sans fumée.

Au cours de l'année 1933, notre Société a tenu 13 séances publiques qui ont permis de traiter des sujets variés :

le 14 janvier, M. MANCY, Ingénieur principal du Génie maritime, a fait une communication sur *les moto-compresseurs Pescara à pistons libres* mis au point par la Maison Breguet;

le 28 du même mois, M. FÉRY, membre du Conseil, a présenté les *accumulateurs protégés Féry-Carbone*, dont la construction marque un progrès très remarquable dans une industrie extrêmement délicate;

le 11 février, M. F. BLONDEL, Ingénieur en chef des Mines, membre du Conseil, a fait une conférence particulièrement intéressante sur *le Transaharien et les difficultés de la mise en valeur des colonies*;

le 24 février, M. CHAUDRON, professeur à la Faculté des Sciences de Lille et directeur de l'Institut de Chimie appliquée de cette ville, a exposé, avec une saisissante clarté, les recherches qu'il a faites sur *les propriétés et la structure de la fibre de lin,* recherches qui l'ont conduit à une nouvelle méthode de préparation de cette fibre;

le 11 mars, M. Etienne VILLEY, directeur du Groupe des Industries métallurgiques, mécaniques et connexes de la Région parisienne, a fait une magistrale communication sur *l'œuvre sociale des groupements industriels français*;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le 6 mai, le R.-P. H. BELVAL, docteur ès sciences, a donné une très intéressante conférence sur *l'Université L'Aurore de Chang-haï.*

le 13 mai, le Dr PECH, professeur de Physique médicale à la Faculté de Médecine de Montpellier, a fait une communication vraiment impressionnante sur l'action des eaux minérales, sous le titre défini par lui : *L'indice de nutrition des eaux minérales étudié sur les eaux en bouteille et au griffon*;

le 27 du même mois, M. Jean MATHERON, Ingénieur des Ponts et Chaussées, membre du Conseil, a parlé de *la Station hydroélectrique de la Truyère* en nous présentant un film qu'il avait pris sur ces intéressants travaux;

dans la dernière séance avant les vacances, le 10 juin, M. Maurice MANGIN, Conservateur des Eaux et Forêts, nous a fait une conférence du plus haut intérêt sur *les forêts indochinoises, leur importance, leur gestion et leur mise en valeur.*

après la rentrée, le 21 octobre, M. Paul WALTER, ingénieur-conseil, expert près du Tribunal de Commerce et du Conseil de Préfecture, a présenté trois appareils intéressants : un *densimètre automatique*, un *analyseur automatique des gaz* et un *appareil pour mesurer la perméabilité des corps solides*, qu'il a réalisés au laboratoire de M. le prof. Lutaud, à la Sorbonne;

le 4 novembre, M. Jean MAJORELLE, ancien élève de l'École polytechnique, a fait une communication très appréciée sur *quelques grandes œuvres nouvelles de cartographie française*;

le 25 du même mois, M. Henri WEISS, professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg, directeur de l'École nationale supérieure du Pétrole, nous a brillamment exposé *l'œuvre des laboratoires de recherches et leur importance pour l'industrie du pétrole*;

enfin, dans la séance du 16 décembre, M. Charles DUFRAISSE, professeur de chimie organique à l'École de Physique et Chimie industrielles, a fait une communication du plus vif intérêt sur *l'autoxydation des hydrocarbures et quelques-uns de ses inconvénients*, et sur *les améliorations apportées par les antioxygènes.*

Notre *Bulletin* a reproduit le texte de la plupart de ces communications et d'autres qui avaient été faites devant notre Société en 1932 et dont voici les sujets :

Les directives mécanographiques et la mécanographie française, de M. BOLLE;

Le Musée d'Histoire naturelle de Chang-haï, par le R. P. H. BELVAL;

L'orgue électronique Coupleux-Givelet, par M. A. GIVELET, Ingénieur E.S.E.

Le *Bulletin* a publié également des notes sur des sujets non traités dans les séances publiques : des études émanant de divers membres du Conseil ou signalées par eux; d'autres enfin, choisies parmi les sujets intéressants exposés dans d'autres sociétés ou à l'occasion de congrès et d'assemblées générales corporatives :

La photochimie, de M. Guy EMSCHWILLER, ingénieur, docteur des sciences physiques, lauréat de la Société d'Encouragement;

La présentation des produits à l'Exposition coloniale de 1931, par M. E. PRUDHOMME, membre du Conseil;

Études expérimentales et théoriques dans le domaine des hautes températures, de M. MONTAGNE;

Les progrès réalisés dans l'industrie française des matières colorantes depuis 1914, par M. André WAHL, membre du Conseil.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les canalisations de distribution électrique dans les maisons et à bord des navires, par M. Gaston MENIER, sénateur de Seine-et-Marne, vice-président du Conseil d'administration du Conservatoire national des Arts et Métiers;

Les machines extérieures de ferme. Conditions de travail. Progrès réalisés dans leur construction et leur emploi, par M. Marcel LIERMAN, Ingénieur agronome, agriculteur;

Dispositifs économiques d'éclairage électrique et chambres noires articulées pour luxmètres, par M. H. PÉCHEUX, docteur ès sciences;

Quelques réflexions sur le solfège, par M. Maurice GARNIER, membre du Conseil;

Causes et méfaits du déboisement dans le département du Var, par M. SAGOT-LESAGE;

Étude sur la foudre et la grêle, par M. C. DAUZÈRE, directeur de l'Institut et de l'Observatoire de Physique du Globe du Pic du Midi;

La sculpture sans maquette par taille directe du béton en prise, par M. Charles SARRABÉZOLLES, lauréat de la Société;

Au contact de la vie chinoise, par le médecin-colonel Dr S. ABBATUCCI, membre du Conseil;

L'organisation rationnelle dans les usines ne travaillant pas en série, par M. Marcel BLOCH, Ingénieur en chef des Services du Matériel et des Ateliers du P.-O;

La sécurité de la route, par M. Gaston MENIER;

La technique chimique devant la crise, par M. Raymond BERR, directeur général des Établissements Kuhlmann;

La prévention des incendies à bord des navires, par M. André KLING, docteur ès sciences, directeur du Laboratoire municipal de Paris;

Contribution à l'étude de la technique des vitraux du moyen âge, par M. G. CHESNEAU, membre du Conseil;

Les formes nouvelles de l'assurance, par M. Max HERMANT, président du Comité général des Assurances;

L'œuvre sociale de la Caisse de Compensation de la Région parisienne, par M. Étienne VILLEY.

Divers comptes rendus de réunions organisées par notre Société ou auxquelles elle a été représentée ont été insérés au *Bulletin* :

Le Ve Congrès international de l'Organisation scientifique du Travail, à Amsterdam, par M. Joseph COMPAGNON, Ingénieur des Arts et Manufactures, secrétaire général du Comité national de l'Organisation française;

La Station nationale de Recherches et d'Expériences techniques de Bellevue, par M. Ch. BONNIER, Ingénieur civil des Mines, chef des essais, lauréat de la Société;

Le Congrès mondial de Fonderie, par M. Raymond GUILLEMOT, Ingénieur des Arts et Métiers et de l'École supérieure de Fonderie;

Le centenaire de la mort de Richard Trevithick, inventeur de la locomotive, célébré à Londres, avec une note sur les locomotives de M. SAUVAGE;

Réunion de la Société industrielle de Rouen, par M. SAUVAGE;

Réunion de la Société industrielle de l'Est, à Nancy, par M. SAUVAGE, avec le discours prononcé par M. DE WENDEL.

Plusieurs membres du Conseil ont également fourni au *Bulletin*, diverses notes succinctes sur des détails techniques particulièrement intéressants; parmi ces

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

membres, on relève, comme toujours, le nom de M. SAUVAGE, notre infatigable collègue dont l'activité et le dévouement à notre Société ne se ralentissent pas.

Notre Société a adressé, le 24 février 1933, une lettre au président du Conseil des Ministres pour s'associer aux démarches faites auprès des Pouvoirs publics par les chambres de commerce, les syndicats de producteurs et les groupements industriels, en particulier par l'Union des Sociétés industrielles de France. M. le Président du Conseil a accusé réception de cette lettre.

Les revenus des fondations faites par de nombreux donateurs et qui s'élèvent à l'heure actuelle à plus de 40.000 francs permettent de remplir certains objets spéciaux conformément à la volonté des donateurs et à nos statuts.

Les sommes ci-après ont été employées au cours de l'année 1933 :

Secours	2.500,00 fr
Annuité de brevets	678,00 —
Prix et subventions	8.000,00 —
Allocations diverses, encouragements, récompenses, bourses, publications	18.913,85 —
Publications de mémoires dans le *Bulletin*	4.195,00 —
Au total	34.278,85 fr

Il est un autre service important de notre Société sur lequel je crois devoir attirer votre attention, c'est celui de notre *Bibliothèque*. Comme notre *Bulletin*, elle nous coûte très cher, mais comme pour notre *Bulletin*, nous nous efforçons de maintenir ce service à la hauteur qu'il a toujours eue.

Notre *Bibliothèque* est extrêmement riche non seulement en ouvrages techniques mais en périodiques, français et étrangers. Aussi est-elle très fréquentée, aussi bien par nos membres ou leurs collaborateurs que par des personnes étrangères à la Société; tous y trouvent une précieuse documentation. Notre *Bibliothèque* offre cette particularité que ceux qui ne sont pas habitués aux recherches bibliographiques — et c'est souvent le cas pour les techniciens, — sont orientés dans leurs recherches par Mme Noachovitch, notre bibliothécaire, et, le cas échéant, par notre agent général. De plus, un catalogue sur fiches permet de trouver, presque instantanément, les ouvrages que l'on cherche. Pour les périodiques, il existe un catalogue, sous forme de brochure, où ils sont méthodiquement classés. Ce catalogue a été mis à jour l'été dernier. Cela représente un très gros effort. Malheureusement, depuis quelques années, l'insuffisance de nos ressources nous a empêchés de faire relier les collections des périodiques les plus lus. Cela est extrêmement fâcheux.

La moyenne des lecteurs qui se présentent chaque après-midi à la *Bibliothèque* est d'une dizaine. En général, ce ne sont pas des habitués. Leur nombre s'élève quelquefois jusqu'à 15. Ces chiffres sont à peu près du même ordre de grandeur que ceux qu'on relevait avant la guerre, avec cette différence qu'autrefois les vieux habitués étaient nombreux. On peut dire qu'ils ont disparu : on ne vient plus à notre *Bibliothèque* que pour y chercher des renseignements immédiatement utilisables, monnayables en quelque sorte. C'est un signe des temps. En terminant, je tiens à rendre hommage au zèle de notre bibliothécaire et de notre agent général, M. Lemaire, qui a aussi la charge de ce service.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Vous voyez, par ce qui précède, que notre Société, malgré la crise, a continué à manifester l'an dernier une grande activité. Cependant, elle a commencé à sentir, elle aussi, les effets de la crise. Comme d'autres groupements, mais moins peut-être car nos membres nous sont très attachés, elle a vu diminuer leur nombre de façon assez sensible, et son budget s'en ressent; nous avons rarement en effet la possibilité de toucher aux revenus des fondations dont la gestion nous a été confiée, leur destination étant bien spécifiée; et c'est ainsi que les deux postes les plus chargés de notre budget, le *Bulletin* et la *Bibliothèque*, figurent en presque totalité aux Fonds généraux.

Il y a plusieurs moyens de nous empêcher de ralentir notre action. Je n'en citerai que deux. Plusieurs membres nous aident à publier notre *Bulletin* en lui faisant des dons. Malgré l'importance de quelques-uns de ces dons, si cela est très appréciable, c'est insuffisant. Il n'y a qu'un moyen sûr : augmenter le nombre de nos membres. C'est par la propagande individuelle que ce résultat peut et doit être atteint. Que chacun de nous s'efforce donc d'amener de nouvelles adhésions : ce sera son intérêt propre aussi bien que celui de tous. Cet appel en faveur du recrutement de nouveaux membres, je l'adresse tant à nos sociétaires anciens qu'à ceux qui sont ici présents, et aussi à nos nouveaux lauréats. Plusieurs d'entre eux, d'ailleurs, ont déjà devancé cet appel. Je les en remercie très chaleureusement.

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

M. Frantzen (L. P.) (✪), ingénieur et ferronnier d'art, administrateur de l'Association des Petits Inventeurs et fabricants français, 52, avenue A. de Musset, Le Vésinet (Seine-et-Oise), présenté par feu le Colonel Renard et M. Colmet Daâge;

M. Dufraisse (Charles), (✲. I ✪), professeur à l'École de Physique et de Chimie industrielles, 50, boulevard de l'Hôpital, Paris (13e), présenté par M. Dubrisay (membre à vie);

M. Weiss (Henri) (✪), professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg, directeur de l'Ecole nationale du Pétrole, 2, rue Boussingault, Strasbourg (Bas-Rhin), présenté par MM. H. Le Chatelier et Pineau;

M. Levy (André) (O. ✲), administrateur-directeur général de la Société des Chantiers et Ateliers de Saint-Nazaire (Penhoët), 7, rue Auber, Paris (9e), présenté par MM. Sauvage et de Fréminville;

M. Le Rolland (Paul) (I ✪), docteur ès sciences, agrégé de l'Université, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes, détaché à l'Institut polytechnique de l'Ouest, 3 rue du Maréchal-Joffre, Nantes (Loire-Inférieure), présenté par le commandant Nicolau et M. Lemaire;

M. Le Besnerais (Maurice) (O. ✲, I ✪), Ingénieur du Génie maritime, Service technique des Constructions navales, 8, boulevard Victor, Paris (15e) présenté par le commandant Nicolau;

M. Pécheux (Hector), (✲, I ✪, ⚷), docteur ès sciences physiques, lau-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

réat de l'Académie des Sciences, sous-directeur honoraire de l'École nationale des Arts et Métiers de Lille, 2, rue Fonds-Thirel, à Mont-Saint-Aignan (Seine-Inférieure), présenté par M. Carpentier;

M. ROUZET (Lucien), Ingénieur E. T. P., lauréat de l'Académie de Metz et de la Société d'Encouragement, directeur technique des Établissements J. E. Johnson et Cie, 11, avenue Gambetta, Clichy (Seine), présenté par MM. Garnier et Lemaire (membre à vie);

M. PEREIRE (André), administrateur de la Société du Louvre, 115, avenue Henri-Martin, Paris (16e), présenté par MM. Alby et Lafosse (membre à vie);

M. DAUZÈRE (Camille) (✻), agrégé, docteur ès sciences, directeur de l'Institut et Observatoire de Physique du Globe du Pic-du-Midi, à Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), présenté par M. Jean Rey.

M. A. ALBY, *président*, MM. G. WERY et CH. DE FRÉMINVILLE, *secrétaires généraux*, proclament les noms et les titres des lauréats récompensés pour l'année 1933. Lecture est donnée des rapports présentés à l'appui de ces récompenses [1].

Après la distribution des récompenses, M. Jean SÉAILLES, ingénieur, docteur en droit, membre de la Société, présente un film sonore de Jean BENOÎT-LÉVY, intitulé *Construire : la construction, à Drancy, en 1933, d'un groupe d'habitations, édifiées au moyen d'éléments fabriqués d'avance, par l'Office public d'Habitations du département de la Seine*, dont la réalisation est due à M. Ed. FLOURY et la musique à M. Jean WIENER [2].

Après la projection du film, M. ALBY, *président*, prononce les paroles suivantes :

Sur le film qui vient de nous être projeté, vous avez pu voir dans la liste des collaborateurs qui a été passée au début, les noms de plusieurs de nos lauréats et de quelques membres de notre Conseil. C'est donc indirectement que notre Société a collaboré, elle aussi, à l'édification du groupe d'habitations de Drancy. Nous en sommes très heureux.

Au nom de notre Société et des personnes ici présentes, permettez-moi de remercier ceux grâce à qui nous avons pu vous projeter un film, à la fois très beau et vraiment documentaire : M. Jean SÉAILLES, qui a pris l'initiative de sa présentation devant notre Société; M. Jean BENOÎT-LÉVY, bien connu des amateurs de cinéma, M. Ed. FLOURY, réalisateur du film, et M. Jean WIENER, qui en a composé la musique.

La séance est levée à 19 h.

(1) Voir ces rapports dans le présent numéro du *Bulletin*, p. 237 à 285.

(2) On trouvera le texte de la présentation de M. Séailles et la reproduction de quelques vues de ce film cinématographique, dans un prochain numéro du *Bulletin*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RAPPORTS RELATIFS AUX RÉCOMPENSES DÉCERNÉES PAR LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT, ANNÉE 1933.

Grandes médailles de la Société.

Rapport présenté par M. A. ALBY, au nom de la Société d'Encouragement, sur *l'œuvre accomplie par la* SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE REIMS, *pendant un siècle.*

La Société industrielle de Reims a célébré son centenaire au moment de la réunion du Congrès de l'Union des Sociétés industrielles qui a eu lieu du 22 au 25 juin 1933 dernier dans cette ville.

Au cours de la séance consacrée à cette célébration, le Président de la Société, M. Lucien Masson, a lu un historique détaillé des travaux de la Société depuis son origine.

L'idée de se grouper pour étudier en commun les questions d'intérêt général a pris naissance à Reims, sous la Restauration, au moment où cette place souffrait des conséquences économiques des guerres du Premier Empire, après la période de prospérité factice due à la protection du Blocus continental.

L'industrie commençait une profonde évolution technique, le travail en commun dans les ateliers se substituait au travail à domicile, l'usage de la machine à vapeur se généralisant de plus en plus.

Le marché subissait en même temps des changements radicaux, certains articles qui avaient contribué à l'essor de l'industrie rémoise disparaissant par l'effet de la mode ou de la concurrence.

Les débuts de la Société après un premier élan furent difficiles et, au bout d'une année, elle se reconstitua en modelant son organisation sur celle de la Société industrielle de Mulhouse qui fonctionnait régulièrement depuis plus de sept ans.

En 1861, la Société était reconnue d'utilité publique par décret du 15 novembre.

L'activité de la Société s'est portée sur les questions les plus variées :

Utilisation des déchets; cours de tissage et de montage; propagation des méthodes Jacquard; cours de dessin et de peinture appliqués à l'industrie; missions d'études; achat de machines; manutention des laines; fabrication des vins de Champagne; qualité des eaux; épuration des eaux-vannes; cours de chauffage et de conduite des machines; amélioration des laines en Champagne; etc.

Mais au milieu de toute cette activité les questions sociales et d'enseignement technique retenaient tout spécialement l'attention de la Société industrielle de Reims.

La Société avait organisé : des cours de fabrication et de tissage pour former les échantillonneurs et les chefs de fabrication; des cours de chimie, de droit commercial, cours fonctionnant dans les locaux de l'École primaire supérieure qui constituait avant la lettre une école professionnelle.

Cette école professionnelle municipale devenait d'ailleurs une réalité par un accord entre la Municipalité et la Société, en 1868.

L'organisation de cette école fut interrompue par la guerre de 1870-1871 et son

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

inauguration eut lieu en 1873. En 1889, elle devenait École pratique de Commerce et d'Industrie ressortissant au Ministère du Commerce.

La Société industrielle ne cessait de porter intérêt à cette institution et y obtenait l'ouverture d'une section commerciale.

Elle portait son effort également sur l'enseignement féminin et créait en 1890 un cours d'enseignement commercial pour les femmes et les jeunes filles, dont le programme embrasse deux années consécutives. Cet enseignement obtint le plus grand succès et dura jusqu'à la guerre.

La Société industrielle s'est également occupée des questions d'apprentissage dont elle étudia le programme avec la Chambre de Commerce; elle s'intéressa à l'École d'Apprentissage fondée avec le concours de syndicats intéressés jusqu'au jour où l'application de la loi Astier substitua à l'école privée des cours municipaux.

La question des habitations ouvrières a spécialement retenu depuis longtemps l'attention du Comité d'Économie sociale de la Société de Reims. Ses travaux aboutissent à la constitution de sociétés qui commencèrent à construire bien avant que la loi vînt en aide aux sociétés de ce genre.

Mais voici la terrible époque de la guerre de 1914, au cours de laquelle la Société a tout perdu : archives, bibliothèques, locaux, matériel de cours, car, pendant plus de quatre ans presque sans interruption, les bombardements et les incendies ont tout détruit dans la ville de Reims, dont on compte sur les doigts les maisons demeurées intactes.

Dès le retour à Reims, bien avant même, la Société se préoccupait de rendre à la ville son activité d'avant-guerre. Durant l'année 1918, alors que la Municipalité et la plupart des notables de Reims, forcés d'évacuer la ville, s'étaient réfugiés à Paris, M. Marteau, président de la Société industrielle de Reims, qui a occupé les fonctions de l'année 1884 sans interruption jusqu'en 1927, prenait l'initiative de réunions laborieuses au cours desquelles étaient dressés les plans de reconstruction et de réaménagement de la cité détruite.

Dès 1919, la Société reprenait ses réunions et songeait à la reprise des cours. Celle-ci fut réalisée dès 1923. Plus nombreux même qu'ils ne l'étaient en 1914, ces cours forment à présent un cycle d'enseignement commercial complet qui compte une moyenne annuelle de 600 inscrits, jeunes gens et jeunes filles, parmi lesquels les commerçants et les industriels de Reims recrutent leurs meilleurs collaborateurs.

La Société a repris ses distributions de médailles, qui sont devenues de plus en plus nombreuses au fur et à mesure que renaissait l'industrie rémoise.

La Société, toujours préoccupée de l'avenir, a entrepris bien avant l'Exposition de 1931, une campagne pour faire connaître les ressources économiques de notre empire colonial au moyen de conférences publiques, suivies par un public assidu.

S'intéressant à l'action sociale, les dirigeants de la Société ont créé une caisse de compensation, aujourd'hui très prospère, ainsi qu'une mutuelle-maladie, qui a rendu les plus grands services à la population ouvrière bien avant la loi des assurances sociales.

Cet exposé du magnifique effort poursuivi avant et surtout après la guerre par la Société industrielle de Reims a conduit notre Conseil à décerner à cette Société, à propos de son centenaire, et à titre exceptionnel, une grande médaille, à l'effigie de Chaptal, qui sera remise à M. Lucien Masson, président en fonction, en le priant de porter à M. le Président Marteau, l'expression de notre profonde admiration.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

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 sciences ou les arts, 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 Lavoisier pour 1933, est décernée, par le Comité des Arts chimiques, à la SOCIÉTÉ D'ÉLECTROCHIMIE, D'ÉLECTROMÉTALLURGIE ET DES ACIÉRIES ÉLECTRIQUES D'UGINE.

Rapport présenté par M. A. PORTEVIN, au nom du Comité des Arts chimiques, sur l'*œuvre* de la SOCIÉTÉ D'ÉLECTROCHIMIE, D'ÉLECTROMÉTALLURGIE ET DES ACIÉRIES ÉLECTRIQUES D'UGINE.

L'ampleur sans cesse croissante des installations industrielles, la perfection et la puissance des outillages, l'étendue et la variété des connaissances auxquelles il faut faire appel, la complexité des techniques et l'importance des capitaux nécessaires font que le progrès et le perfectionnement des industries deviennent de plus en plus l'œuvre de collectivités et que les individualités, si originales et si puissantes soient-elles, doivent presque toujours avoir recours à des groupements ou tout au moins à des collaborations plus ou moins implicites.

De sorte que notre Société, en décernant des récompenses destinées à sanctionner les progrès et les découvertes industrielles, sera conduite, de plus en plus, à se tourner vers des sociétés ou des groupements, préférablement à des personnalités.

Par contre, ce développement de l'œuvre collective, mettant en jeu des capitaux importants et impliquant des liaisons entre les divers branches de l'industrie et de l'activité humaine, entraîne une prédominance toujours marquée de l'élément financier sur l'élément technique, c'est-à-dire de l'exploitation sur la création, ce qui tend à accroître l'ampleur et la masse des installations aux dépens de la nouveauté des procédés et de l'originalité des idées.

Aussi, devons-nous porter notre attention de préférence sur les sociétés qui, par leur origine, leur passé, leurs traditions, leurs dirigeants actuels ont toujours fait passer la technique et la science au premier plan, ce qui, au surplus, tout en étant une condition de progrès, est aussi un élément de stabilité et demeure le moyen le plus sûr d'augmenter le prestige de l'industrie nationale.

Nulle n'est apparue actuellement mieux remplir ces conditions parmi les industries chimiques et métallurgiques que la Société d'Électrochimie, d'Électrométallurgie et des Aciéries électriques d'Ugine.

Nous trouvons à son origine, comme fondateur, notre éminent et regretté collègue du Comité des Arts chimiques, qui demeura toute sa vie, à travers le développement considérable de sa société, un industriel fervent de technique et de science, j'ai nommé Henry Gall.

Depuis sa fondation, en 1889, sous le nom d'Électrochimie, cette societé a absorbé successivement une série d'affaires d'activité similaire : la Société « La Volta » en 1915, la Société électrochimique du Giffre et la Société des Carbures en 1919, la Compagnie des Forges et Aciéries électriques Paul Girod en 1922, la Société

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

française des Électrodes à Vénissieux en 1931 et la Société des Procédés Morgon en 1933. Aussi de nouvelles usines sont-elles venues successivement s'adjoindre à celles qui se créaient ou se développaient, de sorte qu'actuellement, la Société possède, dispersées sur le territoire français, 18 usines : Villers Saint-Sépulcre, dans l'Oise; Saint-Michel-de-Maurienne, Saint-Avre, La Chambre, Pomblière, Notre-Dame de Briançon, la Bathie, Venthon, Ugine, Annecy, Le Giffre, en Savoie; Les Clavaux, Jarrie, en Dauphiné; Pierre-Bénite et Vénissieux près de Lyon; Bourg en Bresse; La Barasse, dans les Bouches-du-Rhône; Brach, dans la Corrèze; Vallorbe, en Suisse.

Ce nombre imposant d'usines trahit la multiplicité de ses fabrications, la diversité des techniques mises en œuvre. Il serait trop long d'énumérer les multiples produits qu'elle livre à l'industrie; cependant, pour acquérir une idée d'ensemble de son activité, nous pourrions y distinguer les catégories suivantes :

1° fabrications électrolytiques de produits chimiques et de métaux légers (sodium, aluminium, magnésium);

2° fabrications électro-thermiques de carbures, de ferro-alliages et d'étain;

3° électro-sidérurgie ou fabrications électro-thermiques d'aciers fins ou spéciaux de toutes catégories;

4° enfin, il faut ajouter les usines et installations servant d'une manière commune à toutes les autres, c'est-à-dire, les aménagements et centrales hydro-électriques et la fabrication des électrodes.

C'est qu'en effet, si cette activité s'est manifestée dans des directions et des conditions en apparence si variées, l'unité de vue a été maintenue, tant par la volonté de ses dirigeants que par l'essence même de cette activité qui, depuis sa naissance, demeure l'utilisation de l'énergie hydro-électrique vers des buts chimiques et métallurgiques. A cet égard, elle a joué le rôle de novateur pour de multiples fabrications qui ont été, soit créées par elle, soit introduites pour la première fois en France sous son égide.

Nous signalerons les principales :

1° Pour les fabrications électrolytiques de produits chimiques, nous mentionnerons comme ayant été fabriqués pour la première fois en France dans ses usines : l'acide carbonique liquide, l'éther sulfurique, les permanganates, l'ammoniaque liquide et gazeux par synthèse en passant par la cyanamide, les perborates, les cyanures, le chlore liquide. Il est à signaler qu'avant la guerre, on ne produisait pas en France de chlore liquide et, pour faire face à la guerre des gaz que les Allemands venaient d'inaugurer, il était indispensable de mettre à la disposition des services de l'armée des quantités importantes de chlore liquéfié et d'autres produits nécessitant pour leur fabrication l'emploi de chlore et parmi lesquels il y a lieu de citer : phosgène, chloropicrine, chloroformiates d'éthyle chlorés, chlorosulfonate d'éthyle, chlorure stannique, chlorure de titane, ypérite, etc.

Certains produits constituent d'ailleurs des inventions de la Société ou ont été obtenus par des procédés entièrement nouveaux, tels que la cryolithe synthétique, l'eau oxygénée à partir du peroxyde de sodium et surtout les chlorates et perchlorates dont l'obtention électrolytique fut l'origine de la Société. Enfin, il faut souligner le rôle important qu'elle a joué à l'origine dans la fabrication du carbure de calcium dont Henry Gall, à la suite des mémorables travaux de Moissan, avait deviné l'avenir, et au développement duquel il n'a cessé de s'attacher par la créa-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion d'organismes tels que l'Office central de l'Acétylène et de la Soudure autogène.

Parmi les métaux fabriqués par électrolyse, on peut citer qu'en dehors de l'aluminium, elle a créé en France les fabrications du sodium et de ses peroxydes, du calcium et de son hydrure et, enfin, du magnésium qui, jusqu'à la guerre, n'était pas produit dans notre pays et dont l'installation à l'usine des Clavaux permit de faire face à toutes les demandes de l'armée en pyrotechnie.

2° En ce qui concerne les fabrications électro-thermiques de ferro-alliages qui comprennent le ferro-silicium, le ferro-chrome, le ferro-manganèse, le silico-manganèse, le silico-mangano-aluminium, le ferro-molybdène, le ferro-tungstène, etc., on peut signaler, comme ayant été produits pour la première fois industriellement en France par cette Société : le ferro-vanadium, le ferro-chrome affiné, le manganèse affiné, et enfin, l'étain obtenu et purifié par voie électro-thermique, grâce à un procédé nouveau et ingénieux de traitement par le silicium qui fournit, d'une part, le métal débarrassé du fer et, d'autre part, du ferro-silicium. On peut mentionner également comme procédé nouveau la fabrication électro-thermique des aluminiums-siliciums d'où, par un traitement de liquation, on obtient l'eutectique à 13 p. 100 de silicium, base de l'alliage Alpax.

3° En sidérurgie, l'absorption, la réorganisation et le développement des Aciéries électriques d'Ugine furent l'œuvre à laquelle s'est attaché tout particulièrement, avec sagacité, clairvoyance et persévérance, le regretté Jules Barut, avec la collaboration de M. Eugène Mathieu, actuellement directeur central de la Société.

Ces aciéries sont présentement au premier rang des usines hydro-électriques françaises, tant pour le tonnage que pour la qualité des aciers produits. Elles fabriquent, en effet, actuellement, plus de 200 nuances d'aciers de qualité ou spéciaux pour la construction ou pour les outils, avec une capacité de production qui atteint, annuellement, 50.000 t d'acier liquide.

Elle a été la première, en France, à réussir les fabrications des aciers à roulements au chrome, si importants pour l'industrie mécanique, et des aciers au chrome-molybdène dont l'intérêt va en croissant, notamment, pour l'aviation et l'automobile.

Pour les moulages d'acier, elle a mis au point industriellement le procédé Durand, par lequel on a réussi à utiliser le ciment comme agglomérant au sable de moulage, ce qui, en particulier, supprime les châssis et armatures de fonderie.

Enfin, ces dernières années, le directeur général des Aciéries, M. René Perrin, a eu l'idée d'un procédé rapide d'épuration des aciers par brassage intime du métal liquide avec des laitiers fluides de composition appropriée. Ce procédé a été, non seulement mis au point, mais mis en exploitation dans les aciéries d'Ugine puisque les aciers fabriqués ont été livrés à la clientèle. Il apparaît comme une des nouveautés les plus sensationnelles survenues en sidérurgie depuis longtemps et qui permet de concevoir les plus grandes espérances, non seulement dans la fabrication des aciers mais dans celle d'autres métaux.

D'ailleurs, les fabrications aux Aciéries d'Ugine sont essentiellement conduites d'après des directives scientifiques dans lesquelles les services de laboratoire et de recherches jouent un rôle prépondérant. Ces services ont déjà d'ailleurs produit des études du plus grand intérêt, relativement : aux aciers résistant à l'oxydation et aux acides; aux procédés de dosage de l'oxygène dans l'acier; à l'effet du corroyage sur les propriétés; aux aciers durcissant aux températures élevées, etc. Quelques-unes de ces études ont été publiées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

4° Pour alimenter toutes ces fabrications électriques, il a fallu créer en France l'industrie des électrodes et la Société a fabriqué pour la première fois aussi bien les électrodes de carbone amorphe que les électrodes graphitées, tout en introduisant en notre pays l'électrode continue Soderberg.

En même temps, on tendait entre les usines tout un réseau de canalisations les reliant entre elles et aux centrales de production d'énergie, qui sont au nombre de 27.

Dans ce très important domaine hydro-électrique, il convient de faire une place particulière à l'équipement de la vallée de Beaufort, qui réalise la conception d'un bassin entièrement régularisé d'une puissance de 40.000 kW, été comme hiver, grâce, en particulier, à l'équipement du lac de la Girotte, réservoir d'une capacité de 27×10^6 m³ utilisé sur 1.300 m de chutes dans 7 centrales successives. Il est à remarquer que le bassin versant naturel du lac ne correspondait qu'à 6.100 m³ et que l'on a dû aller chercher l'eau dans les vallées avoisinantes par des percements de tunnels à 1.900 m et à 2.400 m d'altitude, en même temps qu'on y effectuait la première en date des installations du monde de « grand pompage ». Les alternateurs peuvent être couplés soit avec les turbines, soit avec des pompes qui refoulent l'eau d'un seul jet à 500 m de hauteur environ, installation qui a été imitée ensuite de plusieurs côtés.

Mais, de même que ces nombreuses et diverses usines sont matériellement interconnectées entre elles par un réseau de conducteurs en liaison avec les centrales de force, de même les foyers techniques si divers et si multiples, ces centres d'activité intellectuelle, sont reliés entre eux par les fils plus subtils d'une communauté d'esprit dans le goût du travail et le culte de la recherche et de la technique, sous l'inspiration de ses chefs, et notamment de son administrateur-délégué, M. Georges Jean Painvin, et de son président, M. Cheronnet, donnant ainsi un admirable exemple de travail persévérant et fécond, éclairé par la haute valeur technique et scientifique de ses cadres et par la prudente et perspicace conduite de ses dirigeants.

*
* *

Prix Charles Fremont.

Le Prix Charles Fremont a été fondé par Mlle Fremont en souvenir de son frère, qui était un grand ami de la Société d'Encouragement. Ce prix, en espèces, de 3.000 fr cette année, est destiné à aider un jeune technicien, au début de sa carrière, à poursuivre des travaux de recherches s'ils peuvent être utiles ou glorieux pour la France.

Le Prix Charles Fremont est décerné à M. Maurice Loewenstein pour poursuivre ses recherches sur *l'altération des huiles à cylindres à haute surchauffe*.

Rapport présenté par M. L. Pineau, au nom du Comité des Arts économiques, sur les travaux de M. Maurice Loewenstein sur l'*altération des huiles à cylindres à haute surchauffe*.

Le problème de l'altération des huiles à cylindres avait fait l'objet d'un mémoire de MM. Boisselet, Ballet et Deulin, chef des laboratoires et ingénieurs de l'École nationale supérieure du Pétrole, au Congrès du Graissage qui s'est tenu à Strasbourg en 1931. Rappelant les travaux antérieurs, en particulier ceux de M. Kam-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

merer, les auteurs avaient décrit un certain nombre d'expériences dans lesquelles ils avaient soumis diverses huiles à cylindres à l'action de la vapeur d'eau surchauffée à des températures croissant depuis 120° jusqu'à 430°. Cette action de la vapeur d'eau a été obtenue soit par pulvérisation de l'huile dans la vapeur soit par farbotage de la vapeur dans l'huile. L'huile entraînée par la vapeur d'eau donnait naissance à des émulsions très tenaces sur lesquelles il était difficile de faire des déterminations du degré d'altération. Au contraire, par le procédé du barbotage de la vapeur surchauffée, les auteurs constatèrent que la viscosité de l'huile augmente très rapidement par suite de la formation d'asphalte au-dessus de 350° et que, au-dessus de 400°, l'huile est littéralement transformée en brai.

Dans la discussion qui suivit, M. Kammerer tout en témoignant de son intérêt pour l'étude de l'action de la vapeur d'eau seule, attira l'attention des auteurs sur l'intérêt qu'il y aurait aussi à examiner l'action de l'oxygène qui se trouve toujours mélangé à la vapeur dans les machines à cylindres.

Ce travail fut confié à un jeune ingénieur de l'École nationale supérieure du Pétrole et des Combustibles liquides, M. Lœwenstein, à qui ses connaissances scientifiques et son labeur persévérant de chercheur ont valu la plus haute estime de ses professeurs. Né le 10 mars en 1910, à Petit-Quevilly (Seine-Inférieure), M. Lœwenstein obtint successivement, après avoir fait ses études secondaires au Lycée Kléber, de Strasbourg, le baccalauréat (1928), le diplôme d'ingénieur-chimiste de l'Université de Strasbourg (1931), la licence ès sciences (1931) et le diplôme d'Ingénieur de l'École nationale supérieure du Pétrole et des Combustibles liquides (1932).

M. Lœwenstein procéda à des expériences d'altération par barbotage d'air dans les huiles chauffées à des températures de 180°, 265° et 290° obtenues par ébullition de divers corps organiques.

Un tube cylindrique contenant environ 15 g d'huile était placé dans le thermostat et l'on faisait passer un courant d'air sec à travers cette huile à un débit d'environ 1 litre par heure. Les produits volatils étaient recueillis dans un flacon de Erlenmayer. Après l'expérience, on examinait séparément les produits volatils et l'huile restée dans le tube.

L'examen de l'huile ne révéla pas de particularités intéressantes. On constatait cependant la formation d'acides volatils augmentant brusquement vers 290°, en même temps que l'on remarquait un craquage de l'huile avec formation abondante d'eau.

Pour permettre d'augmenter l'altération des huiles, l'appareil fut modifié de manière à atteindre de plus hautes températures. Le tube en verre fut placé dans un four électrique et chauffé à 400°. Les mêmes soins furent pris pour faire passer l'air à travers l'huile et recueillir les produits volatils.

On continua à observer la formation d'eau et d'acides volatils et les huiles se différencièrent beaucoup plus entre elles par la formation d'asphalte en plus ou moins grande quantité dans l'huile restante.

Les résultats mis à jour par M. Lœwenstein semblent établir un rapprochement très net entre la tenue des huiles sous l'action de la vapeur d'eau surchauffée et sous l'action de l'oxygène. Cependant ces expériences sont en nombre insuffisant pour permettre des conclusions d'ordre général. Aussi les considérons-nous comme les jalons d'une étude à reprendre systématiquement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Prix Melsens.

Ce prix, en espèces, créé par Mme veuve Melsens, pour perpétuer la mémoire de son mari, est destiné à récompenser l'auteur d'une application de la physique ou de la chimie à l'électricité, à la balistique ou à l'hygiène. Ce prix, qui est cette année d'une valeur de 1.000 fr, est décerné à M. Camille DAUZÈRE et à son collaborateur M. Joseph BOUGET, pour leurs travaux sur les *points de chute de la foudre et de la grêle*.

Rapport présenté par M. Jean REY, au nom du Comité des Arts économiques, sur les travaux de MM. Camille DAUZÈRE et Joseph BOUGET sur les *points de chute de la foudre et de la grêle*.

Les travaux de M. Dauzère, directeur de l'Institut et de l'Observatoire de Physique du Globe du Pic-du-Midi (Hautes-Pyrénées) sur la foudre et la grêle, constituent l'étude la plus intéressante qui ait été faite dans notre pays, depuis quelques années, sur cette partie si importante de la météorologie [1].

Avec le concours de son collaborateur, M. Joseph Bouget, botaniste de l'Observatoire du Pic-du-Midi, M. Dauzère a établi, depuis l'année 1900, une statistique des coups de foudre dont il a eu connaissance dans la région du Pic-du-Midi, c'est-à-dire de Bagnères-de-Bigorre.

Cette investigation a été étendue, ensuite, à toute la région du Sud-Ouest, dans les départements de la Haute-Garonne, du Gers, des Hautes-Pyrénées et des Basses-Pyrénées.

Le résultat de ces investigations a prouvé, en premier lieu, que la situation des points de chute de la foudre dépend de la constitution géologique du sol et, en second lieu, que les plus exposés sont situés souvent sur les lignes de contact de deux terrains différents.

Ces deux lois remarquables ont donné lieu à toute une théorie dans laquelle intervient la conductibilité électrique du sol et, naturellement, celle de l'atmosphère.

Les phénomènes d'ionisation sont prépondérants. Pour expliquer la formation du champ électrique au moment de la décharge, M. Dauzère a perfectionné les méthodes de mesure de la conductibilité de l'air et il a modifié, d'une heureuse manière, l'électromètre d'Elster et Geitel, pour la mesure de la conductibilité électrique, de la répartition des ions électriques et des ions négatifs, l'ionisation maxima de l'air et, par suite, les points de prédilection de la foudre.

L'étude géologique du sol, la teneur des roches en radium et thorium, l'influence des minerais de métaux communs, celle des produits de décomposition des roches et des sédiments, le rôle des eaux souterraines, toutes ces questions ont été abordées d'une manière méthodique des plus intéressantes par M. Dauzère.

Ses études sur la formation des charges électriques dans les nuages et leur influence sur la formation même de la grêle, ainsi que sur l'influence de la constitution géologique du sol, pour les chutes de grêle, sont résumées dans des notes qu'il a données à l'Académie des Sciences en 1929 et en 1930.

(1) Voir dans le *Bulletin* d'octobre 1933, p. 505, l'étude de M. C. Dauzère.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il a enfin abordé la question de la foudre au point de vue des lignes électriques à haute tension et il en a déduit des moyens de protection contre la foudre.

Sa théorie générale lui a permis d'aborder, également, l'étude de l'influence du sol sur la formation de la grêle; les conclusions de la statistique qu'il a établie permettent de formuler des lois assez précises au sujet des régions dangereuses, soit par la fréquence des coups de foudre, soit par les orages de grêle.

L'ensemble des travaux de M. Dauzère et de son collaborateur M. Bouget, qui fait ressortir non seulement l'importance des lois générales qui ont été découvertes, mais aussi celles des moyens employés pour se défendre contre les effets de la foudre, mérite d'être encouragé par notre Société. Il ne faut pas oublier, en outre, que ces études peuvent avoir, pour les progrès de l'agriculture de notre pays, des conséquences importantes.

*
* *

Prix Fourcade.

Les exposants de la classe 47 (fabrication de produits chimiques) 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 services dans la même maison.*

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale décerne, pour l'année 1933, le prix Fourcade à M. Ferréol MÉRIGNAC sur rapport de M. CH. DE FRÉMINVILLE, *secrétaire général.*

Né le 18 septembre 1857, M. Ferréol MÉRIGNAC, est entré à l'usine de la Société Nobel française de Paulilles, par Port-Vendres (Pyrénées-Orientales), le 16 avril 1879, immédiatement après avoir servi dans la Marine pendant 3 ans et demi. Mérignac a rempli pendant 55 ans les fonctions de chauffeur de générateur de vapeur, se faisant remarquer par son habileté. Resté vigoureux malgré son grand âge, il a toujours travaillé avec bonne humeur et bonne volonté méritant d'être cité pour sa conduite exemplaire. Il a élevé dix enfants dont quatre sont encore vivants; un de ses fils est commis principal des douanes; une de ses filles est cartouchière à Paulilles, une autre est couturière et le second fils est tonnelier. M. Mérignac n'a pas hésité à prendre à sa charge les deux enfants mineurs d'une fille qu'il a perdue en 1929.

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale estime que la médaille Fourcade ne peut pas consacrer le mérite d'une plus noble vie de travail chez un simple ouvrier.

*
* *

Médaille Dumas.

La médaille Dumas a été instituée en 1897, sur l'initiative d'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.

La médaille Dumas est décernée, en 1933, à M. Émile PEYRONNARD sur rapport de M. CH. DE FRÉMINVILLE, *secrétaire général.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Émile Peyronnard est né à Domène (Isère) le 28 janvier 1881. Il est actuellement directeur de la maison Morel fils et Giraud, constructeurs mécaniciens, 1, place Charles Morel, à Domène.

C'est en qualité d'apprenti que M. E. Peyronnard est entré, le 7 novembre 1898, à 17 ans, dans la maison dont il devait devenir le directeur. Après avoir été dessinateur, il s'élevait au rang de chef de service au bureau des études, et remplissait les fonctions de chef d'atelier pendant la guerre, pour devenir ensuite, chef du bureau des études et enfin directeur, fonction qu'il exerce depuis 1929.

Dévoué et travailleur, M. Peyronnard assure la direction générale de l'usine et des services technique et commercial. Doué d'une excellente mentalité, il s'intéresse aux bonnes œuvres et est le président de plusieurs sociétés locales. M. Peyronnard vient de recevoir la Médaille d'honneur du Ministère du Commerce et les palmes académiques.

*
* *

Prix Meynot.

Le prix Meynot, d'une valeur de 1.000 fr, est destiné à récompenser « un cultivateur, viticulteur ou maraîcher, qui, cultivant son bien ou le bien d'autrui en qualité de colon à mi-fruits ou à prix d'argent, avec les bras de sa famille, soit seul, soit avec un ouvrier au plus, donnera le meilleur exemple par sa conduite, son assiduité au travail, par l'ordre dans son ménage et qui, par l'application des meilleures méthodes de culture et de l'outillage le plus perfectionné, aura réalisé les meilleurs résultats dans sa petite exploitation ».

Le prix Meynot est décerné en 1933 à M. Émile Lacombe, propriétaire à Saint-Jean-du-Gard (Gard).

Rapport présenté par M. G. Wery, au nom du Comité d'Agriculture, sur les titres de M. Émile Lacombe, au Prix Meynot.

M. Émile Lacombe, né en 1874, à Nogaret (Lozère), est domicilié à Saint-Jean-du-Gard depuis 1899. Il y exploite avec sa femme et sa fille, et quelquefois avec l'aide d'un journalier, au moment des récoltes, une propriété de 10,5 ha dans laquelle il a apporté successivement de nombreuses améliorations et qui passe avec raison pour un modèle.

La propriété comprend 3,5 ha de prairies naturelles irrigables complantées d'arbres fruitiers, 2 ha de terres arrosables complantées de mûriers, une vigne de 1 ha pouvant être irriguée au besoin, et 4 ha de châtaigneraies.

L'aménagement de l'eau, sans laquelle le terrain pauvre et sec ne produirait presque rien, est tout à fait remarquable. M. Lacombe qui a terminé la guerre avec le grade d'adjudant dans l'arme du génie, a recherché les points d'eau et creusé lui-même près d'un kilomètre de galeries d'amenée (mesurant 1 m de largeur sur 1,90 m de hauteur) dans le granit plus ou moins décomposé. Des cinq galeries, trois sont barrées à leur point bas et y forment des bassins de retenue d'une capacité totale de 500 m^3, ce qui représente le débit minimum quotidien des sources en été.

L'eau est amenée dans l'habitation et les bâtiments de la ferme, remise, écuries. M. Lacombe a posé lui-même les canalisations et installé la distribution ; M. Lacombe a construit une petite porcherie moderne et, ce qui est inconnu dans la région, une fosse à fumier avec pompe à purin. Un branchement électrique de plus d'un kilo-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mètre, construit à ses frais, amène le courant électrique pour l'éclairage de la ferme et de ses dépendances.

Les châtaignes étant la principale richesse du pays, M. Lacombe y a introduit il y a une vingtaine d'années, une variété de châtaigniers de l'Ardèche, *la Vivaraise*, qui est très précoce, donne un fruit d'excellente qualité et produit beaucoup; il a fait des essais de plantation de châtaigniers du Japon passant pour résister à la maladie de l'encre. Il a imaginé et construit une trieuse de châtaignes très ingénieuse. M. Lacombe taille, greffe et rajeunit ses châtaigniers de façon à en faciliter l'exploitation. Ses travaux et observations personnels sur le châtaignier, dont les peuplements, nombreux dans la région cévenole, alimentent une fabrique d'extraits tannants, ont attiré l'attention du Directeur des Services agricoles du Gard, qui lui a demandé une étude générale sur le châtaignier, ses produits et ses utilisations.

M. E. Lacombe jouit d'une grande autorité morale dans toute la région, où il est consulté comme un expert technique pour toutes les questions agricoles; il est aussi considéré comme un arbitre juridique en cas de difficultés entre voisins, entre propriétaires et fermiers. Il doit cette autorité à son désintéressement à ses connaissances étendues, à sa haute valeur morale et aussi à ce qu'il ne fait partie d'aucun groupement politique.

Il a participé à la création de plusieurs groupements d'intérêt général dont il a souvent été au début, le président, le vice-président ou le secrétaire, c'est-à-dire tant que le groupement ne fonctionnait pas parfaitement; il y occupe encore quelquefois un poste important : Syndicat professionnel agricole créé en 1901 ; Mutuelle-incendie créée en 1907; Caisse régionale de Crédit mutuel agricole en 1929; Syndicat d'initiative Essi en 1922; Pépinière d'arbres fruitiers et de mûriers en 1923; Bibliothèque populaire autonome en 1922; Section locale de la Société des Amis des Arbres en 1922; Caisse mutuelle contre les accidents du travail agricole en 1924; Caisse locale de Secours mutuels agricoles (assurances sociales) en 1930.

M. Lacombe a été nommé en 1929, membre du Conseil d'administration de la Société d'Agriculture d'Alès; il a été chargé en 1932 de diriger dans la région la lutte contre les ennemis des cultures et des arbres fruitiers. Enfin, en 1929, avec le concours de la Station séricicole d'Alès, il a installé, fait fonctionner et dirigé, dans sa ferme, une chambre d'incubation collective pour la graine de ver à soie. En 1933, la moitié des sériciculteurs de Saint-Jean lui ont confié l'incubation de leurs graines; les résultats obtenus ont été dès la première année très supérieurs à ceux des meilleurs éleveurs isolés. En 1932, il a accepté d'essayer l'élevage et l'étirage du ver à soie pour crin de Florence; il a réussi; en 1933, il a remporté le 1er prix au concours organisé à Alès pour cet élevage et cette opération. Il convient de noter que le département du Gard est le seul en France où la production du crin de Florence ait été tentée chez les sériciculteurs.

*
* *

Médaille d'or grand module.

Rapport présenté par le commandant NICOLAU, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur les *travaux de normalisation et d'architecture navale* de M. Maurice LE BESNERAIS.

M. Maurice Le Besnerais, Ingénieur en Chef du Génie maritime, dont le nom est aujourd'hui attaché à la normalisation des ajustements, s'est consacré durant de lon-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

gues années avec une foi, une méthode et une ténacité d'apôtre, à l'étude des questions d'ordre général qui constituent le fondement de l'architecture navale, art dont les progrès sont intimement liés au développement de toutes les branches de l'industrie française.

En 1908, dans un mémoire publié en collaboration avec M. Fortant (actuellement Inspecteur général de l'Aéronautique), qui valut à ses auteurs le prix Plumey de l'Académie des Sciences, M. Le Besnerais apportait à l'étude des mouvements d'eau au voisinage d'une paroi plane verticale (houle, clapotis, gaufrage, etc.) une contribution décisive qui intéressait non seulement l'architecture navale mais encore les travaux maritimes.

Après avoir professé à l'École d'Application du Génie maritime le cours de résistance des matériaux, qui lui valut l'attribution du Mérite naval espagnol, il s'attacha à l'enseignement de la théorie du navire, dont le succès et la portée dépassèrent vite le cadre de l'École. Sa *Théorie du navire*, publiée dans la Collection Armand Colin, en 1923 et en 1927, fait toujours autorité.

Mais surtout, M. Le Besnerais a contribué dans une large mesure au développement des méthodes expérimentales nécessaires aux progrès de l'architecture navale.

Dès 1913, dans une étude fondamentale publiée par *La technique moderne*, il avait attiré l'attention sur l'urgence pour la France, le pays de Reech, de rattraper le retard causé par la construction tardive d'un bassin d'essai et défini un programme d'expérimentation méthodique.

Chargé du bassin des carènes, de 1915 à 1919, il mit à exécution ce programme et contribua ainsi pour une large part aux études si fécondes dont toute l'industrie navale française recueille aujourd'hui les fruits.

Dans un domaine tout autre, qui est actuellement à la base des préoccupations de l'ensemble de notre industrie, la normalisation, M. Le Besnerais a été aussi appelé à jouer un rôle de premier plan.

Auteur d'un système de normalisation des ajustements (publié dans le *Bulletin* de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale en 1928) que, sur la demande des départements de Défense nationale, le Comité de Normalisation de la Mécanique décida de proposer comme système national et éventuellement international, M. Le Besnerais fut désigné pour représenter la France au sein du Comité 3 de la Fédération internationale des Associations nationales de Normalisation (I.S.A.) et y défendre son projet.

Le système international d'ajustements I.S.A., issu des travaux de cet organisme, norme fondamentale des fabrications mécaniques, porte la marque de la logique et de la clarté françaises que les efforts patients de M. Le Besnerais ont réussi à faire prévaloir.

En décernant à M. Le Besnerais une médaille d'or grand module pour l'ensemble de ses travaux, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale entend rendre hommage, non seulement à la science de l'ingénieur naval, mais au succès de sa contribution à l'œuvre de normalisation, trop longtemps délaissée en France, dont l'importance apparaît capitale pour la vie même de notre industrie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Médailles d'or.

Rapport présenté par le commandant NICOLAU, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur les travaux de M. Paul LE ROLLAND sur les *applications industrielles du pendule.*

La mécanique a donné lieu à des développements mathématiques si remarquables et si féconds que l'on est parfois tenté de perdre de vue ses origines expérimentales.

M. Paul Le Rolland, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes, chargé du cours de mécanique physique et de mécanique des fluides à l'Institut polytechnique de l'Ouest, à Nantes, s'est attaché à appliquer à la mécanique les méthodes physiques dont ses maîtres éminents, Lippmann et Kœnigs, lui ont appris les puissantes disciplines.

Son œuvre, presque exclusivement consacrée à l'étude du pendule, est tout entière dirigée par l'idée, trop souvent méconnue, que la mécanique doit être une science essentiellement inductive qui demande à chaque pas à l'expérience à quel point les corps réels s'écartent des abstractions de la théorie; elle vise constamment et atteint toujours, directement ou indirectement, l'application pratique, la solution de problèmes industriels.

Dans une étude de l'oscillation du pendule par la méthode photographique, qui constitue sa thèse de doctorat (1920), M. P. Le Rolland, après avoir mis au point une méthode expérimentale supérieure à la méthode classique des coïncidences, en donne une application intéressante à la comparaison directe des horloges. Puis, procédant à l'analyse méthodique des effets perturbateurs du mouvement pendulaire, il a l'idée que le pendule doit pouvoir servir à mesurer ces anomalies qu'il intègre en quelque sorte par la répétition presque indéfinie de son mouvement.

Ces anomalies résultent, soit des déformations du corps qui supporte le couteau, soit de la rigidité de la suspension. D'où deux séries d'applications nouvelles du pendule : la mesure de la dureté superficielle et la mesure de la rigidité.

La « dureté Le Rolland », définie conventionnellement par le nombre d'oscillations séparant deux coïncidences d'un pendule reposant par une bille de diamant sur le corps étudié et d'un pendule de comparaison, est une caractéristique d'une incontestable valeur pour qualifier l'état superficiel des corps hétérogènes et notamment des recouvrements tels que cémentations, dépôts électrolytiques, vernis, etc. Aussi l'Académie des Sciences a-t-elle décerné à M. P. Le Rolland, en 1930, le prix Montyon de Mécanique pour ses travaux sur la dureté.

La mesure de la rigidité, donnée par la durée des battements entre deux pendules sympathiques liés au même point d'un ouvrage, a déjà permis à M. P. Le Rolland de fournir aux services de la Marine et de l'Aéronautique des données certaines sur la valeur pratique de certains éléments et assemblages. Le domaine d'application de cette méthode au contrôle de la rigidité et du vieillissement mécanique des constructions est presque illimité. Sur des barreaux d'épreuve, elle donne, avec une élégante simplicité, une mesure précise du module de Young, caractéristique d'intérêt fondamental pour certains matériaux comme les fontes.

La découverte d'une anomalie dans la loi d'isochronisme du pendule à lame

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

élastique et son interprétation par la variation apparente du module de Young en fonction de la déformation ont de même conduit M. P. Le Rolland à des conclusions d'ordre pratique en chronométrie pour le choix de la suspension élastique des pendules d'horloges.

Plus récemment, M. P. Le Rolland, procédant à l'étude théorique du mouvement de deux systèmes oscillants de même période, suspendus au même support, a établi qu'en se bornant aux petites oscillations sans frottement, la différence des élongations de deux pendules ayant exactement la même durée d'oscillation reste toujours une fonction harmonique sinusoïdale du temps, quelles que soient les accélérations du support, et cette constatation l'a conduit à étudier la réalisation d'un dispositif pour la mesure du temps et, par suite, de la gravité, applicable par exemple en bateau ou en avion.

L'esprit essentiellement réalisateur et pratique qui se manifeste dans les recherches théoriques ou expérimentales de M. P. Le Rolland sur le pendule (exposées par M. P. Le Rolland en séance publique de notre Société le 27 janvier 1934) se retrouve dans toute son œuvre de physicien et notamment dans deux études d'une haute portée humanitaire, faites au cours de la guerre pour le Service de Santé : étude de la régularité des antiseptiques (en collaboration avec MM. Richet et Cardot); réalisation de balances d'induction de forme nouvelle et de sensibilité accrue pour la recherche des projectiles dans le corps des blessés.

Professeur, M. Le Rolland se trouvait tout désigné pour former des ingénieurs. Depuis plusieurs années, il apporte, avec une foi ardente, une contribution de tout premier plan à la rénovation de notre enseignement supérieur technique. La liste déjà longue des travaux de recherches effectués par ses élèves, sous sa direction, à l'Institut polytechnique de l'Ouest, suffit à montrer le succès et la fécondité de ses efforts.

En décernant à M. Le Rolland une médaille d'or, pour l'ensemble de ses travaux, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale entend reconnaître à la fois la haute valeur scientifique et pratique de l'œuvre d'un savant réalisateur et la portée de son enseignement pour les progrès de nos industries mécaniques.

*
* *

Rapport présenté par M. P. Dumanois, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur les travaux sur la *résistance des matériaux* de M. H. de Leiris.

Selon l'usage, l'Association technique maritime et aéronautique a demandé à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, l'attribution d'une récompense à un des auteurs des communications présentées à ses sessions annuelles. Elle propose M. H. de Leiris, Ingénieur du Génie maritime, pour l'ensemble des travaux qu'il a effectués et dont l'intérêt pratique ne le cède en rien à la valeur théorique.

Depuis 1931, M. de Leiris a présenté trois communications sur les fatigues à la dilatation des tuyautages de vapeur dont l'intérêt est particulièrement grand pour l'application de la vapeur à haute pression. Ses travaux sur la flexibilité et la fatigue des tuyautages vérifient les théories exposées en 1928 par M. l'Ingénieur général Thuloup que notre Société avait couronnées d'une médaille d'or.

En particulier, à la session de 1933, M. de Leiris communiquait les résultats

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'une série d'expériences complémentaires sur la fatigue et la dilatation des tuyautages de vapeur, mettant en évidence l'influence considérable, dans tous les cas, de l'ovalisation des sections sur la distribution des tensions. Il indique lui-même que les résultats sont trop peu nombreux pour pouvoir en tirer des conclusions parfaitement explicites et conduire à une théorie rigoureuse. On peut espérer qu'il ne s'arrêtera pas en si bon chemin.

A un autre point de vue, M. de Leiris a fait toute une série d'études sur l'altération des laitons en se plaçant dans le cas particulier des tubes de condenseurs.

Il a établi une théorie permettant d'expliquer les phénomènes de « season cracking » et il montre tout l'intérêt de l'essai à l'azotate mercureux.

Dans la communication qu'il a présentée cette année sur ce sujet, il a effectué un essai de classification des actions corrosives et de leurs manifestations, en séparant les avaries résultant des défauts initiaux de fabrication de celles provenant des conditions de fonctionnement. Ses principales manifestations sont la corrosion par dézincification et l'action mécanique de l'eau de circulation. Tous ces travaux conduisent à un ensemble de résultats extrêmement intéressants, contribuant au progrès de la sécurité et méritent l'attribution de la médaille d'or de la Société d'Encouragement.

*
* *

Rapport présenté par M. R. DUBRISAY, au nom du Comité des Arts chimiques, sur les travaux de M. Charles DUFRAISSE sur *l'autoxydation et les antioxygènes.*

M. Charles Dufraisse est professeur à l'École municipale de Physique et de Chimie industrielles et sous-directeur du Laboratoire de Chimie organique au Collège de France. Ses premiers travaux, relatifs à la chimie organique pure, ont porté sur l'isomérie stéréochimique des composés éthyléniques, sur les dicétones et sur le polymorphisme en relation avec l'isomérie.

En collaboration avec Charles Moureu, M. Dufraisse a été conduit à étudier en détail les phénomènes d'oxydation par l'oxygène libre, et les actions catalytiques qui les concernent (actions antioxygène et prooxygène). En dehors de leur intérêt théorique, ces études ont eu de multiples applications techniques à propos de la conservation du caoutchouc, de la stabilisation des carburants et des graisses, de la lutte contre l'incendie, etc. Enfin, plus récemment, M. Dufraisse a découvert une classe de corps organiques, les rubènes, qui ont la propriété d'absorber réversiblement l'oxygène.

La plupart de ces travaux, dont certains ont été publiés en commun avec Charles Moureu, ont été exécutés avec l'aide de jeunes chimistes, français ou étrangers, qui se sont ainsi initiés aux procédés de la recherche. Pour plusieurs de ces jeunes gens, ces travaux ont été le point de départ de thèses soutenues en Sorbonne.

Par la notoriété qu'il s'est acquise tant en France qu'à l'étranger, M. Dufraisse paraît pleinement mériter la médaille d'or que la Société d'Encouragement lui décerne.

*
* *

Rapport présenté par M. Louis PINEAU, au nom du Comité des Arts économiques, sur les travaux de *recherches sur les pétroles* exécutés à l'ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DU PÉTROLE ET DES COMBUSTIBLES LIQUIDES, de Strasbourg, et sur ceux de M. Henri WEISS, *directeur* de cette École.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

De l'enseignement de la guerre on put facilement extraire, parmi d'autres, cette vérité qu'une nation doit s'avouer vaincue avant de combattre si elle manque de pétrole. Bien plus qu'hier cette vérité est aujourd'hui pressante, tant s'avère énorme la quantité de carburants que réclameraient une aviation nombreuse, une flotte chauffant au mazout, une armée motorisée, des transports incessants.

Or, notre pays qui, dans son sous-sol, ne se connaît guère de pétrole, a entendu parer à cette pauvreté en donnant mission à un organisme officiel de définir et d'établir une politique rationnelle de ravitaillement en combustibles liquides. Cet organisme est l'Office national des Combustibles liquides.

On ne dira pas ici le détail de son effort pour défendre les intérêts à lui confiés, et, des multiples témoignages de son activité; on ne retiendra que l'École nationale supérieure du Pétrole et des Combustibles liquides de Strasbourg, dont l'Office assure l'existence. Décrire le mécanisme et les directives de cet établissement, souligner ses tendances, faire le compte enfin des résultats de ses travaux sera démontrer qu'il constitue un centre de haut enseignement et de recherches indispensables à notre pays, qui pratique aujourd'hui, dans des proportions imposantes, le raffinage du pétrole.

L'École du Pétrole, créée en 1924, pourvoit à la formation d'ingénieurs spécialisés. Elle comprend quatre sections : Géologie, Exploitation, Chimie, Raffinage. L'ensemble des cours est commun aux quatre sections. En outre, chacune comporte un enseignement approfondi sur des sujets spéciaux et un enseignement sommaire sur les sujets afférents aux autres sections. Aussi, à leur sortie de l'École, les élèves possèdent-ils une vue d'ensemble sur tous les problèmes relatifs aux combustibles liquides.

L'École, administrée par un conseil d'administration présidé par le Directeur de l'Office, dotée d'un conseil de perfectionnement, est dirigée par M. Henri Weiss, professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg. Elle a formé jusqu'à ce jour 180 ingénieurs diplômés dont l'industrie française fait le plus grand cas.

Le personnel enseignant est le suivant :

M. H. Weiss, professeur de chimie physique; — M. G. Hugel, professeur de chimie organique; — M. L. Boisselet, professeur de chimie analytique; — M. M. Louis, assistant de chimie physique; — M. L. Gangloff, assistant de chimie analytique; — M. J. Jung, professeur de géologie; — M. D. Schneegans, assistant de géologie; — et M. K. Alexanian, assistant chargé de la géophysique.

L'œuvre scientifique de l'École est importante et variée; elle comprend des études et des recherches portant sur la géologie, l'exploitation, le raffinage et la chimie du pétrole.

Les travaux géologiques exécutés par le personnel de l'École doivent être répartis sous deux rubriques : d'une part les prospections géologiques, d'autre part les travaux de géophysique appliquée. Les premiers sont les comptes rendus d'études exécutées dans le Sundgau (Alsace), la région des Pyrénées et des Landes, le Maroc, la Syrie et l'Afrique équatoriale française. M. Jung a dirigé personnellement ces diverses missions. Les travaux de géophysique ont comporté l'étude de certaines régions (Limagne, Pyrénées, Alsace) et la mise au point de certains perfectionnements dans l'utilisation de procédés magnétiques. Ils ont été exécutés successivement par M. Geoffroy et M. Alexanian.

Dans le but de les initier aux principes de la recherche expérimentale, les élèves

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de la section Exploitation ont été placés devant des problèmes techniques, tels que l'imprégnation et le drainage des sables, qui conduisirent à l'étude systématique de l'influence de la nature des sables, des propriétés physiques du liquide imprégnant, des phénomènes de capillarité. Le problème de la résistance apportée par les sables de diverses natures à la circulation des liquides et des gaz a été également étudié, en même temps que la fermeture des eaux par cimentation.

Les élèves de l'option Raffinage procédèrent à des recherches sur des phénomènes de conductibilité thermique, de chaleur spécifique et de plasticité des huiles aux basses températures. L'ensemble de ces études a été exécuté sous la surveillance particulière de M. Louis.

Les travaux groupés autour de la section Chimie sont des plus nombreux. Rappelons d'abord qu'ils ont été effectués par trois services différents : laboratoire de chimie organique, dirigé par M. Hugel; laboratoire de chimie analytique, dirigé par M. Boisselet; laboratoire de chimie physique, dirigé par M. H. Weiss.

Certaines recherches ont porté sur la mise au point de procédés d'analyse des produits du pétrole, par exemple : le dosage du soufre (L. Boisselet); le dosage des carbures non saturés aliphatiques par les complexes mercuriques ou l'indice de rodane. Ce dernier travail a conduit à des développements intéressants sur les vitesses de réactions (G. Hugel et ses élèves).

Toute une série de travaux ont eu pour but la mise au point de techniques physico-chimiques pour l'étude des huiles : la viscosité absolue (M. Louis); les tensions de vapeur (M. Iselin); la distillation dans le vide cathodique (Iselin, Chmelevsky, Penhoat, Louis); la tension interfaciale (E. Vellinger); la dispersion rotatoire (E. Vellinger); la spectrophotométrie dans le visible (E. Vellinger); la spectrographie dans l'ultra-violet (E. Vellinger et Klinkenberg); la spectrographie par les rayons X (N. Yannaquis).

Certains phénomènes d'importance technique ont donné naissance à une série de travaux systématiques :

L'étude du craquage d'hydrocarbures purs à la pression ordinaire et sous pression élevée, commencée par M. Gault, a été considérablement développée par M. Hugel et ses élèves. Il a conduit à l'élaboration de règles générales qui dépendent de la structure du carbure et des conditions de pression et température. L'étude du brai a été l'origine de deux catégories de travaux : d'une part, sur la constitution du brai, d'autre part sur l'hydrogénation. Cette hydrogénation a d'abord été étudiée à pression élevée sur les hydrocarbures, sans l'adjuvant de catalyseurs; puis avec l'adjuvant des catalyseurs métalliques sur les hydrocarbures et sur le brai lui-même (G. Hugel et ses élèves).

La première étude quantitative de la mécanique chimique d'une réaction organique, l'hydrogénation de la naphtaline, a été réalisée par M. Maillard.

Le raffinage à l'acide sulfurique et l'utilisation de ce réactif pour contrôler le traitement chimique subi par les huiles ont été étudiés par plusieurs auteurs (L. Boisselet, Stoenescu).

Dans un tout autre ordre d'idées, une étude systématique des alcools méthylique et éthylique a été faite par M. Louis du point de vue de la concentration d'inflammabilité et du point de vue de la corrosion des métaux et alliages.

Une mention spéciale doit être faite de l'altération des huiles, en raison du grand nombre de problèmes que cette étude a soulevés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La destruction des huiles par la chaleur seule (pyrogénation) est un phénomène mal connu jusqu'ici, mais qui présente une très grande importance pratique (disjoncteurs électriques, moteurs à combustion interne, explosion de carters). Son étude a été entreprise par M. Maillard qui a déjà déterminé quelques indications précieuses à cet égard.

L'altération des huiles par oxydation est le phénomène qui a été le plus abondamment étudié. M. Salomon a étendu aux huiles à turbines ses recherches sur les huiles pour transformateurs, ce qui a conduit à une étude systématique de la formation et de la destruction des émulsions d'huiles minérales et d'eau (Hemmer). Ce phénomène a été rapproché de l'étude des tensions interfaciales (Vellinger). L'examen de l'altération des huiles à cylindres de machines à vapeur a été abordé par M. Boisselet et ses élèves. L'analyse chimique des dépôts formés par oxydation s'est révélée nécessaire pour acquérir la connaissance du mécanisme même de l'altération (L. Boisselet et Mouratoff).

Le problème de la récupération des huiles usagées a amené à vérifier l'efficacité de certains procédés (Salomon, Maillard, Vellinger).

Du même ordre d'idées est l'altération des huiles à la température ordinaire pendant le stockage. L'importance de la dissolution par les huiles des gaz atmosphériques et l'influence considérable de la lumière du jour ont conduit à l'élaboration de la technique de la photolyse (Vellinger et Maillard).

Les divers travaux des laboratoires de l'École convergent vers la recherche de la structure des hydrocarbures contenus dans les huiles. L'examen des paraffines au microscope polarisant et aux rayons X, les spectres d'absorption des huiles en lumière ultra-violette, l'utilisation des réactions chimiques sélectives d'oxydation et de sulfonation, l'analyse des dépôts sont la contribution de ce qu'on pourrait appeler la méthode analytique. La voie synthétique, par la construction d'hydrocarbures lourds de structure connue (G. Hugel et ses élèves) a déjà fourni des confirmations d'indications données par la voie analytique. Elle a conduit M. Hugel a une étude théorique d'ensemble sur les relations entre la structure chimique, le phénomène d'association physico-chimique et la viscosité absolue.

Il convient enfin de citer les travaux : de MM. Vellinger et Radulesco, sur l'utilisation de la photolyse en vue de suivre le phénomène du gommage des essences de craquage et l'existence d'inhibiteurs naturels; de M. Vellinger, sur l'activité des solutions de bitume, la mise en émulsions et la stabilité de ces dernières, le titrage optique, l'utilisation de l'électrode à antimoine pour le titrage potentiométrique; de M. G. Hugel, sur la fabrication des résines phénoliques.

La haute tenue scientifique et l'utilité pratique des travaux exécutés à l'École ont valu au personnel enseignant de nombreuses missions et plusieurs récompenses.

Dès 1926, l'Union des Syndicats de l'Électricité a chargé l'École de déterminer les méthodes d'appréciation de l'altérabilité des huiles isolantes. Les travaux, dirigés par M. Weiss, ont été effectués par MM. Salomon et Vellinger. M. Weiss a représenté le Comité électro-technique français à la Commission électro-technique internationale réunie en 1927 à Bellagio et en 1930 à Stockholm. Depuis 1927, la Conférence internationale des Grands Réseaux électriques, qui a fondé la Commission permanente d'Études des propriétés électriques, en a confié la présidence à M. Weiss qui, en collaboration avec M. Salomon, coordonne le travail d'une dizaine de laboratoires étrangers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Au Congrès de Chimie industrielle, réuni à Strasbourg en 1928, MM. Hugel et Weiss ont été présidents de sections et M. Louis secrétaire de section. M. Hugel y a obtenu le prix Georges Claude, pour ses travaux sur l'hydrogénation des brais, et M. Louis le prix du Comité local, pour ses travaux sur l'allumage de carburants à base d'alcool et les corrosions des métaux par les carburants. MM. Weiss et Louis furent respectivement président et secrétaire du Comité local du Congrès du Graissage qui se tint à Strasbourg en 1931 et où l'Amérique, l'Allemagne, l'Angleterre et la Belgique envoyèrent des représentants. En 1933, l'Office national des Combustibles liquides délégua officiellement au World Petroleum Congress de Londres MM. Weiss, Jung et Vellinger.

Cet exposé ne serait pas complet si l'on ne marquait ici le rôle qu'a joué depuis plusieurs années M. Henri Weiss, directeur de l'École. Puissamment aidé et encouragé par l'Office, M. H. Weiss est l'animateur du Centre d'Études des Huiles minérales où, entouré de collaborateurs choisis, il eut la charge délicate d'analyser les problèmes techniques présentés et de les traduire sous forme de programmes d'expériences réalisables au laboratoire. Il a également poussé très avant l'étude des phénomènes complexes de l'altération des huiles minérales, en particulier par l'oxydation lente; il a enfin établi les bases solides d'une étude systématique de la structure si complexe, si diverse et jusqu'à présent si mal connue, des huiles minérales.

Étant donné l'importance des travaux de l'École de Strasbourg et la rapidité avec laquelle, grâce à la bonne organisation des recherches, ces travaux ont été menés à bonne fin, la Société d'Encouragement a décidé d'accorder une médaille d'or à l'École nationale supérieure du Pétrole et des Combustibles liquides de Strasbourg, et une médaille d'or à son directeur, M. Henri Weiss.

* * *

Rapport présenté par M. Ed. SAUVAGE, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur les *travaux* de M. Gaston MENIER.

Le *Bulletin* de 1933 a publié deux mémoires de M. Gaston Menier, sur des sujets actuellement de première importance; traités d'une manière claire et précise, la lecture en est facile et agréable, tandis que l'utilité en est grande.

Le premier de ces mémoires a pour objet « Les canalisations de distribution électrique dans les maisons et à bord des navires ». Son auteur l'a soumis au Conseil de l'École centrale des Arts et Manufactures, conseil dont il est président, au Conseil de Perfectionnement du Conservatoire national des Arts et Métiers, conseil qu'il préside également, à l'Association techniqne maritime et aéronautique, où il a été l'objet d'une discussion étendue.

Le deuxième mémoire, présenté au Congrès pour la Sécurité de la Route, qui s'est tenu à Paris en octobre 1933, est intitulé « La sécurité de la route », et n'est pas moins important que le précédent.

Ces deux études, tant par leur nature que par leur présentation, mettent en évidence l'incessante activité de leur auteur. Ses travaux dans une grande industrie, les fonctions de sénateur, la présidence d'institutions importantes qu'il exerce avec autorité, les nombreuses questions d'intérêt général dont il s'occupe continuellement, manifestent sa prodigieuse capacité de travail. M. Gaston Menier est un des membres les plus anciens de notre Société, dont il suit assidument les travaux depuis 1877.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Comme exemple de l'intérêt que porte M. Gaston Menier à toute œuvre utile, il convient de citer la part qu'il prend aux études bibliographiques et à la documentation industrielle, à laquelle il attache une extrême importance.

Une longue étude serait nécessaire d'ailleurs pour rendre compte de la carrière de M. Gaston Menier. Il est intéressant de rappeler que notre Société a récompensé, en 1832, d'une médaille d'or, le grand-père de M. G. Menier (*Bulletin*, t. XXXI, p. 243).

*
* *

Rapport présenté par M. P. VAYSSIÈRE, au nom du Comité d'Agriculture, sur l'*œuvre colonisatrice dans les Territoires du Sud algérien*, de M. Augustin Rozis.

M. Augustin Rozis, né le 19 mai 1870, à Bordeaux, est actuellement, et depuis le 1er janvier 1906, sous-directeur des Territoires du Sud de l'Algérie. Il a été successivement attaché au Service des Affaires indigènes en Algérie, depuis le 9 mars 1894, et chef des Services administratifs et financiers des Territoires du Sud. Il a donc consacré toute sa longue carrière exclusivement au développement économique de l'Algérie; mais c'est surtout dans les Territoires du Sud qu'il a pu exercer une action personnelle et prépondérante en faisant adopter, pour résoudre les problèmes qui se posaient, les plus heureuses solutions.

Il a sous son autorité, après le Directeur naturellement, non seulement les agents chargés des services administratifs et financiers des Territoires du Sud, mais encore des techniciens de tous ordres : l'Ingénieur des Ponts et Chaussées, chef du Service des Travaux publics, l'Ingénieur agronome, chef du Service agricole, le médecin-colonel, Directeur du Service de Santé, et les officiers du Service des Affaires indigènes. A titre d'exemple, voici quelques-unes des œuvres que M. Rozis a pu mener à bonne fin avec le concours de divers collaborateurs :

l'organisation et la mise en train de l'administration du nouveau groupement des Territoires du Sud créé par la loi du 2 décembre 1902;

la construction du chemin de fer de Biskra à Touggourt;

la construction du barrage du Foum-Kherza et du canal en ciment armé de M'lili, dans les Zibans (Biskra);

la construction de la route nationale, de 175 km, de Boghari à Laghouat;

la construction du pont de l'Oued Mzi à l'entrée de Laghouat, dont il a fait aboutir le projet resté en suspens pendant 60 ans;

l'organisation, en 1913, du premier service des transports publics en automobiles de Boghari à Laghouat (175 km);

l'organisation de la Station d'Élevage ovin de Tadmit et la transformation des bâtiments en ferme modèle. Le troupeau de la Station atteint aujourd'hui près de 6.000 têtes et les bâtiments couvrent une superficie de 4.000 m²;

la création d'infirmeries indigènes modèles à Laghouat et à Touggourt, les plus importantes de l'Algérie;

la construction de la route, de 120 km, de Bouktoub à Géryville;

la création des premiers réseaux téléphoniques des Territoires du Sud : Biskra-Tolga-Touggourt; Alger-Djelfa-Laghouat et Ghardaïa, dont il a défendu et fait aboutir les projets malgré la vive opposition des autorités locales qui n'étaient pas encore converties au téléphone;

la mise en route d'études d'ordre général sur l'exploitation rationnelle des nappes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

alfatières s'étendant sur 5 millions d'hectares. En outre, M. Rozis, dans des conférences remarquées, a fait connaître les particularités et l'importance de l'industrie alfatière qui étaient ignorées de la plupart des Algériens.

Voici quelques faits qui mettront en lumière la figure de M. Rozis :

En 1917, il parcourt à cheval et à méhari, avec une faible escorte, toutes les oasis sahariennes pour rassurer les populations indigènes de l'Extrême-Sud, travaillées par les émissaires turcs et tripolitains qui les poussaient à la défection ;

En 1921, pendant une période de disette, alors que sévissait une grave épidémie de typhus, il a visité à cheval, pendant un mois, les tribus nomades les plus atteintes et a organisé sur place, avec les officiers des Affaires indigènes, l'aide aux populations victimes de la faim et de la maladie ;

En 1931, il a présidé et dirigé effectivement la Section agricole du 1er Congrès du Palmier-Dattier tenu à Biskra-Touggourt, où tous les problèmes de la culture du dattier ont été étudiés ;

En 1932, il a créé, en collaboration avec le Service du Crédit agricole du Gouvernement général et la Caisse régionale du Crédit central agricole algérien, la première coopérative de dattes et les caisses de crédit agricole de Biskra et de Touggourt. On s'accorde à reconnaître qu'il réussit ainsi à vaincre toutes les difficultés et toutes les résistances qui s'opposaient à ces créations dont le développement a déjà eu cependant la plus heureuse influence sur l'organisation du crédit aux planteurs et sur la vente des produits du dattier ;

En juillet 1933, M. Rozis s'est rendu dans la région de Laghouat pour redresser la situation des populations dont toutes les cultures fruitières et maraîchères, qui constituent leur principal ressource, avaient été détruites par une invasion de sauterelles ;

En 1933, il a présidé les commissions pastorales de propagande dans le pays du mouton, c'est-à-dire les haut plateaux de Djelfa et de Géryville.

C'est grâce à son initiative, à ses travaux personnels, à une ferme continuité de vues et à la profonde connaissance des hommes et des choses, si particuliers et si variés, de la France africaine, que M. A. Rozis a pu accomplir la tâche gigantesque dont le corps social tout entier récolte déjà aujourd'hui les fruits.

*
* *

Rapport présenté par M. Jean Fressinet, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur la fabrication de la « *Céracolor* », *peinture sur mortiers et ciments*, par MM. M.-G. Mignot et J. Petit.

La fresque, la détrempe, la peinture à la cire et la peinture à l'huile mate sur fonds absorbants furent les principaux procédés employés jusqu'à ce jour pour la décoration murale.

La Céracolor, préparée et mise en vente par les Établissements J.-M. Paillard, est due à la collaboration d'un peintre, M. M.-G. Mignot, et d'un chimiste, M. J. Petit. Ce n'est pas un « ersatz » des procédés précités : c'est une couleur nouvelle permettant aux artistes d'obtenir, rapidement et sans grandes difficultés techniques, des effets décoratifs intéressants sur des matériaux non préparés tels que le ciment, le fibrociment, le plâtre, le bois, le carton, la toile et autres fonds absorbants.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cette couleur, d'une matité agréable, pouvant se délayer à l'eau lorsqu'elle sort du tube dans lequel elle est livrée, durcit et devient indélébile très rapidement au contact de l'air.

La difficulté à vaincre était de préparer un produit qui fût le résultat du mélange intime d'une couleur et d'un véhicule permettant de travailler sur les mortiers de chaux, de ciment, de fibrociment, qui sont à réaction à l'inverse des supports habituels (toile et cartons enduits, etc.) qui ne présentent de réaction ni alcaline, ni acide, et imperméables.

Le véhicule de la Céracolor est constitué essentiellement par de la cire vierge d'abeilles et de la caséine. La caséine n'est pas altérée au contact de petites quantités de chaux, ciment, corps alcalins; la cire vierge d'abeilles, corps neutre, est d'une résistance remarquable aux agents atmosphériques et à la lumière; fondue, elle s'émulsionne parfaitement dans une solution colloïdale et chaude de caséine. Cette émulsion, qui contient d'autres éléments en petites quantités et jouant un rôle secondaire dans sa composition, constitue la nouveauté et l'originalité de la Céracolor.

Ce véhicule est mêlé en proportions convenables à un pigment coloré broyé très finement pour donner un produit ayant à peu près la consistance normale de la couleur à l'huile, mais s'employant à l'eau.

Cette couleur délayée à l'eau est donc une solution colloïdale de caséine dans laquelle se trouvent en suspension cire et pigment mêlés ensemble.

Au contact d'un support poreux, elle se divise en deux parties : le liquide eau plus caséine est absorbé d'autant plus rapidement que la surface est plus poreuse entraînant avec lui de faibles quantités de cire et de couleur; la partie solide, cire et couleur reste dans les pores de la surface et vient la colorer. Avec cette partie solide, il reste assez de solution colloïdale pour qu'après dessiccation, la cire et le pigment coloré adhèrent parfaitement au support.

Dans le cas des supports alcalins : chaux, ciment, fibrociment, le pigment enrobé dans la cire ne craint plus l'action destructive de ces matériaux.

La touche colorée est indélébile à l'eau, ainsi qu'en conclut le procès-verbal d'essai du Conservatoire national des Arts et Métiers du 16 janvier 1933. Après essai de résistance à l'action de l'eau, des gaz acides carbonique, sulfureux et sulfhydrique, des vapeurs d'ammoniaque, de l'atmosphère marine, de la chaux, et de la lumière solaire, il a été constaté qu'aucune des couleurs déposées ne subissait d'altération.

Outre sa résistance à la lumière, à la chaleur et à l'humidité, la Céracolor offre aux artistes les avantages suivants : stabilité de valeur au séchage, que ne possèdent ni la tempera ni la fresque, et facilité de travailler sur des supports mobiles tels que le fibrociment, le cellotex et le bois contreplaqué, facilité appréciable en certains cas, puisqu'elle permet non seulement de mener de front les travaux de décoration et la construction mais aussi d'isoler les panneaux décoratifs des murs humides ou salpêtrés.

La palette de Céracolor est composée de 15 nuances stables permettant d'obtenir tous les effets décoratifs désirables.

Plusieurs peintres connus tels que Maurice Denis, Desvallières, Balande, Méheut et Dupas ont déjà exposé des œuvres réalisées en Céracolor au dernier Salon des Artistes décorateurs et à l'Exposition spéciale de la Fédération française des Artistes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

où se trouvaient en outre les œuvres primées à un concours organisé entre toutes les écoles d'art de France. Un jury présidé par M. Magne fut chargé du classement difficile des 750 concurrents.

C'est M. Mignot qui a signalé aux Établissements Paillard l'utilité pour les artistes d'une couleur pouvant réunir les avantages que nous venons d'indiquer et c'est lui qui a fait tous les essais nécessaires pour arriver à la mise au point actuelle de ce nouveau procédé.

M. Mignot est un ancien élève de l'École des Beaux-Arts et de l'École des Arts décoratifs; il est professeur diplômé de dessin des lycées et collèges; il exécuta diverses décorations murales et exposa au Salon des Artistes français où une de ses œuvres a été acquise par l'État.

Quant à M. Petit, c'est lui qui a étudié, réalisé et mis au point la Céracolor. Ingénieur-chimiste, sorti premier de sa promotion de l'École de Physique et de Chimie industrielles, M. Petit est attaché depuis près de 28 ans aux Établissements Paillard dont il est actuellement le directeur technique; il a été récompensé à ce titre dans diverses expositions, entre autres celle des Arts décoratifs de Paris, en 1925, et celle de Barcelone, en 1929.

Pour leur réalisation de la Céracolor, la Société d'Encouragement décerne une médaille d'or à M. M.-G. Mignot et une médaille d'or à M. J. Petit.

***

Rapport présenté par M. Maurice Lacoin, au nom du Comité de Commerce, sur la collaboration de M. Étienne Villey, aux œuvres sociales du Groupe des Industries métallurgiques, mécaniques et connexes de la Région parisienne et notamment son étude du *mouvement des salaires* dans la Région parisienne.

M. Étienne Villey a fait à notre Société, le 13 mars 1933, une très belle conférence sur l'œuvre sociale des groupements industriels français. Mais, au cours de cette conférence, M. Villey n'a pas indiqué combien sa collaboration à toute l'œuvre du Groupe des Industries métallurgiques, mécaniques et connexes de la Région parisienne avait été importante, ni surtout quels progrès il avait fait réaliser à la documentation et à l'étude scientifique du mouvement des salaires dans la région parisienne.

Suivant ses indications, et grâce à ses soins, il a pu constituer un service rassemblant, pour toutes les professions intéressées, une documentation précise sur les salaires par catégories. Une méthode a été créée pour enregistrer les salaires réels distingués entre les différentes catégories d'ouvriers et établir ainsi une mesure des salaires, à la fois très exacte et très indépendante. Cela n'a pu être réalisé qu'en raison de la méthode établie par M. E. Villey et aussi grâce à la confiance qu'il a su inspirer à tous les industriels qui ont accepté non seulement de fournir des renseignements exacts sur les salaires de leurs ouvriers mais aussi d'en permettre le contrôle.

On sait combien, en matière scientifique et industrielle, la création d'une méthode de mesure des phénomènes est en général la source des progrès techniques les plus importants. De même, dans les sciences sociales, l'établissement de données précises, permettant de remplacer les informations tendancieuses par des faits est un facteur prépondérant de progrès et de paix sociale.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il est certain que la tranquillité tout à fait remarquable dont a joui la région parisienne au point de vue des grèves depuis quelques années doit être attribuée à cette connaissance exacte des salaires, ce qui a permis aux patrons de présenter, dans les discussions concernant les salaires, des chiffres précis et incontestables, dont la valeur a souvent été appréciée par les Pouvoirs publics et les tribunaux. Souvent aussi, ils ont réussi à convaincre, sans heurt, les syndicats ouvriers, que les demandes présentées par leurs adhérents étaient ou exagérées ou injustifiées.

La Société d'Encouragement devait mettre en évidence ce grand progrès social en attribuant à M. Étienne Villey une de ses récompenses.

***

Rapport présenté par le médecin-colonel Dr S. ABBATUCCI, au nom du Comité de Commerce, sur l'*œuvre d'enseignement et d'éducation française* de l'UNIVERSITÉ « L'AURORE », de Chang-haï.

A l'époque déjà lointaine où nous exercions en Chine les fonctions de médecin de l'influence française, il nous arriva un jour, au hasard d'une pérégrination, de débarquer dans une petite île perdue dans les mers du Sud, qui pouvait bien avoir 12 km de tour. Elle était habitée par deux missionnaires français et quelques chrétiens échappés à la persécution religieuse. En nous mettant à leur recherche, nous nous trouvâmes tout d'un coup devant le mur blanc d'un presbytère sur lequel avaient été écrits ces mots : *Gesta Dei per Francos*. Ainsi, la phrase que le moine Guibert avait gravée sur la page d'un manuscrit vénérable, il y a huit siècles, était venue éclore sur la façade d'une humble église exotique. Et, en effet, avec des ressource dérisoires, car la Mission ne leur donnait que 300 fr par an, les deux apôtres avaient bâti, avec leur foi et leur dévouement : leur maison, deux églises, une Sainte-Enfance, un dispensaire, une léproserie, en un mot tout ce qui constituerait aujourd'hui un armement d'hygiène sociale. Depuis, ils sont morts, obscurément, à la peine et l'un d'eux, lorsque je le vis pour la première fois, avait déjà 43 années de présence ininterrompue en Extrême-Asie.

Aussi, ai-je été heureux que le Président du Comité de Commerce, qui s'occupe d'œuvres sociales, ait bien voulu me charger de présenter l'œuvre d'autres missionnaires en Chine : l'Université l'Aurore, de Chang-haï, organisée par les Pères Jésuites.

Les origines de cette maison d'éducation française remontent à 1853; mais ce n'est que le 1er mars 1903, après bien des vicissitudes d'ordre politique, que l'Aurore put ouvrir ses portes sous les auspices d'un lettré chrétien distingué, M. Joseph Ma.

Presque aussitôt des discussions locales, soulevées par les élèves eux-mêmes, commencèrent à propos de l'établissement du programme d'études. Leurs exigences étaient au moins singulières, car, en une courte période de deux ans, ils prétendaient à être instruits sur le français, l'anglais, l'allemand, l'italien, le russe, la philosophie, l'escrime et la danse!

Tous ceux qui ont vécu en Extrême-Orient à cette époque savent la patience et la persévérance qu'il fallait déployer pour vaincre la résistance du milieu. Mais ce sont là vertus de missionnaires, qui ne se laissent jamais rebuter par les obstacles terrestres, et l'un des plus illustres d'entre eux, Mgr de Guébriant, me faisait un jour l'honneur de m'écrire qu'il ne fallait pas s'en étonner, car « si Dieu a voulu que le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bien se fasse sur la terre, il n'a jamais voulu qu'il se fît facilement ». Beaucoup de nos œuvres franco-chinoises, comme l'hôpital de Canton, ont été arrosées du sang de leurs martyrs.

Le projet fut repris en 1908, et, bientôt, devant une prospérité toujours grandissante, les bâtiments de Zi-Ka-Wei devinrent insuffisants, et une troisième Aurore surgit sur les terrains de la Concession française de Chang-haï. Elle comprend aujourd'hui :

Un cours préparatoire où l'on enseigne le programme du baccalauréat, et un cours supérieur, donné par trois facultés : droit, médecine, sciences.

A la Faculté de Droit, on professe les matières de la licence, allégées de tout ce qui ne présente pas d'intérêt pour les Chinois. Les maîtres sont des pères ou des laïcs. Elle compte 50 étudiants.

A la Faculté des Sciences, le diplôme n'est accordé qu'aux étudiants ayant passé avec succès les trois certificats : mathématiques, physique et chimie ; 55 élèves.

A la Faculté de Médecine, la plus prospère car elle a 108 étudiants, les études durent six ans et sont calquées sur le régime français.

L'Université l'Aurore jouit non seulement de l'estime des familles, mais aussi du Gouvernement chinois qui, depuis le 17 décembre 1932, reconnaît à ses diplômés les prérogatives du diplôme d'état.

2.500 étudiants ont déjà été instruits par ces écoles, et beaucoup d'entre eux ont occupé des situations administratives ou industrielles importantes : 57 Auroriens ont été employés par le Gouvernement, dont 12 au Ministère des Affaires étrangères ; d'autres ont servi comme ingénieurs du Chemin de fer de Kin-Han, de Long-Haï, dans les mines de charbon de Tang-Chan, à l'usine électrique de Chang-haï. Leurs docteurs en médecine dirigent les hôpitaux de Wen-Tchou, de Hang-Tcheou, de Pao-Ting-Fou, Man-Chang, Kinkiang, Ning-Po.

Nous ajouterons aussi un détail que la modestie du R. P. Henri Belval a passé sous silence dans sa conférence du 6 mai 1933 [1], c'est que l'Observatoire installé depuis de longues années à Zi-Ka-Wei par les Pères Jésuites, est un des plus réputés du monde, et qu'il a sauvé bien des vies humaines en signalant à l'avance aux navigateurs le passage des typhons qui, à certaines époques de l'année, exercent de terribles ravages dans la mer de Chine et le golfe du Tonkin [2].

Tels sont les résultats des efforts accomplis par les Pères Jésuites depuis près de 80 ans dans la région de Chang-haï. Au moment où le Céleste Empire d'autrefois est secoué par des convulsions dangereuses, il est bon que quelques Français, particulièrement avertis de ces dangers et de ces menaces, puissent faire entendre là-bas des conseils autorisés.

C'est pour cela que l'œuvre de l'Université l'Aurore mérite d'être soutenue et félicitée et, en lui accordant la médaille d'or, non seulement la Société d'Encouragement encouragera notre industrie nationale, mais elle récompensera aussi les meilleurs pionniers de l'influence française à l'étranger.

(1) Voir le *Bulletin* d'octobre 1933, p. 481.
(2) Voir le *Bulletin* de novembre 1930, p. 863 : *La prévision des typhons du Pacifique*, par le R. P. Pierre LEJAY.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Rapport présenté par M. Georges RISLER, au nom du Comité de Commerce, sur l'*œuvre* du SERVICE SOCIAL DE L'ENFANCE EN DANGER MORAL.

Pendant bien longtemps, l'enfant délinquant traduit devant le tribunal pour enfants et adolescents, fut abandonné à son triste sort.

Le Service social de l'Enfance en Danger moral, créé à Paris en mai 1923 [1], à la demande même des magistrats du Tribunal pour Enfants et Adolescents délinquants du département de la Seine, a eu pour mission de pallier l'insuffisance des moyens de répression et d'aider les magistrats du tribunal dans le rôle d'éducateurs de protecteurs de l'enfance.

Cette Association, qui a pour président M. Henri Rollet, juge honoraire au Tribunal de la Seine, avocat à la Cour d'appel de Paris, président de l'Association internationale pour la Protection de l'Enfance, et pour animatrice Mme Spitzer, qui en est secrétaire générale, a, dans ses attributions, deux objets également importants : l'un d'étude et de documentation, l'autre de soins et d'éducation proprement dite.

Toute assistante du service social, ayant reçu une formation professionnelle adaptée à sa future fonction, sert de liaison entre le magistrat et la famille de l'enfant, l'enfant lui-même et les institutions publiques ou privées qui s'occupent de l'enfance à un titre quelconque.

Son action est triple; elle a pour but :

1° de faire sur l'enfant et son entourage des enquêtes sociales et familiales qui, complétées par les consultations médico-psychiatriques et syphiligraphiques du service, documentent le magistrat sur l'histoire de l'enfant et les causes réelles de sa déchéance;

2° de proposer des solutions aux juges : mesures d'éducation, soins, changement de milieu, etc;

3° exécuter les mesures édictées et, en particulier, exercer sur l'enfant et sa famille la surveillance amicale et l'influence éducative prolongée prescrites.

L'Administration pénitentiaire ainsi que la Préfecture de Police ont, à l'heure actuelle, constamment recours à cette association pour l'examen et la protection d'enfants dont les parents ont dû être internés pour maladie mentale ou par condamnation judiciaire. Enfin, le Service vient également en aide à des parents ou des adolescents qui s'adressent spontanément à lui.

Depuis 1929, une maison d'accueil et d'observation, « Le Foyer de Soulins », a été créée à Brunoy en Seine-et-Oise, à l'intention des enfants difficiles; c'est un centre d'observation et un centre d'éducation pour réformer l'enfance délinquante.

Ils sont soignés là dans un milieu se rapprochant du milieu familial; ils y mènent la vie active qui convient à leur âge, avec classes, gymnastique, jeux, travaux dans la maison et au jardin.

Après une observation, dont la durée varie de deux à six mois, pratiquée suivant les méthodes scientifiques les plus modernes, les mesures d'éducation les mieux appropriées sont prises pour chaque enfant.

(1) Siège social, 36, quai des Orfèvres, Paris (1er).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Depuis sa création, l'Association s'est adressée à 5.135 familles et a suivi et orienté plus de 10.000 enfants et adolescents.

Elle possède actuellement 28 assistantes professionnelles et 5 secrétaires qui tiennent à jour les dossiers des enfants surveillés.

Elle a créé à son siège administratif 4 consultations médico-psychiatriques par semaine où ont lieu également des examens d'orientation professionnelle.

Elle a enfin institué des services annexes destinés à compléter son action médico-sociale : leçons, bibliothèque, vestiaire, etc.

Mais cette tâche de relèvement n'est pas la seule que poursuit l'Association : elle se préoccupe également de prévenir le mal.

De même que les colonies de vacances, les préventoriums, luttent contre la maladie avant qu'elle se déclare, les assistantes du Service social de l'Enfance en Danger moral, éclairées par les examens psychiatriques et psychologiques pratiqués dans les consultations du Service, s'attachent à éviter des maladies nerveuses, à prévenir des écarts de conduite, à redresser en temps voulu des enfants et adolescents d'ascendance inquiétante et à éviter ainsi la criminalité précoce.

La Société d'Encouragement a estimé qu'il y a là une initiative des plus intéressantes qui comble d'une façon particulièrement heureuse une lacune de notre organisation sociale et a décidé de décerner une médaille d'or au Service social de l'Enfance en Danger moral.

*
* *

Rapport présenté par M. Georges Risler, au nom du Comité de Commerce, sur le Foyer féminin du Havre.

Le nombre des institutions existant en France en faveur des femmes isolées est infime et, alors qu'une Anglaise débarquant à Paris trouve immédiatement un home où elle pourra loger en toute sécurité, un restaurant féminin où prendre ses repas, un studio où elle pourra travailler, nos femmes françaises sont à peu près dépourvues de tous ces avantages.

Ce péril, — car c'en est un —, n'avait pas échappé à la présidente du Conseil des Femmes françaises, Madame Jules Siegfried, philanthrope et totalement dévouée au progrès social sous toutes ses formes.

S'étant rendu compte que la pénurie d'institutions de cet ordre était encore plus grande en province qu'à Paris, elle fonda au Havre, dans les dernières années de sa vie, un Foyer féminin [1], d'abord très modeste, mais qui, peu à peu, prit de l'importance. Aujourd'hui, la société qui gère cette œuvre est dans ses meubles, installée dans une fort jolie maison avec jardin.

Tout y est modeste, absolument confortable et rien de ce qui peut être utile n'a été oublié. Les chambres, pourvues d'eau courante et chauffées, ensoleillées, aérées, assurent des conditions d'habitation absolument salubres. Un salon commun où l'on peut écrire, lire, causer, faire de la musique, est à la disposition des pensionnaires qui trouvent dans l'immeuble même un restaurant confortable et gai où leur sont servis des repas à des prix tout à fait modiques.

Ici, les femmes laborieuses, momentanément éloignées du milieu familial, peu-

(1) Siège social, 1, rue Pierre-Faure, Le Havre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vent voir les tristesses de leur isolement largement atténuées; elles peuvent se sentir au moins en famille sinon dans leur famille.

C'est à la suite des longs efforts de Madame Jules Siegfried et de sa nièce, Madame Olivier Senn, née Siegfried, que cette belle œuvre a pu prendre tout son développement et rendre les services exceptionnellement importants qu'elle procure; aussi, la Société d'Encouragement croit-elle devoir lui témoigner sa sympathie et lui apporter ses encouragements en décernant une médaille d'or au Foyer féminin du Havre et une médaille de vermeil à Madame Olivier Senn, qui préside actuellement à la marche et à l'accroissement de cette très belle œuvre avec une intelligence, une générosité et un dévouement admirables.

***

Rapport présenté par M. Georges Risler, au nom du Comité de Commerce, sur la Caisse de Compensation de la Région parisienne, pour *allocations familiales*.

L'une des initiatives sociales les plus remarquables dans son esprit et dans ses résultats a été, depuis 15 ans, la création dans l'industrie des allocations familiales.

Ce sont les patrons eux-mêmes qui, en toute liberté et par une généreuse inspiration, ont décidé d'offrir à ceux de leurs collaborateurs qui ont des enfants, des allocations spéciales venant s'ajouter au salaire et diminuant d'autant leurs charges familiales.

On a immédiatement appelé du nom le plus juste « caisses de compensation » les organismes chargés de ce service.

En effet, il y a bien là une compensation et si nous osions employer ce terme, nous dirions une véritable péréquation établie entre ceux qui vivent seuls ou sans enfants, payant infiniment moins d'impôts et ne prenant qu'une faible part à la défense de la patrie et ceux qui remplissent pleinement leur patriotique devoir.

Ces caisses de compensation touchent aujourd'hui 4.600.000 personnes en France et distribuent chaque année quelque 1.700 millions d'allocations familiales.

Il est aisé d'évaluer à quel point le bien être de ces si intéressantes familles s'en trouve accru.

L'une des toutes premières caisses fondées a été celle de la Région parisienne [1] à la tête de laquelle est notre éminent collègue M. Pierre Richemond. Cette caisse a été organisée sur des bases très larges et a, dès son origine, ajouté à son but primitif une admirable organisation d'infirmières-visiteuses et divers avantages particulièrement importants au point de vue de la situation morale et de la santé des travailleurs.

La Caisse de Compensation de la Région parisienne a été fondée en 1920.

Dès l'origine, elle groupait 490 maisons employant environ 150.000 travailleurs auxquels elle versait annuellement 14 millions d'allocations familiales, représentées surtout par une allocation mensuelle donnée en proportion du nombre des enfants et maintenue jusqu'à la limite d'âge de ceux-ci, même en cas de maladie, voire du décès du chef de famille. La Caisse groupe à l'heure actuelle près de 5.000 maisons employant 430.000 travailleurs, auxquels elle verse annuellement près de 90 millions d'allocations.

Au début, les fondateurs de la Caisse étaient guidés vers le régime des allocations

(1) Siège social : 10, rue Viala, Paris (15e).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

familiales par une idée pratique, la régularisation des salaires adaptés à la vie chère. Ils y voyaient aussi une intéressante application de philanthropie, dominée par une préoccupation d'ordre social aboutissant à un accroissement de ressources au profit de la famille, et permettant qu'en cas de crise, les licenciements soient conduits de telle façon que les travailleurs chargés de famille souffrent moins que les autres du ralentissement des fabrications.

Au fur et à mesure que progressait l'œuvre nouvelle, orientée vers la préoccupation de l'enfance, les promoteurs étaient amenés tout naturellement à confier à la diplomatie féminine la mission de porter au foyer les conseils et les soins de l'hygiène prénatale et de la puériculture. C'est ainsi que fut créé en 1922 un service de cinq *infirmières-visiteuses*. Le « Service social » de la Caisse était né [1]. Il a pris, progressivement, un singulier essor, grâce, il faut le dire, à l'intelligence, à l'activité et au sens social aigu du directeur de la Caisse, M. Maignan, grâce aussi surtout à l'apostolat ingénieux de la directrice hors de pair du Service social, Mademoiselle la prestigieuse surintendante Madeleine-Marie Hardouin, dont la croix de la Légion d'honneur vient de récompenser dernièrement, dans des conditions particulièrement flatteuses, les éminents mérites.

Les résultats du Service social de la Caisse ne se sont pas fait attendre. Quand il a été constaté par les statistiques, non seulement que la mortalité infantile tendait à être, dans le personnel ouvrier de la Caisse, *la moitié de ce qu'elle est à Paris, quartiers riches compris*, mais encore que l'élément de sécurité apporté à la famille contrecarrait, dans une proportion très appréciable, la tendance à la dénatalité, la Caisse s'est rendu compte que ses buts primitifs étaient singulièrement dépassés et elle a donné à Mlle Hardouin les moyens d'intensifier son action et de lui donner tout le développement qu'elle comportait.

A l'heure actuelle, le Service social comporte 108 infirmières-visiteuses, toutes diplômées, qui parcourent journellement la région parisienne et effectuent chaque année près de 200.000 visites à environ 45.000 familles.

Ces visiteuses ne sont pas des infirmières soignantes; ce sont plutôt des assistantes sociales qui cherchent à apporter toutes les formes d'aide sociale correspondant aux diverses difficultés que peut éprouver la cellule familiale ouvrière.

C'est ainsi que leur technicité s'exerce en matière de maternité et d'hygiène infantile : en 1932, 17.869 visites prénatales, 20.310 visites de nourrissons.

C'est ainsi qu'elles s'occupent de l'hygiène de la famille et du foyer, prodiguent leurs conseils, provoquent la visite médicale de telle mère insouciante ou de tel enfant suspect : en 1932, 15.813 enfants de plus de 2 ans et 13.464 adultes ont été orientés sur des consultations diverses, 4.554 traitements d'enfants ont été commencés.

Par ailleurs, la visiteuse s'occupe des démarches administratives que les familles n'ont pas su entreprendre (11.000 démarches de l'espèce en 1932) et organise le placement des enfants, soit pour une longue durée, soit en colonies de vacances (3.250 enfants ont effectué, en 1932, des séjours à la campagne, à la mer ou à la montagne).

Les visiteuses s'intéressent à l'avenir des enfants allocataires; aussi la question d'orientation, si complexe, a-t-elle retenu l'attention du Service social de la Caisse.

(1) Voir en outre, sur ce sujet, une étude de M. Étienne Villey, parue dans le *Bulletin* de décembre 1933, p. 632.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est en vue de répondre à ce problème éminemment actuel qu'a été ouvert au siège de la Caisse, 10, rue Viala, un *laboratoire de psychologie et d'orientation*. Il donne aux parents des indications précises basées sur l'examen de psychologie très complet subi par chaque sujet : ses dispositions naturelles intellectuelles et manuelles, ses qualités et ses défauts sont ainsi mis en lumière et permettent une déduction pratique d'orientation. Ce service s'adresse non seulement aux enfants normaux qui, arrivés à la fin de leurs études, doivent faire choix d'une profession, mais aussi aux retardés, aux indisciplinés de l'école dont il découvre le point faible, qui est souvent une tare physique. Il s'intéresse enfin aux cas de mésentente familiale, d'enfants mal adaptés à leur milieu. Il a pris un très rapide développement, les services officiels de neuro-psychiatrie, de psychologie et d'orientation ayant eu leur attention attirée sur les résultats pratiques obtenus.

Enfin la partie la plus attachante du rôle des infirmières-visiteuses est peut-être leur *action morale au foyer*. Le Service social de la Caisse tient à garder, vis-à-vis des familles ouvrières, le sens éducatif de l'encouragement à l'effort personnel. Il ne se contente pas de procurer l'aide matérielle; il tend à réveiller chez l'individu abattu la flamme qui en fera le vrai collaborateur de l'effort social; il veut lui donner le désir de lutter lui-même. Les visiteuses sont « de la famille »; elles sont l'amie qu'on attend, l'appui et le réconfort sur lequel on compte, et leurs avis amicaux sont toujours écoutés.

Aussi reçoivent-elles leur meilleure récompense, celle à laquelle elles tiennent par-dessus tout, dans l'accueil qui leur est fait par les familles. A l'origine, elles ne se rendaient qu'à l'invitation des employeurs, qui leur signalaient les familles ouvrières à voir. En 1932, à peine 2.000 familles sur 45.000 ont été visitées sur l'indication des employeurs; *toutes les autres l'ont été sur leur propre demande*. La Caisse ne compte plus les lettres que reçoivent ces collaboratrices au dévouement éclairé et qui les tiennent au courant des menus incidents du foyer. Il est touchant de voir leur chaleur quand elles soutiennent une cause auprès de leur directrice, leur émoi quand elles craignent de la perdre, leur joie quand elles l'ont gagnée.

Par ailleurs, en 1927, à la demande de quelques industriels, le Service social a organisé des cours d'*enseignement ménager*, dans le cadre de la loi instituant la taxe d'apprentissage. L'essai fut concluant. Les 10 centres alors créés, formant 11 cours professés à 130 élèves, sont devenus à l'heure actuelle 68 centres formant 163 cours professés à 2.045 élèves. Ces cours, qui durent quatre années, soit deux années normales, plus deux années de cours de perfectionnement, sont installés dans les usines mêmes pour les établissements importants, et, pour les autres, dans des écoles municipales, des patronages, des cités-jardins. Les jeunes filles et jeunes femmes y apprennent tout ce qu'il est nécessaire à une bonne maîtresse de maison de savoir et ce que beaucoup de mères de famille ignorent : coupe, couture, mode, raccommodage, blanchissage, repassage, cuisine, hygiène médicale, puériculture. La Caisse donne en récompense, à celles qui se sont montrées assidues, les matériaux nécessaires pour se confectionner un trousseau.

La Caisse s'occupe aussi des *loisirs* de ses élèves. Une bibliothèque bien choisie leur est ouverte. Elles participent à des réunions dans des cours de « bricolage », où elles apprennent mille choses utiles pour décorer et enjoliver leur intérieur, dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des cours de chant et de rythmique. Des promenades dans les musées, à la campagne sont organisées pour elles.

Enfin, l'action développée à Paris a été complétée par l'organisation à Brenod, dans l'Ain, d'un camp pour jeunes filles, réservé aux élèves des cours, lesquelles, au nombre de 615 en 1933, ont été passer 10 jours de repos dans le Jura.

Le Service social compte également à son actif un *centre de nourrissons* à Mandres, un petit *centre de repos* à Nogent-sur-Vernisson, et deux *dispensaires*, dont l'un, réalisé rue de l'Aqueduc en 1930, a donné l'an dernier plus de 18.500 consultations, et dont l'autre, situé, 10, rue Viala, fonctionne depuis le début de 1933.

Ce second dispensaire, qui rencontre tous les suffrages des nombreux et éminents médecins et chirurgiens qui lui prodiguent leur concours de spécialistes, est un véritable dispensaire modèle couvrant 1.500 m². Il est doté de quatre salles de consultation, d'une salle de radioscopie, d'une salle de radiographie, d'une salle de pansement, d'une salle de stérilisation, d'une salle d'hydrothérapie, d'une salle de soins spéciaux (rayons ultra-violets, infra-rouges, électrothérapie), d'une salle d'opération et d'un laboratoire. Une petite clinique, surtout destinée aux enfants, lui est annexée, sans compter une pouponnière et une garderie d'enfants.

Deux professeurs, dont un membre de l'Académie de Médecine et cinq médecins des hôpitaux, comptent parmi les collaborateurs du Service social de la Caisse de Compensation de la Région parisienne, assurant ainsi à son organisation médicale toute la technicité désirable.

Notre regret est extrêmement vif de ne pouvoir proposer d'offrir au fondateur et président de cette magnifique institution la plus haute récompense que nous puissions attribuer.

Hâtons-nous de dire que la contrariété que nous en éprouvons est heureusement compensée par le privilège qui nous est accordé de le posséder comme collègue très précieux dans notre Conseil. La Société d'Encouragement a donc décidé de reporter sur l'œuvre même et sur sa principale collaboratrice, Mlle Hardouin, son témoignage de reconnaissance en leur décernant à l'une et à l'autre deux de ses récompenses.

*
* *

Rapport présenté par MM. Maurice Lacoin et H. Servonnet au nom du Comité de Commerce, sur plusieurs *œuvres d'artisanat rural.*

Au cours de ces dernières années, le Comité de Commerce a proposé des récompenses en faveur d'un nombre important d'œuvres sociales de Paris et de province qui s'intéressent à la jeunesse ouvrière et employée, soit pour lui donner la formation professionnelle, soit pour lui faciliter l'existence matériellement et moralement, en dehors de l'atelier, du bureau, du magasin. Par ses encouragements, le Comité de Commerce a voulu reconnaître la haute portée morale de ces œuvres dont la magnifique et féconde action sociale apparaît bien plus nécessaire encore dans la difficile période de dépression économique qui continue à sévir sur le monde.

L'an dernier, après avoir discerné encore quelques œuvres de même nature, le Comité de Commerce s'est tourné vers une autre branche d'activité sociale non

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

moins utile aux intérêts du pays, l'artisanat rural, et, à titre de première indication, il a proposé une récompense en faveur de l'École saisonnière d'Agriculture et d'Artisanat rural de Saint-Cère (Lot).

Cette année, les enquêtes se sont poursuivies sur ce terrain, et quatre œuvres remarquables d'artisanat rural ont été distinguées, trois d'initiative officielle et une d'initiative privée.

Il n'est pas besoin d'insister sur l'importance du recrutement et de la bonne formation de l'artisan rural. Pour obtenir le plein rendement du matériel perfectionné dont l'agriculture dispose à notre époque, il faut non seulement l'utiliser avec ménagement mais encore l'entretenir et le réparer convenablement; il est donc nécessaire que, d'une part, l'agriculteur ait lui-même de ce matériel moderne une connaissance pratique suffisante et que, d'autre part, il puisse trouver sur place des artisans suffisamment habiles et exercés pour mener à bien les travaux d'entretien courant.

Œuvres d'initiative officielle.

Les trois œuvres d'initiative officielle pour lesquelles le Comité du Commerce a proposé l'attribution de médailles, sont : l'École pratique d'Industrie et d'Artisanat rural de Gourdan-Polignan (Haute-Garonne) : médaille d'or; — l'École pratique d'Artisanat rural de Neuvic (Corrèze) annexée à l'École d'Agriculture : médaille de vermeil; — l'École départementale d'Artisanat rural de Douvres-la-Délivrande (Calvados) : médaille de vermeil.

Ces trois écoles, fondées, la première sous le patronage de M. Ducos, ministre des Pensions, ancien sous-secrétaire d'État de l'Enseignement technique, la seconde sous le patronage de M. Queuille, ministre de l'Agriculture, la troisième sous le patronage de M. Chéron, ancien ministre de l'Agriculture, poursuivent le même but : former, par un enseignement à la fois théorique et pratique, des artisans aptes à exercer les métiers courants qui répondent aux besoins de la vie à la campagne; ces métiers comportent, suivant les directives tracées par le Ministre de l'Instruction publique lui-même, « les anciens, toujours utiles : la maréchalerie, le « charronnage, la menuiserie, la serrurerie, les métiers du bâtiment; les nouveaux, « dont l'importance grandit sans cesse : la mécanique agricole, l'électricité, la con- « duite et la réparation des moteurs, la soudure autogène, métiers industriels, mais « auxquels il faut donner une forme rurale, adaptée aux besoins et aux ressources « de la campagne ».

Nous donnons ci-après, pour chacune des écoles, des indications succinctes sur l'organisation, les effectifs, les résultats obtenus.

École pratique d'Industrie et d'Artisanat rural de Gourdan-Polignan (Haute-Garonne) (Médaille d'or). — Créée en 1928, elle est l'école d'artisanat rural la plus importante de France; sa mission essentielle est la formation de bons artisans ruraux.

Effectifs : 1928-1929 : 238 élèves.
— 1929-1930 : 219 élèves.
— 1930-1931 : 230 élèves.
— 1931-1932 : 272 élèves.
— 1932-1933 : 390 élèves.

L'effectif actuel ne pourrait être dépassé avec les locaux existants.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La durée des études est de trois ans. L'enseignement comporte une partie pratique et une partie théorique.

Sections d'enseignement pratique : ajustage, serrurerie, électricité, menuiserie, charronnage, charpente, maçonnerie. Les sections les plus recherchées sont celles qui concernent la mécanique et l'électricité.

L'École dispose d'ateliers bien outillés. Tous les travaux exécutés par les élèves le sont, soit pour les besoins de l'École, soit pour satisfaire des commandes de clients de l'extérieur, aux prix du commerce. Ces derniers travaux ont produit en 1933 une somme d'environ 50.000 fr. Ce fait dénote la qualité de l'enseignement pratique, et la faveur dont jouit l'École dans les milieux agricoles et industriels de la région.

Une large part est faite à l'enseignement théorique qui comprend : l'enseignement général, le dessin, l'enseignement technique théorique. Aussi les élèves obtiennent-ils de brillants succès aux examens du certificat d'aptitudes professionnelles et du brevet industriel.

Il est fort intéressant de noter que la majorité des élèves, 70 p. 100 en moyenne, restent à la campagne. L'École atteint donc son but essentiel : elle n'arrache pas en général le jeune paysan à son milieu d'origine pour en faire un ouvrier d'usine; au contraire, le plus souvent, elle l'attache à la terre.

École pratique d'Artisanat rural de Neuvic (Corrèze) annexée à l'École pratique d'Agriculture (Médaille de vermeil). — Créée en 1927, pour la formation professionnelle d'artisans ruraux, forgerons, taillandiers, serruriers, électriciens, menuisiers, charpentiers, etc., en vue de l'entretien et de la réparation du matériel agricole et des locaux de la ferme.

Durée des études : 3 ans.

L'effectif, de 26 élèves en 1927, atteint maintenant en moyenne 50.

Les élèves sont internes; l'internat est d'ailleurs commun avec celui de l'École d'Agriculture à laquelle l'École d'Artisanat rural est annexée.

En plus de l'enseignement pratique à l'atelier, les élèves reçoivent un sérieux complément d'enseignement général, un enseignement technique théorique complet (comprenant 6 heures de dessin par semaine), des éléments d'économie industrielle et de législation ouvrière, des éléments de commerce et de comptabilité. A l'atelier, après les exercices d'apprentissage accomplis en première année, les élèves de seconde et troisième année exécutent des travaux d'utilité réelle correspondant aux diverses professions qui leur sont enseignées.

Une caractéristique intéressante de l'École d'Artisanat rural de Neuvic, c'est sa liaison et sa collaboration avec la belle École d'Agriculture de ce centre; les artisans ruraux y sont donc formés véritablement dans le cadre de la vie agricole; ils trouvent dans l'École d'Agriculture voisine, et dans la région, l'occasion d'instructives applications pratiques en contribuant à l'installation, à l'entretien et à la réparation d'un matériel moderne, fréquemment renouvelé pour suivre le progrès agricole,

École départementale d'Artisanat rural de Douvres-la-Délivrande (Calvados) (Médaille de vermeil). — Créée en 1927, cette école forme des artisans ruraux dans les professions suivantes : mécaniciens-électriciens, forgerons-maréchaux-charrons, ajusteurs-mécaniciens, menuisiers-charpentiers, cordonniers-bourreliers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Effectif au 1er octobre 1933 : 97 élèves.

L'École donne aux artisans de la campagne des connaissances professionnelles étendues, leur permettant de se tirer habilement d'affaire dans l'entretien et la réparation d'un matériel agricole maintenant très perfectionné dans la région normande; elle complète en outre l'instruction pratique des jeunes agriculteurs en matière d'outillage agricole. La durée normale des études est de 3 années; mais des stages plus courts, d'une durée de 6 mois au moins, peuvent être accomplis par des jeunes gens n'ayant besoin que d'un complément d'instruction professionnelle.

Comme dans les deux écoles précédentes, l'enseignement est à la fois théorique et pratique. L'enseignement théorique, toujours dirigé dans le sens des applications à la profession, comprend : des compléments d'instruction générale, le dessin, la mécanique, l'électricité, la technologie, les sciences, l'hygiène rurale. L'enseignement pratique est donné dans des ateliers spécialement outillés : menuiserie, charpente, ajustage, serrurerie, forge, maréchalerie; électricité, mécanique agricole et automobile; bourrellerie, sellerie, cordonnerie; plomberie et divers.

De nombreux travaux sont exécutés en vertu de commandes faites par les agriculteurs de la région. Pour encourager les jeunes gens, et surtout pour faciliter leur établissement à la campagne, il est réservé sur le produit des travaux exécutés une somme suffisante pour constituer, au profit de chaque élève ayant terminé régulièrement ses études, le cinquième des dépenses de construction d'une maison et d'un atelier, et des frais d'acquisition d'un outillage.

En résumé, les trois écoles d'artisanat rural de Gourdan-Polignan, de Neuvic, de Douvres-la-Délivrande, remarquablement organisées et parfaitement dirigées, donnent les résultats les plus satisfaisants. Elles serviront certainement de modèles pour la création d'établissements analogues dans d'autres régions agricoles de notre pays. Le Comité de Commerce se devait de les signaler et de les encourager.

Œuvre d'initiative privée.

École d'Artisanat rural « Pittsburgh » de Fontaine-Roux, par Héricy (Seine-et-Marne) (Médaille de vermeil). — Cette école, ouverte en 1927, fait partie d'un ensemble « l'Œuvre des Pupilles et l'École publique de Seine-et-Marne » dont le président du Conseil d'administration est M. Dumesnil, ancien ministre. Les établissements qui dépendent de cette œuvre sont : l'École de Métiers Lafayette, à Champagne-sur-Seine; l'École ménagère Uruguay-France, à Avon; le Centre d'Apprentissage agricole et l'École d'Artisanat rural Pittsburgh, à Fontaine-Roux.

Ces établissements ont été créés en grande partie avec des fonds américains et continuent à être régulièrement subventionnés par les États-Unis.

Le Centre d'Apprentissage agricole a été créé en 1921; il a donc précédé de plusieurs années l'ouverture de l'École d'Artisanat rural, constituant ainsi un centre agricole moderne, très favorable à la bonne formation des artisans ruraux. Les deux établissements sont d'ailleurs sous l'autorité d'un même directeur, M. Robichon, assisté, pour la partie artisanale, de M. Giraud, chef des travaux, ancien élève de l'École de Gourdan-Polignan, et de M. Chevais, professeur.

Le but de l'École d'Artisanat rural Pittsburgh est de former de bons artisans, instruits, adaptés aux méthodes modernes de travail, capables d'assurer l'entretien et la réparation de l'important matériel agricole employé dans cette région fertile.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Effectif actuel : 54 élèves, presque tous internes.

L'enseignement comporte une partie théorique et une partie pratique. La partie théorique comprend un enseignement général et un enseignement visant à la compréhension du métier (technologie, mécanique, électricité, dessin). La partie pratique est dirigée dans le sens artisanal complet, par stages dans les différentes subdivisions des deux grandes sections fer et bois; un petit stage des artisans en fer à l'atelier du bois, et réciproquement, complète les notions acquises dans la spécialité choisie. Les travaux pratiques, faits sur commande et destinés à être vendus, sont exécutés suivant croquis avec fiche de travail donnant l'indication du temps alloué.

L'École d'Artisanat rural Pittsburgh a obtenu déjà de hautes récompenses aux expositions; ses élèves réussissent brillamment aux examens du certificat d'aptitudes professionnelles et du brevet industriel. Sa bonne organisation, la très belle tenue de ses locaux, ont été vivement remarquées par M. Labbé, lors d'une visite faite alors qu'il était directeur général de l'Enseignement technique; et, par la suite, il a envoyé en stage à l'École Pittsburgh ses nouveaux professeurs d'artisanat rural.

*
* *

Médailles de vermeil.

Rapport présenté par M. L. Baclé, au nom du Comité des Arts chimiques, sur l'ouvrage de M. S. Brull, intitulé *La sidérurgie à la portée de tout le monde* (1re partie : *Du minerai de fer à la fonte*).

M. S. Brull s'est proposé, dit-il, sous ce titre un peu trop modeste, de rendre accessible à tous, la compréhension de cette grande industrie de l'acier qui joue maintenant un rôle capital dans l'histoire des nations civilisées, et qui, à ce titre, intéresse tous nos contemporains. Il prépara donc à cet effet une monographie complète de la fabrication de l'acier, allant depuis le minerai de fer jusqu'aux produits finis qu'elle en tire, comme les rails, les poutrelles, les tôles.

C'est ainsi qu'il vient de faire paraître un premier volume : *Du minerai de fer à la fonte*, consacré à l'étude et à la description des procédés et appareils d'obtention des fontes brutes des divers types : fontes blanches pour aciers, fontes grises de compositions spéciales pour moulage de produits finis.

M. S. Brull s'est attaché dans ce travail à expliquer toujours les réactions mises en œuvre dans les opérations sidérurgiques en faisant appel aux seules notions de chimie élémentaire; et il a toujours soin d'ailleurs de définir clairement les termes techniques en usage dans la métallurgie, de façon à être facilement compris même des lecteurs étrangers à cette industrie.

L'ouvrage comporte, dans les premiers chapitres, un bref résumé historique montrant l'évolution des méthodes de traitement et les transformations des appareils employés dans l'industrie métallurgique, depuis les bas foyers du moyen âge jusqu'aux grands hauts fourneaux de l'époque présente. Les descriptions de ces installations modernes comportent en même temps une documentation industrielle précisée par de nombreux chiffres et qui ne se rencontre pas habituellement dans les ouvrages de vulgarisation. Elle résulte en effet de données recueillies directement par l'auteur lui-même au cours d'une carrière d'ingénieur praticien s'étendant sur plus de 20 années, ou puisées dans une documentation qu'il a toujours eu soin de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vérifier personnellement, de façon à constituer ainsi un véritable aide-mémoire que les spécialistes éprouvés puissent consulter en toute confiance.

Ajoutons enfin que l'ouvrage est illustré de nombreuses gravures représentant la succession des appareils les plus caractéristiques dans l'évolution de la sidérurgie. Un chapitre distinct est consacré à chacune des étapes de la fabrication, d'abord pour les matières premières, préparation des combustibles employés dans la sidérurgie, charbon de bois, houille, coke, et extraction des minerais ferrugineux, puis pour la fabrication de la fonte, hauts fourneaux et appareils annexes, classification des fontes suivant les divers emplois qu'elles peuvent recevoir, soit pour la préparation de l'acier, soit pour l'obtention des moulages de deuxième fusion, avec discussion des méthodes et description des appareils servant à cette fabrication. C'est ainsi que pour les hauts fourneaux par exemple, M. S. Brull peut indiquer dans un chapitre particulièrement nourri, les précautions minutieuses à observer dans la construction et la conduite de ces appareils géants et de tous les accessoires qui les alimentent et les desservent, monte-charges, machines soufflantes, tourelles Cowper pour le réchauffage de l'air insufflé, et dessiccation de cet air s'il y a lieu, appareils de réception et de nettoyage des gaz de la combustion utilisés maintenant pour fournir la force motrice, et, en n'omettant pas d'insister sur les accidents à prévenir et les remèdes à y apporter.

On trouvera de même des indications précises et détaillées sur l'installation et la conduite des appareils mélangeurs employés aujourd'hui dans les grandes aciéries et qui reçoivent des charges énormes de fontes liquides de diverses compositions pouvant atteindre 1000 t par exemple.

Les mélanges ainsi obtenus sont ensuite brassés à haute température pour en assurer l'homogénéité, et, sur ce point, il est intéressant de signaler que cette opération présente en même temps cet avantage, imprévu à l'origine, de purifier le bain en provoquant le départ du soufre contenu dans le métal en fusion. Cette réaction bienfaisante est due à l'action prolongée du manganèse sur le sulfure de fer dont il provoque la décomposition pour former du sulfure de manganèse qui, étant plus léger, vient surnager à la surface du bain de fonte et s'oxyde au contact de l'air en donnant de l'anhydride sulfureux par lequel le soufre se trouve entraîné en dehors du bain.

L'installation des cubilots ainsi que l'étude des précautions à observer pour l'obtention de moulages exempts de toutes fissures et bien résistants, dans le choix des sables de fonderie, l'installation des moules, la préparation et le découpage des modèles, etc., font également l'objet de descriptions précises et détaillées. Cette même appréciation peut être justement étendue à tous les chapitres de l'ouvrage, et on peut dire en un mot que dans ce premier volume, consacré plus spécialement à la production et au travail de la fonte, l'auteur a pleinement atteint le but qu'il s'est proposé de faciliter au grand public la compréhension de l'industrie sidérurgique en même temps qu'il apporte aux praticiens des données précises qu'ils ne possèdent pas toujours. Nous en avons d'ailleurs pour garants les félicitations que l'auteur a reçues d'ingénieurs particulièrement qualifiés, comme étant chargés de la direction technique de nos grandes usines métallurgiques; tous sont unanimes pour reconnaître l'intérêt de ce travail ainsi que les services qu'il peut rendre.

A ce titre, l'ouvrage rentre bien dans le cadre de ceux que notre Société doit distinguer et encourager.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Rapport présenté par M. A. TRILLAT, au nom du Comité des Arts chimiques, sur M. Henri WOLVERT, contremaître et chef de fabrication à la Société de La Margalith.

M. H. Wolvert, né le 27 septembre 1887 à Paris, est employé comme contremaître et chef de fabrication depuis 1921 à l'usine de Margalith, rue Condorcet, 75, à Clamart.

Cette usine fabrique actuellement sur une grande échelle des bâtons de caséine formolée destinés à la confection de divers objets courants.

La fabrication consiste essentiellement à boudiner de la caséine humidifiée dans des appareils très spéciaux, d'où elle sort sous forme de bâtons d'un diamètre plus ou moins grand, selon la filière placée à l'extrémité de la boudineuse. Les bâtons sont ensuite plongés dans des solutions de formol qui les durcit; puis ils sont séchés à l'étuve.

Cette fabrication, très simple en apparence, est extrêmement compliquée.

Depuis 1921, M. H. Wolvert s'est spécialement appliqué, sous la direction de ses chefs, à perfectionner le procédé de fabrication des bâtons formolés, et a rendu de ce fait d'éminents services à cette branche de l'industrie qui, quoique d'origine française, s'exerçait surtout en Allemagne.

En outre, il a perfectionné les procédés de captage des vapeurs de formol qui se dégagent au cours de la fabrication, améliorant ainsi les conditions d'hygiène des travailleurs.

*
* *

Rapport présenté par M. J. CARPENTIER, au nom du Comité des Arts économiques, sur les *dispositifs économiques d'éclairage électrique* et les *chambres noires articulées pour luxmètres*, imaginés par M. H. PÉCHEUX.

M. H. Pécheux a apporté une contribution personnelle à l'étude de l'éclairage électrique, et a présenté des dispositifs et des appareillages réalisés d'après ses conceptions, dans le but d'obtenir à la fois des éclairements réguliers sur des surfaces déterminées et des rendements lumineux maxima des lampes utilisées.

Il a choisi les cas les plus fréquents, en a analysé avec soin les conditions, et a établi les solutions convenables en mettant en œuvre des miroirs réflecteurs et des prismes à réflexion totale. Les économies qu'on peut réaliser par ces moyens sont notables; dans certains cas elles peuvent atteindre jusqu'à 67 p. 100 par rapport au débit de lampes nues donnant les mêmes résultats.

Il est bien évident que la dépense d'installation et d'achat de l'appareillage serait vite récupérée par les économies de courant.

Le travail exposé par M. H. Pécheux est très complet. Il fournit les solutions convenant aux cas les plus usuels : éclairage de surfaces circulaires, elliptiques ou rectangulaires, et, en généralisant, éclairage des voies publiques. Il donne en outre des indications pour des cas quelconques.

Incidemment, M. H. Pécheux a été amené à étudier le fonctionnement des luxmètres. Ces appareils peuvent donner lieu à des mécomptes si on ne prend pas les précautions nécessaires pour les soustraire aux sources lumineuses parasitaires,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

reflets de diffusion, qui peuvent troubler l'éclairement dû à la source principale dont il s'agit de mesurer exclusivement l'effet.

Pour éviter ces mécomptes, M. Pécheux a réalisé des chambres articulées dans lesquelles il enferme le luxmètre. Ces chambres sont pourvues d'ouvertures mobiles de formes diverses et pouvant prendre toutes sortes de positions. Elles permettent de filtrer pour ainsi dire les entrées de lumière et de n'admettre que celles dont on veut mesurer l'effet sur les éléments sensibles du luxmètre.

Elles remplacent avantageusement les diaphragmes ou les écrans mobiles qu'on est souvent obligé d'improviser pour certaines applications du luxmètre.

*
* *

Rapport présenté par M. Maurice GARNIER, au nom du Comité des Arts économiques, sur une *nouvelle théorie de la gamme rationnelle* présentée par M. L. ROUZET.

M. L. Rouzet est né en 1886 à Dieuze, petite ville lorraine proche de Nancy, d'une famille purement française. Élevé en territoire annexé, il chercha, comme tant d'autres, où était le devoir : obéir aux attaches de la terre natale, y rester pour y maintenir l'esprit français et faire échec moral à l'envahisseur, ou bien suivre la puissance attractive de la France, et tout quitter pour y rentrer?

Le dévouement d'un frère aîné lui permit de suivre avec bonheur la seconde voie, et, à 14 ans, M. L. Rouzet vint à Paris pour y continuer ses études, et entrer à l'École d'Électricité Milde.

Depuis cette époque, il suivit une carrière d'autodidacte : cours du soir de mécanique, électricité, langues, mathématiques, cours du Conservatoire national des Arts et Métiers, cours par correspondance de l'École spéciale des Travaux publics.

Il obtint deux médailles des Arts et Métiers et le diplôme d'ingénieur mécanicien-électricien et travaux publics.

Parallèlement, il travailla dans divers ateliers où il étudia, du point de vue pratique : la téléphonie, l'appareillage, les accumulateurs, les automobiles, la construction des moteurs, dynamos et transformateurs.

Ayant demandé et obtenu la réintégration dans la nationalité française, il fut, en 1908, affecté au bataillon des télégraphistes, puis détaché à l'Établissement central, et au poste de la Tour Eiffel, sous les ordres du commandant Ferrié.

Après sa libération, il fut attaché à la Société française de Télégraphie sans fil, et déposa le brevet d'un transmetteur se caractérisant par un très bon rendement. L'application en fut faite immédiatement à l'aviation, ce qui permit de réaliser la première communication pratique entre avion (volant sur Étampes) et terre ferme (Chartres).

Avant la guerre, l'Amirauté britannique adoptait son appareil, à la suite d'expériences concluantes à Eastchurch, et des fournitures suivirent en Angleterre, puis en Russie, en Belgique, en Italie, en Suisse, en Grèce et au Japon.

Mobilisé le 2 août, il fit la guerre dans la télégraphie militaire, et put faire doter certains de nos avions et hydravions de ses appareils à longue portée.

Après la guerre, il revint à la société qui exploitait ses brevets, puis passa dans une petite industrie d'électro-mécanique, et enfin prit les fonctions d'ingénieur-directeur technique aux Établissements Johnson et C^{ie}.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Voilà l'homme tel qu'il se présente dans sa vie privée et industrielle, mais à côté, M. L. Rouzet cultive une sorte de « violon d'Ingres ». c'est le cas de le dire, puisqu'il s'agit de musique.

Son père, E. Rouzet, était directeur de l'Union musicale de Dieuze, et une gravure publiée en Lorraine désannexée le montre, au moment de l'armistice, extrayant de leur cachette les instruments de musique soustraits aux réquisitions allemandes, ainsi que le drapeau de la Société, vierge d'attributs germaniques.

Sous l'occupation, son frère, élève du même professeur que le maître G. Charpentier, avait d'ailleurs continué l'œuvre du père, et c'est ainsi qu'en Lorraine annexée, l'orgue joua souvent des méditations où les fidèles reconnaissaient le thème des vieilles romances françaises, et des fugues où passaient les chansons patriotiques interdites.

Est-ce par atavisme que M. L. Rouzet est attiré par l'art musical, et reste sensible à toutes ses manifestations?

Il a été ainsi conduit à aligner des chiffres et des triangles, et à rédiger ce très intéressant travail sur une théorie nouvelle de la gamme rationnelle, ouvrage dont nous avons fait une analyse dans le *Bulletin* de juillet-août-septembre 1933 (p. 452 à 461).

Nous avions nous-même essayé, sur le même sujet, de préciser un certain nombre de définitions employées dans les solfèges, et qui nous paraissaient souvent assez étrangères à l'acoustique. Nous n'avions cependant pas envisagé de proposer l'emploi de gammes parfaitement déterminées.

A cet égard, M. L. Rouzet fait vraiment une œuvre créatrice, bâtie à la fois sur la raison et sur l'art. Nous ne reviendrons pas sur l'exposé détaillé que nous en avons fait, et nous nous contenterons de rappeler les conclusions essentielles de M. L. Rouzet :

1° Renonciation formelle à la gamme *tempérée*, purement mathématique et antiesthétique.

2° Adoption d'une gamme dite *rationnelle*, comportant, outre les 7 notes naturelles de Zarlin, 5 notes intermédiaires ayant des rapports simples, bien déterminés avec les voisines.

Après échange de correspondance avec M. L. Rouzet, nous avons reconnu depuis que la gamme chromatique dite *naturelle*, dont nous avons donné une définition aux nos 64 à 76 de notre travail, présentait certains intervalles voisins des harmoniques discordants 7, 11 et 13 (à des intervalles d'octave près naturellement).

Cette critique ne se retrouve pas dans la gamme de M. L. Rouzet, qui apparaît dès lors comme la plus judicieuse et vraiment la plus musicale. Il convient d'ajouter que le travail de M. L. Rouzet a déjà été primé par l'Académie des Sciences de Metz.

***

Rapport présenté par M. Ch. Féry, au nom du Comité des Arts économiques, sur les *ouvrages de physique et de chimie* de M. Marcel Boll.

Bien qu'ayant à son actif des travaux de recherches personnels du plus haut intérêt, M. Marcel Boll a consacré presque toute son activité à la rédaction d'ouvrages de vulgarisation scientifique ou destinés à l'enseignement. Les premiers

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

présentent ce caractère original de donner des renseignements précis et contrôlables, de sorte que ce sont des manuels professionnels que chacun peut utiliser en connaissance de cause, donc avec profit. A cet égard, son livre, *L'électricité à la ville, à la campagne et en auto*, est tout à fait typique : paru en 1932, chez Larousse, il en est aujourd'hui à son 16e mille et c'est le seul qui, à notre connaissance, soit recommandé par la Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité.

Les ouvrages d'enseignement ne sont pas moins remarquables : ce sont des compléments aux cours de physique et de chimie préparant à certains examens ou à l'entrée des grandes écoles; ils renferment, exposées de façon très claire et très concise, les théories les plus nouvelles, de sorte que le candidat peut se les assimiler facilement et avoir ainsi des vues d'ensemble synthétiques très nettes et des idées générales sur les phénomènes physiques et chimiques, ce qui lui confère une supériorité sur les candidats qui ne se sont pas assimilé ces théories. Le *Bulletin* de novembre 1932 a donné, page 644, l'analyse de quelques-uns de ces ouvrages d'enseignement.

M. Marcel Boll était bien préparé à cette œuvre pédagogique, car ingénieur-physicien sorti diplômé de l'École de Physique et Chimie en 1908, il était agrégé de physique en 1910 et docteur ès sciences physiques en 1914; mais ses connaissances, déjà vastes, ne lui auraient pas permis d'écrire autant d'ouvrages s'il n'eût possédé un grand talent didactique, qui a été apprécié d'ailleurs dans les postes de professeur qu'il a occupés ou qu'il occupe encore. Cela ne lui a pas suffi : il consacre chaque année, dans le silence, quatre mois à acquérir des connaissances nouvelles, ce qui lui permet d'écrire des livres comme : *Qu'est-ce que le hasard, l'énergie, le vide, la chaleur, la lumière, etc.; — Pour connaître la relativité; — Matière, électricité, radiations; — La personnalité humaine; — L'art contemporain*, etc. Sans aucun encouragement officiel, presque tous les ouvrages de M. Marcel Boll ont eu de nombreuses éditions, constamment mises à jour le cas échéant, et quelques-uns ont eu les honneurs de la traduction à l'étranger. Lui-même a traduit une douzaine d'œuvres étrangères remarquables, qu'il y avait intérêt à faire connaître en France.

Enfin, toujours dans le même esprit, et avec une rare indépendance, M. Marcel Boll donne des articles sur les questions scientifiques à l'ordre du jour ou des comptes rendus de sociétés savantes ou d'ouvrages dans diverses périodiques, et collabore à plusieurs grandes encyclopédies.

*
* *

Rapport présenté par M. Georges WERY, au nom du Comité d'Agriculture, sur l'ouvrage de M. Tony BALLU, intitulé *Les machines agricoles*.

Le volume que M. Tony Ballu, professeur à l'Institut national agronomique, a consacré aux machines agricoles fait partie de l'Encyclopédie de Mécanique appliquée, publiée par la Librairie J.-B. Baillière et placée sous la direction de notre éminent collègue, M. L. Lecornu, membre de l'Institut. Comportant 560 pages et près de 500 figures, il se range parmi les travaux les plus importants qui aient été écrits sur ce sujet.

L'ouvrage se divise en deux parties : machines d'extérieur, machines d'intérieur de la ferme. Les premières comprennent les instruments pour la culture du sol :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

charrues, extirpateurs, scarificateurs, herses et rouleaux; les distributeurs d'engrais, les semoirs, plantoirs et repiqueuses; les machines pour l'entretien des cultures, la destruction des mauvaises herbes et des ennemis des plantes; enfin, les machines de récolte : récolte des fourrages, des céréales, des tubercules et des racines.

Dans la seconde partie, prennent place les batteuses de tous genres, les appareils pour le nettoyage et le triage des grains, pour le traitement des semences, des pailles et des fourrages, des racines, des tubercules, des engrais, tourteaux et produits divers.

M. Tony Ballu s'est refusé à décrire tous les dispositifs que les constructeurs ont imaginés depuis près d'un demi-siècle. Il s'est surtout attaché aux principes d'où ils découlent. Il insiste sur les raisons qui motivent la conception, la forme ou l'emplacement des différents organes. Et il donne ainsi au cultivateur le moyen de choisir avec discernement, parmi toutes celles qui lui sont offertes, les machines qui répondent le mieux à ses besoins. L'une des causes du mérite de ce livre, c'est que l'auteur réunit trois personnalités qui se conjuguent très heureusement pour le plus grand profit du lecteur. Il est à la fois mécanicien très épris de science, agriculteur praticien et professeur.

Ce qui frappe surtout, lorsqu'on lit l'ouvrage de M. Tony Ballu, ce sont les perfectionnements, les améliorations de toutes sortes qui caractérisent le matériel moderne. C'est ainsi que la plupart des machines décrites accusent de notables progrès sur celles d'avant 1914. Le prix de revient du travail effectué a baissé sensiblement si l'on envisage sa qualité, l'efficacité des perfectionnements apportés à la construction tels que : simplification des organes, matériaux plus résistants, roulements sur billes, lubrification meilleure, toutes améliorations qui diminuent les frais d'entretien et d'amortissement. On a pu évaluer à un minimum de 25 p. 100 l'économie qui provient de ces différents facteurs; le prix moyen d'achat des machines en 1932, ne reviendrait ainsi qu'au prix moyen d'achat de celles de 1913 multiplié par le coefficient de valorisation 3,70. Il est donc inexact d'avancer que le prix des machines agricoles a beaucoup plus augmenté que celui des produits de l'agriculture.

Une autre constatation intéressante se dégage discrètement de cet ouvrage, c'est la part de plus en plus grande que prennent les constructeurs français au développement de l'industrie et du commerce des machines agricoles. Ils ont toujours eu et conservent la suprématie en ce qui concerne les instruments de culture du sol et les appareils pour le nettoyage et le triage des grains. Ils ont fait des progrès considérables dans la fabrication des épandeurs d'engrais, des semoirs, des houes, des machines de récolte et des batteuses qui, longtemps, étaient restées le monopole de l'étranger.

*
* *

Rapport présenté par M. Colmet Daâge, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur les *escaliers articulés* imaginés et construits par M. L. P. Frantzen.

M. L. P. Frantzen a étudié et construit des escaliers spéciaux à encombrement réduit et pouvant être facilement déplacés ou repliés; il en fournit pour sorties de secours de théâtres, bateaux, ou à l'intérieur des maisons, en remplacement des échelles (salles de chauffe, accès aux caves ou greniers).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'escalier dont il exposait un modèle à la Foire de Paris de 1933 a été construit pour la Compagnie industrielle des Pétroles en vue de relier les péniches au quai. Cet appareil pouvait tourner sur un angle de 180° de sorte qu'il était rangé sur le quai quand il n'était pas utilisé; il peut facilement être abaissé ou relevé à un angle quelconque et, quelle que soit la pente, les marches sont horizontales et la hauteur du garde-corps au-dessus des marches est constante.

M. L. P. Frantzen construit aussi des escaliers remplaçant les échelles de meunier et d'une grande commodité pour la montée ou la descente; les marches sont divisées en deux sur la largeur et n'occupent que la moitié de cette largeur; on peut dès lors descendre en avant comme dans un escalier ordinaire les marches ainsi disposées sur une pente très rapide, et cela avec un encombrement très réduit.

M. Frantzen est un artisan qui étudie lui-même tous les détails de ses escaliers, qui varient suivant la pente ou la direction; et il arrive à obtenir des emmarchements très pratiques, de sorte que l'on monte ou l'on descend ces escaliers à pente très rapide avec un sentiment complet de sécurité; il remplace ainsi les appareils dits échelles de meunier, où la montée et surtout la descente sont difficiles.

M. Frantzen a déjà obtenu des récompenses au concours des dispositifs contre les accidents du travail en 1928, à la Foire de Paris de 1929, au 27e Concours Lépine de 1929, et à la 1re Exposition officielle de l'Habitation (loi Loucheur).

***

Médailles d'argent.

Rapport présenté par M. Ch. DE FRÉMINVILLE, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur la *décortiqueuse de châtaignes à grand débit*, imaginée et construite par M. André GEOFFRAY.

M. A. Geoffray, serrurier à Saint-Jean-du-Gard (Gard), où il s'est fixé après sa démobilisation, a imaginé et construit une décortiqueuse de châtaignes qui rend de grands services dans le pays des Gardons, région où le châtaignier est une des principales ressources. Chaque année, une fraction importante de la récolte de châtaignes est séchée en vue de sa conservation jusqu'à la récolte de l'année suivante. Autrefois, et encore aujourd'hui quelquefois, ce décorticage s'effectue au moyen d'une petite machine à bras que possède chaque fermier. Cette machine exige pour son service le concours simultané de trois personnes, et produit au plus 80 décalitres de châtaignes à l'heure; il faut ensuite vanner, dans une sorte de tarare, le produit qu'on en extrait pour séparer des amandes, les fragments de la pellicule et de la peau qui enveloppaient la châtaigne.

La machine de M. A. Geoffray effectue toutes les opérations à la fois : on peut charger d'un seul coup 40 litres de châtaignes non décortiquées dans une trémie, ou l'alimenter de façon continue avec un sac; pendant ce temps, la charge précédente est en cours de décorticage et la charge antéprécédente est en cours de vannage; les châtaignes décortiquées sortent propres à l'avant, les déchets à l'arrière. L'appareil est mû par un moteur à essence de 1 à 2 ch. La machine comporte trois organes superposés accomplissant des opérations différentes : la décortiqueuse proprement dite, une vis d'Archimède transporteuse, un ventilateur. Ces trois organes pour avoir le même débit doivent avoir des vitesses très différentes, ce qui est réalisé par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des transmissions de mouvements très judicieusement étudiées. Une seule personne, et même un enfant, suffit pour servir la machine; elle décortique 120 à 150 décalitres de châtaignes à l'heure. Comme son poids est peu élevé, 130 kg, elle est très maniable et facilement transportable, même dans un pays accidenté comme celui des Gardons, souvent dépourvu de bons chemins d'accès aux fermes, très disséminées dans la montagne et situées toutes partout où il y a un point d'eau.

Ces avantages ont incité le Syndicat professionnel agricole et séricicole de Saint-Jean-du-Gard à acquérir le dernier modèle de décortiqueuse construit par M. Geoffray; elle passe successivement chaque année chez tous les adhérents du Syndicat, comme une batteuse de blé; sa tournée dure 6 semaines; elle rend ainsi des servies appréciables dans un pays pauvre qui se dépeuple peu à peu et où la main-d'œuvre se raréfie. Tous ceux qui s'en servent se déclarent satisfaits.

*
* *

Rapport présenté par M. E. Brillié, au nom des Arts mécaniques, et par M. M. Magne, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur quatre ouvrages de M. M. Anceau.

M. M. Anceau, Ingénieur des Arts et Métiers, a présenté à la Société d'Encouragement quatre ouvrages de vulgarisation dont il est l'auteur et qui méritent de retenir l'attention.

Son *Manuel de graissage* (Baillière et fils, éditeurs) résume d'une façon claire tout ce qui touche à la technique, en réalité si complexe, des problèmes de graissage.

L'auteur y présente d'une façon méthodique les différents éléments de la question : la fabrication et la constitution des huiles et des graisses, leurs caractéristiques, les généralités sur le frottement, les principales méthodes de graissage, en s'étendant plus particulièrement sur la technique du film d'huile; il donne la description des différents types de graisseurs; enfin il expose les problèmes spéciaux que soulève la pratique du graissage dans les différentes applications : la turbine à vapeur, la turbine hydraulique, la dynamo, les moteurs à combustion interne, les compresseurs, les machines frigorifiques et les machines spéciales à diverses industries.

Ce manuel simple et pratique constitue un guide précieux pour le mécanicien en même temps qu'une œuvre de vulgarisation. Comme l'exprime dans sa préface M. René Dhommée, Inspecteur général de l'Enseignement technique, il complète avantageusement la collection des manuels de mécanique publiés dans la Bibliothèque professionnelle.

Dans *La cémentation et le traitement thermique des petites pièces de mécanique* (Léon Eyrolles, éditeur), l'auteur donne une réédition de l'étude qu'il a publiée dans la *Revue technique des Arts et Métiers*, avec révision et mise au point du texte primitif. Sans entrer dans aucun détail théorique, il expose d'une façon succincte la pratique des différentes opérations concernant la cémentation et la trempe, et donne maintes recommandations résultant de son expérience personnelle. Un tableau résume les défectuosités possibles des pièces cémentées avec indication des causes et des moyens d'y remédier.

Dans *L'industrie du contreplaqué* (Baillière et fils, éditeurs), M. Anceau donne des renseignements méthodiques et complets sur la préparation et la fabrication

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des bois contreplaqués. Cet ouvrage est aussi intéressant pour ceux qui se préparent à aborder l'industrie du bois que pour le public soucieux de s'instruire ; il est illustré de 74 figures présentant l'outillage et les phases du travail avec toute la clarté possible.

La fabrication des meubles modernes en grande série (Le Travail du bois, éditeur) s'adresse aux techniciens ; il donne, avec toutes les précisions et les développements utiles, un plan de l'organisation générale des services dans une usine de grande importance, depuis la réception des bois en grume jusqu'à la livraison des meubles en gros. Cet ouvrage est fait d'une façon aussi objective que possible, donnant tous les modèles de fiches nécessaires aux différentes étapes de la fabrication et à la détermination des prix de revient. C'est un exposé excellent d'ordre, de méthode et de bon sens.

*
* *

Rapport présenté par M. A. PORTEVIN, au nom du Comité des Arts chimiques, sur M. Claudius AUROUX, mécanicien-chef de la maison Verrière fils aîné, à Mardore (Rhône).

Né en 1877 à Mardore, M. Cl. Auroux assure, depuis le 16 août 1900, l'entretien de l'usine de Tissage mécanique Verrière fils aîné. La seule interruption de son travail fut imposée par la mobilisation.

Excellent menuisier, ajusteur d'une rare habileté, à l'occasion forgeron, électricien et même fondeur, M. Auroux représente le type de l'ouvrier d'autrefois, aimant son métier et soucieux de perfection. Sorti de l'école primaire, il a appris seul des rudiments de mathématiques, de mécanique théorique, d'électricité et le dessin industriel.

Il est capable, non seulement de travailler d'après un dessin, mais d'établir le projet d'une petite installation ; et il a été d'un très grand secours à M. Joannès Verrière, le créateur de la maison, pour lui permettre de réaliser maints perfectionnements de détail dans les machines à tisser, à ourdir, etc.

M. Auroux a le meilleur esprit ; son dévouement est infatigable et sa vie privée est un modèle de dignité. Enfin, il a bien voulu seconder le goût qu'a pour la mécanique un de nos plus illustres physico-chimistes : pendant la majeure partie des vacances, de 1901 à 1908, il l'a initié au travail manuel. Les leçons de M. Auroux, lui ont été éminemment utiles, car elles lui ont permis de réaliser de ses propres mains un premier appareil, et d'enseigner à son tour la mécanique de précision à ses jeunes collaborateurs.

*
* *

Rapport présenté par M. A. PORTEVIN, au nom du Comité des Arts chimiques, sur M. Marcel BREBION, *pour ses travaux de mécanique de précision.*

M. Marcel Brebion est un de ces précieux collaborateurs qu'on rencontre aujourd'hui de plus en plus rarement dans les laboratoires ; il est habile, actif, consciencieux et intelligent ; on peut lui confier en toute sécurité l'exécution de l'appareil de précision le plus délicat ; il résout seul les problèmes d'ajustage les plus difficiles.

Né en 1904, à Crégny (Pas-de-Calais), il a accompli son service militaire dans le Service aéronautique de la Marine comme mécanicien breveté de 1re classe ; il l'a

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quitté en 1926 comme quartier-maître mécanicien et nanti d'un certificat très élogieux que lui a délivré le commandant du dirigeable *Méditerranée* sur lequel il a été embarqué pendant un an et où il a rendu les plus grands services. Puis, il a été ajusteur-tourneur successivement : dans une fabrique d'horloges publiques, à la Société des automobiles Chenard-Walcker, et aux Établissements Henri Lepaute (horlogerie et instruments de précision); actuellement il est, depuis 1929, mécanicien de précision au Laboratoire de Physique des Rayons X, de M. M. de Broglie, 12, rue Lord-Byron, à Paris.

Voici quelques-uns des appareils et dispositifs les plus remarquables exécutés par M. Brebion à ce laboratoire et pour ce laboratoire, où ils sont encore en service, sous la direction de MM. Dauvillier et J.-J. Trillat : spectrographes à rayons X; chambres d'ionisation; amplificateur; pièces diverses notamment pour tubes à rayons X; appareil pour la diffraction des électrons. De plus, M. Brebion a dû s'occuper de l'installation, de l'entretien et des travaux courants du laboratoire (accumulateurs, eau, gaz, électricité, photographie); il a participé à de nombreuses expériences ou à des montages très délicats; il connaît la technique du vide, des rayons X et des électrons.

Les instruments qu'il a construits continuent à rendre les plus grands services; il convient en particulier d'attirer l'attention sur l'appareil pour la diffraction des électrons qui a bien fonctionné dès le premier jour et qui tient parfaitement le vide cathodique bien qu'il comporte une trentaine de joints ou soudures; son exécution a demandé près d'une année!

*
* *

Rapport présenté par M. G. Wery, au nom du Comité d'Agriculture, sur l'*œuvre de reboisement* de M. Louis Bonny, brigadier des Eaux et Forêts, à Alès (Gard).

M. Louis Bonny est né en 1872 à La Capelle-Masmolène (Gard). Engagé volontaire, il a accompli six années de service militaire, dont trois ans et demi comme sous officier. Entré dans le Service des Eaux et Forêts, il a été nommé garde domanial en 1898, puis, après avoir occupé plusieurs postes comme tel dans les Ardennes et le Gard, il a été nommé brigadier en 1912, à Saint-Étienne-de-Valdonnez (Lozère). Il occupe à Alès (Gard), depuis le 13 février 1914, le poste qui venait d'y être créé. Après avoir été mobilisé jusqu'en décembre 1915, il y a été promu brigadier de 1re classe le 1er janvier 1923.

Ses chefs sont unanimes à reconnaître les grands services que M. Bonny a rendus dans le Gard en ce qui concerne le reboisement; il y était particulièrement urgent et il s'y présentait dans des conditions difficiles et différentes de celles qu'on rencontre dans le Nord et l'Est de la France ou dans la haute montagne. Grand admirateur de Fabre et du maître Flahault, bienfaiteurs de la région, on peut dire qu'il s'est adonné à sa tâche avec passion, et à d'autres aussi, et qui lui ont valu non seulement de nombreuses récompenses de diverses sociétés mais encore la médaille d'honneur des Eaux et Forêts, en 1922, et la croix de chevalier du Mérite agricole, en 1928.

Grâce à l'activité de M. Bonny, une pépinière de vulgarisation forestière a été créée à La Perjurade (commune de l'Estréchure, Gard). Dans les mêmes conditions, une pépinière de châtaigniers a été constituée dans cette commune. Des travaux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

importants de reboisement ont été effectués sous sa direction dans des terrains qu'il a fait acheter dans la région par l'Administration forestière. Ces bons résultats n'ont pu être obtenus que grâce à l'heureuse influence qu'exerce M. Bonny sur la population de son district et à la sympathie qu'il lui inspire : c'est un conseiller écouté.

Dans la pépinière de La Perjurade, aujourd'hui très prospère, il a introduit plusieurs espèces exotiques dont il avait remarqué la vigueur, la rapide croissance ou la beauté dans les jardins ou les parcs de plusieurs propriétaires de la région, car elles lui paraissaient propres au reboisement. De nombreux plants exotiques, les plus divers, provenant de cette pépinière ont déjà été introduits avec succès dans les séries domaniales; de plus, tous les ans 150.000 à 200.000 plants de quarante de ces variétés exotiques sont distribués gratuitement à près de 200 propriétaires qui les demandent, soit pour le reboisement soit pour l'embellissement de leurs parcs. Grâce à M. Bonny, le reboisement a donc fait un très grand pas dans la région, tant dans le domaine de l'État que dans les propriétés particulières. Il en fera encore davantage car M. Bonny, confiant dans l'avenir, a préparé la tâche de ses successeurs : ils n'auront plus qu'à suivre la voie qu'il a tracée.

*
* *

Médailles de bronze décernées aux contremaîtres et aux ouvriers des établissements industriels et des exploitations agricoles.

Rapport présenté par M. Ch. de FRÉMINVILLE, *secrétaire général.*

C'est en 1846 que la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale résolut de décerner des médailles aux contremaîtres et ouvriers que de longs et loyaux services désignaient à ses suffrages.

En honorant, en même temps que les savants, les chercheurs et les ingénieurs, les ouvriers qui, par leur labeur et leur dévouement, ont contribué au succès des recherches et des entreprises, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale montrait déjà la place que n'a cessé d'occuper dans notre pays, du haut en bas de l'échelle sociale, cet esprit de collaboration et de solidarité qui fait sa force, qui ne demande qu'à se manifester et auquel nous devons demeurer attachés plus que jamais, au milieu des difficultés de l'heure présente.

La récompense consiste en une médaille de bronze dont la valeur tient surtout à l'autorité qui émane des actes de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

Ce sont les chefs d'établissements, membres de la Société d'Encouragement, qui, chaque année, nous présentent la liste de ceux de leurs collaborateurs qu'ils jugent dignes d'être récompensés.

Le nombre des candidats dépasse toujours très notablement celui des médailles dont nous pouvons disposer, et c'est plus particulièrement le cas cette année; aussi sommes-nous obligés de faire une sélection sévère. Si elle rehausse la valeur de la récompense, elle nous laisse le regret de ne pouvoir la donner à beaucoup de sujets qui en seraient dignes. Nos lauréats peuvent en être d'autant plus fiers. Notre choix est toujours difficile; nous le basons surtout sur la durée des services, mais ce n'est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

là pour nous, qu'une indication, et nous faisons entrer en ligne de compte : l'âge, la conduite, l'habileté et l'initiative dont le candidat a fait preuve dans l'exercice de son métier. Nous attachons un prix particulier à sa situation de famille et au nombre de ses enfants.

Malgré le mérite des sujets, cette année, nous avons dû limiter à trente-neuf le nombre des lauréats. Il serait conforme à l'intérêt général que nous pussions être plus généreux à l'avenir. C'est pourquoi nous adressons aujourd'hui un nouvel appel aux sociétés industrielles qui n'ont pas encore adhéré à nos statuts. A celles qui sont déjà des nôtres, nous rappelons qu'elles peuvent matériellement nous aider à augmenter le nombre des lauréats, comme quelques-unes l'ont déjà fait pour le présent exercice, car nous ne disposons d'aucune fondation dont les revenus puissent être affectés à l'allocation en espèces que nous attribuions autrefois.

Voici quelques-unes des appréciations qui accompagnent les propositions, et qui font grand honneur à ceux qui en sont l'objet. On remarquera qu'elles présentent un caractère du plus grand intérêt qui en rehausse encore la valeur. On sent qu'elles ont été dictées, non pas par un esprit de condescendance envers un inférieur, mais bien par un intérêt réel basé sur une parfaite compréhension mutuelle et sur un sentiment d'estime réciproque. Et cela est non seulement à l'honneur de ceux que la Société d'Encouragement récompense, mais aussi à celui de leurs patrons.

A participé à tous les travaux du laboratoire; s'est donné lui-même une très bonne formation technique qu'il n'a cessé de perfectionner; intelligent, dévoué, travailleur.

Son énergie et son activité comme ouvrier l'ont fait remarquer et porter au poste de contremaître.

Ses qualités de régularité, d'ordre, de conscience, en ont fait, de longue date, l'auxiliaire nécessaire et réellement apprécié de l'ingénieur.

Sa persévérance lui a permis d'acquérir, avec l'estime de ses chefs, des connaissances théoriques et une expérience exceptionnelle dans la conduite des fabrications.

Régulier, ponctuel et dévoué.

A toujours fait preuve de grandes qualités morales.

Bien que simple manœuvre, s'est associé aux recherches qui se poursuivaient.

Débutant comme simple apprenti, a franchi progressivement tous les échelons de la hiérarchie; de plus, s'occupe spécialement des cours d'apprentissage.

A conquis, par son zèle et par son intelligence à former des apprentis, l'emploi de contremaître.

Messieurs, en vous décernant la médaille destinée aux contremaîtres et aux ouvriers des établissements industriels et agricoles, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale a conscience de récompenser les dignes représentants de l'une des forces les plus vives du pays. C'est un honneur pour elle de proclamer vos noms dans sa séance solennelle.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Liste des contremaîtres et ouvriers à qui est décernée la médaille de bronze en 1933.

MM. CROÏET ET Cie (plumes métalliques BLANZY, POURE ET Cie), à Boulogne-sur-mer (Pas-de-Calais) :

Henri BONNEFOY, contremaître.

IMPRIMERIE PAUL BRODARD ET ATELIERS JOSEPH TAUPIN RÉUNIS, place Abel-Leblanc, Coulommiers (Seine-et-Marne) :

Étienne COUSIN, correcteur;
Charles FABRE, correcteur.

CHEMINS DE FER DE PARIS A LYON ET A LA MÉDITERRANÉE, Service du Matériel et de la Traction, 20, boulevard Diderot, Paris (12e) :

Ateliers d'Oullins (Rhône) :

Aurélien ROSSI, tourneur;
J.-F. MARTIN, contremaître-adjoint;
Antoine MANEN, chef de brigade.

Ateliers de Villeneuve-Saint-Georges (Seine-et-Oise) :

Alphonse CORNIER, contremaître-adjoint.

SOCIÉTÉ NOBEL FRANÇAISE, 67, boulevard Haussmann, Paris (8e) :

Usine de la Rivière Saint-Sauveur (Calvados) :

Paul TESSE, tourneur;
Mlle Julienne FONTAINE, ouvrière;
Ferdinand ROST, contremaître.

Usine d'Ablon (Calvados) :

Paul HEMERY, chef nitreur.

MM. CH. LORILLEUX et Cie, 16, rue Suger, Paris (6e) :

Charles VAURES, manœuvre spécialisé;
Alphonse DURAND, manœuvre spécialisé;
Charles JOURDAIN, tourneur;
A.-M. HAMAYON, manœuvre spécialisé;
Louis LEFRANC, chef mécanicien;
Joseph MIRAT, manœuvre spécialisé;
Georges LECOQ, chauffeur.

COMPAGNIE DES FORGES ET ACIÉRIES DE LA MARINE ET D'HOMÉCOURT, 12, rue de La Rochefoucauld, Paris (9e) :

Usines de Saint-Chamond :

Pierre ARNAUD, chef de laboratoire;
Alexis GARRIER, contremaître;
J.-L. ESTRAGNAT, mortaiseur;
Pierre PASCAL, employé technique;
Joannès BADARD, conservateur du Musée;
J.-M. VINCENDON, chef d'équipe.

Usines d'Assailly et de Lorette (Loire) :

Pierre MARREL, chef tourneur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ÉTABLISSEMENTS KUHLMANN, 11, rue de la Baume, Paris (8e) :

Usine de Loos (Nord) :

Henri LEGRAIN, chauffeur;
Henri THIBAUT, employé;
Vincent DELORY, magasinier;
Gustave DACHY, ouvrier;
Henri COLLET, charretier;
René LAMBIN, chauffeur.

Usine de Nevers (Nièvre) :

Antoine THOMAS, manœuvre;
Pierre CHAGOT, ouvrier.

Usine de Villers-Saint-Paul (Oise) :

Dieudonné THUILLIER, ouvrier;
Théodore FONTAINE, contremaître;
Georges MORITZ, chef d'équipe;
Léon FAYART, surveillant;
Lucien HEIL, chef tonnelier.

Usines de Port-de-Bouc (Bouches-du-Rhône) :

Gustave MASQUELIN, menuisier.

LISTE DES RÉCOMPENSES DÉCERNÉES LE 17 MARS 1934 POUR L'ANNÉE 1933.

Lauréats.	*Rapporteurs.*	*Objets.*
	Grande médaille.	
Société industrielle de Reims.	A. Alby.	Œuvre accomplie pendant un siècle.
Société d'Électrochimie et d'Électrométallurgie.	A. Portevin.	Fabrications électrochimiques et électrométallurgiques.
	Prix Charles Fremont.	
Maurice Lœwenstein.	L. Pineau.	Étude de l'altération des huiles à cylindres à haute surchauffe.
	Prix Melsens.	
Camille Dauzère et Joseph Bouget.	J. Rey.	Points de chute de la foudre et de la grêle.
	Prix Fourcade.	
Ferréol Mérignac.	Ch. de Fréminville.	Industrie chimique.
	Médaille Dumas.	
Émile Peyronnard.	Ch. de Fréminville.	
	Prix Meynot.	
Émile Lacombe.	G. Wery.	Perfectionnements de la culture.
	Médaille d'or grand module.	
Maurice Le Besnerais.	P. Nicolau.	Normalisation et architecture navale.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Médailles d'or.

Paul Le Rolland.	P. Nicolau.	Applications du pendule.
H. de Leiris.	P. Dumanois.	Résistance des matériaux.
Charles Dufraisse.	R. Dubrisay.	Antoxydation et antioxygènes.
École nationale supérieure du Pétrole et des Combustibles liquides.	L. Pineau.	Recherches sur les pétroles.
Henri Weiss.	L. Pineau.	Recherches sur les pétroles et orientation des travaux de l'École du Pétrole.
Gaston Menier.	E. Sauvage.	Travaux techniques.
Augustin Rozis.	P. Vayssière.	Œuvre colonisatrice.
M.-G. Mignot et J. Petit.	J. Fressinet.	« Céracolor » peinture sur mortiers et ciments.
Étienne Villey.	M. Lacoin.	Mouvement des salaires dans la Région parisienne.
Université « L'Aurore » de Chang-haï (Chine).	S. Abbatucci.	Œuvre d'enseignement et d'éducation française.
Service social de l'Enfance en danger moral.	G. Risler.	Œuvres sociales.
Foyer féminin du Havre.	G. Risler.	Œuvres sociales.
Caisse de Compensation de la Région parisienne.	G. Risler.	Allocations familiales.
École pratique d'Industrie et d'Artisanat rural de Gourdan-Polignan.	M. Lacoin et Servonnet.	Artisanat rural.

Médailles de vermeil.

S. Brull.	L. Baclé.	Ouvrage sur la sidérurgie.
Henri Wolvert.	A. Trillat.	Caséine formolée.
H. Pécheux.	J. Carpentier.	Éclairage économique.
L. Rouzet.	M. Garnier.	Gamme musicale rationnelle.
Marcel Boll.	Ch. Féry.	Ouvrages de physique et chimie.
Tony Ballu.	G. Wery.	Machines agricoles.
L. P. Frantzen.	G. Colmet Daâge.	Escaliers articulés.
Mme Olivier Senn.	G. Risler.	Foyer féminin du Havre.
Mlle Madeleine-Marie Hardouin.	G. Risler.	Œuvres sociales.
École pratique d'Artisanat rural de Neuvic.	M. Lacoin et Servonnet.	Artisanat rural.
École départementale d'Artisanat rural de Douvres-la-Délivrande.	M. Lacoin et Servonnet.	Artisanat rural.
École d'Artisanat rural « Pittsburgh » de Fontaine-Roux.	M. Lacoin et Servonnet.	Artisanat rural.

Médailles d'argent.

André Geoffray.	Ch. de Fréminville.	Décortiqueuse de châtaignes.
M. Anceau.	E. Brillié et M. Magne.	Ouvrages divers.
Claudius Auroux.	A. Portevin.	Instruments de précision.
Marcel Brebion.	A. Portevin.	Instruments de précision.
Louis Bonny.	G. Wery.	Reboisement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LE LANCEMENT DU CROISEUR MOUILLEUR DE MINES « ÉMILE BERTIN » (Saint-Nazaire, 9 mai 1933).

Le 9 mai 1933, en présence de notre regretté ministre de la Marine, M. Georges Leygues, les Chantiers de Saint-Nazaire (Penhoët) procédaient, à la marée du soir, au lancement du croiseur mouilleur de mines *Émile Bertin*.

Ce nom est familier aux membres de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, car un grand nombre vivent encore parmi nous qui ont connu l'Ingénieur général du Génie maritime Bertin, qui fut membre de son Conseil de 1905 jusqu'à sa mort, survenue en 1924, présida la Société pendant les années 1910, 1911 et 1912, et son Comité de Mécanique jusqu'à sa mort. C'est avec une légitime fierté que nous participons à l'hommage rendu à celui qui fut des nôtres, car si nous savons que ce Ministre voulut spécialement honorer le Corps du Génie maritime en la personne d'un de ses membres, nous savons aussi que cet honneur rejaillit sur la corporation des ingénieurs tout entière.

Nous nous rappelons en effet qu'Émile Bertin fut et voulut être avant tout un ingénieur. Tous ses efforts tendaient à pousser au plus haut degré cet art si peu compris de la foule, incapable d'associer le mot « art » aux travaux fondés sur l'exactitude scientifique et guidés par le calcul. Cependant l'ingénieur ne se confond ni avec le physicien, ni avec le chimiste; il n'est pas davantage le savant plongé dans l'étude des lois de la mécanique dont l'expression précise est subordonnée aux progrès des sciences mathématiques. Il n'est pas non plus le tâcheron qui applique, dans sa routine empirique, les formules toutes faites qu'il a découvertes dans le fond d'un aide-mémoire. Avant tout, l'ingénieur est un artiste, mais un artiste qui connaît à fond la technique de son art. Puisant largement, librement, à l'affût de tous les progrès et en pleine connaissance de toutes les possibilités, dans le vaste réservoir des sciences humaines, mathématiques, mécaniques, physiques, chimiques, il édifie amoureusement son chef-d'œuvre, harmonieusement équilibré, que ce chef-d'œuvre soit un pont, un navire, ou simplement une modeste machine.

Ainsi Émile Bertin a conçu et vécu sa vie d'ingénieur; c'est pourquoi, la Marine lui a décerné le plus grand honneur dont un de ses serviteurs puisse rêver.

Notre *Bulletin* de 1925 contient un long article, sous la signature de M. Sauvage, rappelant la vie et les travaux de notre ancien président. Nous nous contenterons donc ici de donner les caractéristiques du croiseur *Émile Bertin*, en indiquant les raisons qui ont incité M. Leygues, à choisir, sur la proposition de l'Ingénieur général François, le nom d'Émile Bertin pour ce navire de guerre.

Ce croiseur est qualifié « mouilleur de mines »; il porte l'installation nécessaire pour procéder avec sécurité à cette opération délicate, ainsi qu'un approvisionnement considérable de mines. Ce service exige un certain tonnage et une grande vitesse pour pouvoir exécuter prestement et en secret cette opération de blocus. On a profité de ces deux nécessités pour réaliser davantage : avant tout, ce croiseur a été prévu pour servir de bâtiment amiral au chef qui dirigera, éparpillera, ralliera

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une division ultra-légère. Il devra explorer, nettoyer, soutenir, triple rôle qui conditionne son déplacement, sa vitesse et son armement.

Pour explorer, il faut se porter rapidement au contact de l'ennemi et se dérober sans risques aux coups d'un adversaire trop puissant.

Pour nettoyer, il faut gagner à la course les petites unités adverses et les détruire grâce à la supériorité du feu.

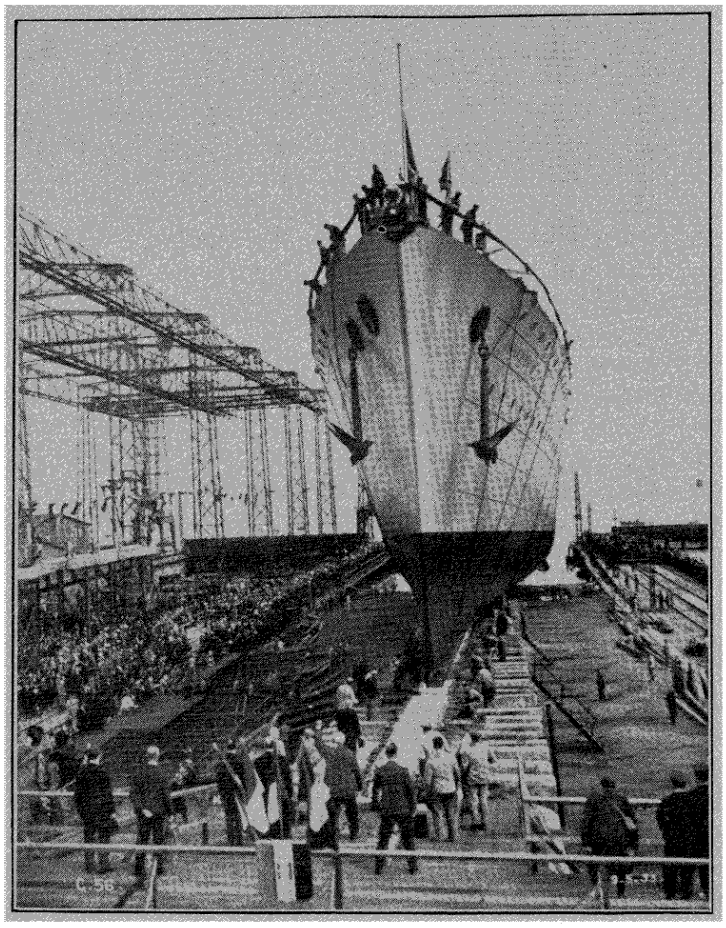


Fig. 1. — Lancement du croiseur *Émile Bertin*, à Saint-Nazaire, le 9 mai 1933.

Pour soutenir, il faut rejoindre sans délai les petites unités de son escadrille et les débarrasser d'un ennemi dangereux par l'action d'une artillerie puissante.

Ce triple rôle, il faut pouvoir le remplir en toutes circonstances, c'est-à-dire posséder un déplacement suffisant pour n'être jamais gêné par la houle. Le déplacement de l'*Émile Bertin* permis par les accords de Washington est de 5.980 tonnes métriques.

Au XIX^e^ siècle, un cuirassé ne déplaçait pas davantage ; c'est donc là un bâtiment

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de haute mer comme Émile Bertin les aimait, lui qui donnait à l'état-major japonais cette définition pittoresque des garde-côtes : « Ce sont des navires destinés à garder les côtes de l'ennemi. »

Ce volume est enfermé dans une coque d'une finesse extrême : la longueur est de 167 m, la largeur, de 16 m.

Le rapport de la largeur à la longueur est inférieur à 0,1. Les lignes d'eau, ainsi que le lecteur peut s'en rendre compte par les figures ci-jointes, sont extrêmement plaisantes à l'œil, des lignes d'eau comme Émile Bertin les soignait.

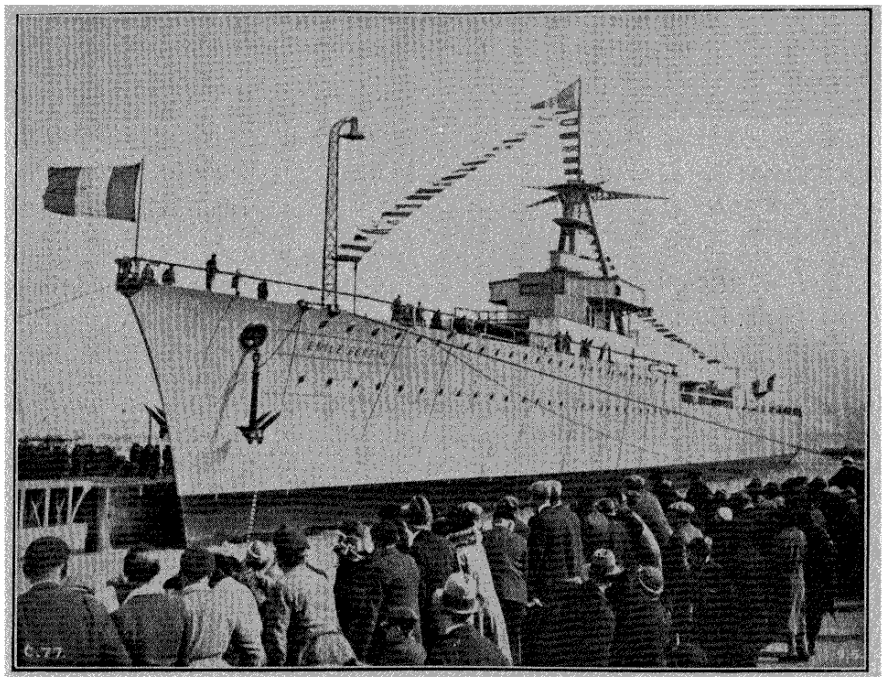


Fig. 2. — Le croiseur *Émile Bertin* à quai, après son lancement.

A ce sujet, le jour du lancement, M. Fould, président de la Société des Chantiers de Saint-Nazaire, rappelait dans son discours, une anectote montrant l'ingénieur amoureux de belles lignes. Le croiseur cuirassé *Ernest Renan*, un de ses derniers enfants, fut construit aux Chantiers Penhoët. Les croiseurs précédents, du type *Léon Gambetta*, avaient donné 23 nœuds aux essais. Au cours d'une visite à Saint-Nazaire, Émile Bertin caressait doucement la carène du modèle de l'*Ernest Renan* et disait : « Celui-ci atteindra 24 nœuds. » En effet sur la base des îles d'Hyères, il réalisa une vitesse moyenne de 24,45 nœuds. Nous sommes encore loin des vitesses actuelles, mais la puissance de l'*Émile Bertin* est le triple de la puissance de l'*Ernest Renan*.

L'appareil moteur de l'*Émile Bertin* se compose de quatre ensembles de turbines Parsons à engrenages, spécialement étudiées pour réaliser à toutes les allures une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

consommation de vapeur aussi faible que possible. Chaque ensemble actionne son hélice. Ces quatre ensembles sont absolument indépendants, car chacun d'eux possède en propre ses appareils de condensation et de graissage. Ils sont répartis dans deux compartiments séparés.

La vapeur est fournie par six chaudières de 1.200 m² de surface de chauffe et de 210 m² de surface de surchauffe. Elles sont munies des appareils de chauffe Penhoët. Sur ces générateurs, le timbre a été porté à 27 kg. Le poids par cheval de l'appareil moteur est descendu à 14 kg. Avec un poids moitié moindre, l'*Émile Bertin* réalisera une puissance triple de celle de l'*Ernest Renan*.

La vitesse minimum prévue est de 34 nœuds pour une puissance de 102.000 ch; mais on pourra atteindre 120.000 ch les feux poussés; la vitesse de 34 nœuds sera donc largement dépassée.

L'armement du navire comprend : 3 tourelles à trois canons de 152 mm; 4 canons de 90 mm contre avions; 8 canons de 37 mm contre avions; plusieurs mitrailleuses.

Enfin le rayon d'exploration du croiseur est singulièrement étendu par la présence d'une catapulte et d'un hydravion.

Tous les détails du navire ont été l'objet de soins minutieux. Nous allons en donner brièvement quelques exemples.

Les soutes sont bien ventilées et isolées.

L'installation frigorifique est très importante; elle comprend des groupes distincts; le premier, à l'avant, se compose de deux appareils produisant chacun 24.000 frigories et d'un troisième développant 10.000 frigories; le deuxième, à l'arrière, comprend deux appareils d'une puissance unitaire de 13.000 frigories.

Les services électriques du bord sont alimentés à la mer par des groupes électrogènes à vapeur de 200 kW chacun et, au mouillage, par des groupes électrogènes à moteur Diesel de 100 kW.

Les installations de l'équipage et les installations sanitaires, lavabos et douches, ont été très développées. Cela est bien dans la tradition d'Émile Bertin, car nous nous rappelons qu'il construisit, entre 1876 et 1880, les premiers transports pour la Cochinchine qui étaient très étudiés au point de vue de la ventilation et de l'hygiène.

Durant toute sa carrière, Émile Bertin poursuivit la réalisation de navires rapides, depuis le *Milan* qui donna 18,2 nœuds en 1885, jusqu'à l'*Ernest Renan*, en passant par les 21 nœuds du *Yaye-Yama* et les 23 nœuds de la *Jeanne d'Arc*. Le premier, il osa demander à l'artillerie d'augmenter sa puissance par l'accroissement de la vitesse initiale. Des travaux de son ami Sarrau, il déduisit les tracés des premiers canons atteignant 40 calibres de longueur, qui firent l'étonnement des visiteurs de l'Exposition de 1889, canons destinés à l'armement de la division japonaise qui devait vaincre au Yalou.

L'Ingénieur général François, lorsqu'il établit les plans du croiseur que les Chantiers de Saint-Nazaire sont fiers de construire, avait pleinement conscience de travailler dans la tradition de son devancier aux Services techniques de la rue Royale. C'est donc très logiquement qu'il demanda au Ministre de la Marine de donner le nom d'*Émile Bertin* à un navire qu'Émile Bertin aurait aimé.

M. L.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LA NÉCESSITÉ DES RÉSERVES FORESTIÈRES[1]

par M. M. SAGOT-LESAGE.

Nous assistons depuis quelque temps à la floraison de toute une série de travaux qui prennent comme base l'existence de formations biologiques autochtones primitives, que le jeu, plusieurs fois millénaire du parasitisme humain, a modifiées, dégradées et fait évoluer d'une façon régressive en les asservissant hors de toutes mesures et en les domestiquant en de trop rigides disciplines, qui brisent leur pérennité. Pour bien comprendre ces travaux, il est indispensable de savoir ce qu'était la forêt naturelle originelle, la « sylve » primitive, et c'est ce à quoi s'attachent actuellement bon nombre de chercheurs dans tous les pays civilisés.

A une époque fort lointaine, bien antérieure à la période paléolithique, l'homme primitif, qu'il ait été d'abord arboricole ou non, vivait certainement en équilibre biologique sinon dans la forêt du moins avec elle. Or, depuis, tous ses contacts et tous ses rapports avec la forêt n'ont été qu'une perpétuelle attaque contre les arbres, considérés comme un obstacle à l'expansion du genre humain.

Les anthropologistes et les préhistoriens sont à peu près d'accord aujourd'hui pour placer le berceau de l'humanité dans une vaste région voisine du centre de l'Asie. Là, les hommes ont crû en nombre et, du fait des méthodes culturales employées : champs sur brûlis, défrichage par la hache, stigmates des civilisations dites sauvages, ils se sont multipliés aux dépens de la sylve primitive qui a disparu peu à peu. Ils furent alors forcés de chercher d'autres territoires où la vie fût possible. Il est à peu près certain aussi, et c'était déjà l'idée de de Quatrefages, que la terre s'est peuplée à partir de cette région par des émigrations rayonnant dans toutes les directions, les hommes se modifiant peu à peu en s'adaptant à des conditions climatiques nouvelles et se fixant partout où cette adaptation était relativement facile : vers l'Ouest, des émigrations successives ont poussé, de proche en proche, vers l'Atlantique, les peuplades déjà installées : l'histoire a gardé le souvenir des dernières grandes migrations, et elles se poursuivent encore sous nos yeux; vers l'Ouest encore, elles ont peuplé l'Iran, l'Asie mineure, puis l'Afrique; par le Sud et le Sud-Est, les hommes se sont répandus dans l'Inde, l'Indochine, la Malaisie et jusqu'en Australie; par le Nord-Est, après avoir traversé le détroit de Béring, ils sont allés se fixer dans les deux Amériques, car les Indiens ne sont pas des Peaux-Rouges mais des jaunes, comme les Esquimaux de l'Alaska et du Groënland, comme les peuplades du Nord de la Sibérie et de l'Europe.

Et c'est pourquoi ceux qui vivaient dans les pays les plus éloignés du centre de dispersion, ceux qu'on a appelés les barbares, les sauvages, les primitifs, en étaient encore, quand le blanc d'Europe les découvrit, aux stades de la civilisation que la préhistoire et l'histoire retrouvent dans le même ordre chez les hommes qui vivaient en

(1) Le manuscrit de la présente note a été adressé à la Société d'Encouragement quelques jours avant que n'eût lieu la conférence faite, le 10 février 1934, par M. Pierre MARIÉ sur *Les réserves et parcs nationaux zoologiques et botaniques.* Comme son auteur, M. Sagot-Lesage, spécialisé depuis longtemps dans les questions de reboisement du bassin méditerranéen, arrive à la même conclusion que M. P. Marié mais pour d'autres raisons, la nécessité de créer des réserves, nous avons cru judicieux de donner cette note.

(N. D. L. R.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Europe il y a des millénaires. Charles Fremont, à qui on commence à rendre justice comme préhistorien, prétendait que l'homme a dû, dès le début, se servir comme matière première presque exclusivement du bois que la forêt lui fournissait en abondance; et que les premiers silex taillés du paléolithique ne font que rappeler la coquille dentelée dont il s'est servi tout d'abord pour couper les troncs d'arbres et les branches en y pratiquant une saignée circulaire.

La Chine nous offre aujourd'hui le spectacle de ce qu'est devenue l'humanité près du centre de dispersion : sur un territoire moins grand que la moitié de l'Europe, vit plus du tiers de l'humanité; le pays est dénudé; les indigènes y déboisent encore avec acharnement [1]; il n'y a pas de bestiaux; l'homme, pour assurer sa nourriture, passe tout son temps à cultiver une terre devenue ingrate, vivant dans une saleté repoussante en proie aux inondations, aux épidémies, à la famine; aussi continue-t-il, comme par le passé, à quitter sa terre de misère dès qu'il le peut, pour aller essaimer partout dans le monde.

De nombreux faits viennent à l'appui de cette hypothèse d'un centre unique de dispersion; on peut en citer deux, très généraux : c'est au voisinage de ce centre de dispersion que se trouvent les pays où la civilisation est la plus ancienne : la Chine, la vallée de l'Indus (civilisation de Mohenjo-Daro, récemment découverte, qui remonte à trois millénaires avant Jésus-Christ), la Mésopotamie, l'Égypte. Inversement, c'est dans les régions les plus éloignées du centre de dispersion que l'on a trouvé les types d'humanité les plus primitifs : les Fuégiens, les Boshimans de l'Afrique australe, les Australiens.

Des actions mauvaises de l'homme à l'égard de la forêt, sont nés des boisements en état de moindre résistance, plus sensibles que la sylve primitive aux morsures des agents extérieurs et qui, de plus en plus, perdent de leur potentiel régulateur. Et pourtant, à la manière de ce qui a eu lieu dans la préhistoire, quelle fonction primordiale devrait jouer encore et toujours la forêt dans l'économie mondiale, où elle est, en fait, la compagne née de l'habitat.

Pour que la forêt continue à jouer son rôle biotique, la création de parcs nationaux ou de réserves apparaît comme de plus en plus nécessaire. Celles-ci et ceux-là seront à considérer tout à la fois comme de véritables sanatoria et comme des sanctuaires intangibles de la flore et de la faune, où les cycles évolutifs pourront se dérouler librement, sans entraves, hors de l'action utilitaire exagérée de l'homme, comme en de vastes laboratoires d'études. Il serait ainsi possible de passer de tactiques sylviculturales empiriques à un reboisement scientifiquement établi.

De ces parcs nationaux, le monde — en particulier la France métropolitaine et d'outre-mer — n'en possède pas assez. Aucun de nos parcs d'outre-mer (Algérie, Maroc, Madagascar, Indochine) ne peut rivaliser avec les 4.000.000 ha du Warnwright canadien, couvrant à lui seul les 2/5 de la forêt métropolitaine française, ni même avec les 700.000 ha du Yellowstone américain.

(1). Alexandra David-Neel, grande voyageuse en Extrême-Orient, et très avertie des questions de la mystique tibétaine, fait avec juste raison observer dans son remarquable ouvrage, *Au pays des brigands gentilshommes*, que, dans la contrée d'Amdo, à environ 150 km au Sud-Ouest de Loutchéou, où le transport par flottage des bois n'est pas possible, le déboisement intensif a pour cause exclusive une fabrication maladroite de la braise. L'énorme exploitation du bois à brûler destiné aux Anglo-Indiens dans l'Amban chinois a été également relevée par M. Roger Ducamp, ancien directeur des Eaux et Forêts en Indochine (*Au Thibet, Bulletin de la Société forestière de Franche Comté*, mars 1905). Il s'agit là de deux exemples, choisis entre mille, des abus exacerbés provenant du « parasitisme humain ».

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En ce qui concerne l'Europe occidentale, un seul massif français pourrait d'ailleurs être considéré à la rigueur comme un véritable parc national, celui du Pelvoux, si la majorité de ses 13.000 ha n'était pas composée de « glaciers et de rochers ».

L'effort national, créateur de parcs, retarde certainement sur la Suède qui en possède 13, sur l'Italie (Parc des Abbruzzes et de Castel Fuzano), la Suisse (le Val Chioza en Engadine), la Pologne et la Tchécoslovaquie (Parc international du Tatras et Forêt polonaise de Bialowieja), enfin sur l'Allemagne (Luneburger Park et 178 réserves en 1930).

Si, en Europe et en France, l'idée fondamentale de parc national est l'instauration de « conservatoires naturels », aux fins de sauvegarder une intégrité biologique, à plus d'un autre titre s'imposeraient pourtant, dans l'Empire colonial français, des parcs nationaux de grande envergure, car cela y est encore assez facile. En ce qui concerne particulièrement les régions tropicales, où sont situées toutes nos colonies, le problème forestier se pose avec une acuité extrême, angoissante.

L'exploitant des sylves coloniales se révèle comme obnubilé par les visées d'argent et les services que leurs bois peuvent rendre en Europe; il n'en veut par ailleurs connaître et utiliser que quelques essences rares, ne formant en général qu'une très petite minorité des peuplements : un acajou par 10 ha (Côte d'Ivoire); un teck par 3 ha (Laos); en moyenne 10 à 20 m³ de bois d'œuvre par hectare, alors que les forêts métropolitaines, domestiquées, en fournissent des centaines de mètres cubes.

En contraste de l'exploitant colonial, qui n'est qu'un prospecteur, un néfaste chasseur d'arbres, il faut considérer l'ensemble des boisements. Pour cela, le premier stade est de relever et de délimiter le domaine forestier, comme cela a été fait en Indochine [1]; le second est d'envisager des traitements sylvicoles adaptés en vue de favoriser la propagation des meilleures essences (Annam-Tonkin). Ce but pourrait sans doute être également atteint en Indochine par des essais de reboisement en tecks dans les peuplements clairs du stade régressif. C'est ce qu'on a fait il y a une quinzaine d'années : boisements d'essai du teck, au Tonkin, à Tuyen-Quang, et au Cambodge, à Kompong-Chnang, où existent des parcelles de 15 à 30 ha.

S'il n'est pas encore permis au forestier colonial d'aider la nature et de la diriger toujours vers le développement de l'industrie des bois, que tout au moins, en technicien averti, il la dégage des emprises humaines et des méthodes d'économie destructive, fruits de l'hérédité sauvage, par l'établissement de parcs nationaux, et cela de proche en proche, partout où la vie des arbres est menacée.

Si l'œuvre s'avère possible dans la France d'outre-mer, elle nous paraît aussi souhaitable au pays du soleil, de Menton aux Pyrénées, le long du pourtour méditerranéen, chaque fois, que sur ces terres pauvres, de vocation essentiellement forestière, les boisements xérophiles de caractère nettement régressif présenteront des réactifs témoins d'anciennes formations climatiques feuillues, capables de retourner progressivement vers la sylve primitive.

Notre administration forestière ne pourrait-elle pas constituer sur les domaines privés sporadiques qu'elle y possède des « réserves d'étude biologique », sortes

(1) Voir à ce sujet, dans le *Bulletin* de décembre 1933, p. 641-663, *Les forêts indochinoises, leur importance, leur gestion et leur mise en valeur*, par M. Maurice MANGIN.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de centres de regroupement des forces dynamiques de la nature, qui existent encore mais à l'état latent, ainsi que cela vient de se faire pour le bois domanial de la Chartreuse de Valbonne, dans le Gard, où, grâce à une décision récente de haute valeur du Directeur général des Eaux et Forêts, les abus vont cesser? Ne pourrait-elle pas, sur ces terres pauvres, de vocation forestière, autour d'autres lambeaux dégradés, appartenant aux communes ou à des particuliers inaptes à les conduire vers la résurrection, faire de même après achat ou bail emphytéotique?

« La sylve n'est pas une mine de bois au sens strict du mot », a dit M. A. Sarraut. « Le premier devoir de l'homme n'est pas de détruire la nature, mais de la protéger, de l'aider », a dit M. Paul Reynaud. Avec un ancien gouverneur général des colonies, nous dirons aussi : « Les voix de l'Afrique et de Madagascar, la voix de l'Asie semblent faites d'un crépitement d'incendie : on accuse le soleil, le climat, les éléments, mais à la vérité, c'est l'homme qui fabrique d'autres Saharas. Quelle barrière à cette folie? Création de vraies réserves. »

Le cri d'alarme a été jeté chez nous par tous les grands coloniaux, les biogéographes, les botanistes, les phytosociologues forestiers : Fabre, A. de Saint-Hilaire, A. Chevalier, R. Maire, Flahault, Gaussen, Kuhnholtz-Lordat, J. Carle, G. Gattefossé, Ducamp, Boudy, Lavauden.

Chez tous, il y a cette unité de pensée, qui est celle de notre école de Nancy : « Pour mettre un peu d'ordre dans les moyens de défense capables de refaire la sylve, il devient urgent de changer de méthode. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LES STATIONS DE DÉSINFECTION DES VÉGÉTAUX SOUS VIDE PARTIEL

par M. Paul VAYSSIÈRE, *professeur à l'Institut national d'Agronomie coloniale, membre du Conseil de la Société d'Encouragement.*

INTRODUCTION. — La désinfection des produits végétaux et des denrées agricoles prenant de jour en jour une importance particulière, il nous avait paru utile en 1925 [1], à mon éminent maître P. MARCHAL et à moi-même, de publier une mise au point sur la question.

D'après la documentation surtout américaine, nous avons montré dans ce travail tous les avantages que l'on pouvait retirer de l'utilisation du vide pour accroître l'action pratique des vapeurs de sulfure de carbone et d'acide cyanhydrique. Puis, j'ai eu l'occasion aux États-Unis de visiter plusieurs stations de désinfection dans le vide, en particulier à Boston et à New-York, tandis que le Service de la Défense des Végétaux du Maroc décidait la création de telles installations à Casablanca, Kenitra (Port-Lyautey) et Oudjda.

Actuellement, l'Algérie a imité l'Empire chérifien et possède à Alger, Oran, Biskra et Bougie des stations très bien agencées, toujours conçues sur ce même principe.

Enfin la métropole vient d'ouvrir au public une station de désinfection dans les ports de Bordeaux, Le Havre et Marseille.

Il paraît opportun d'exposer ici le but de ces installations, leurs principes, leur réalisation, leur fonctionnement et enfin, sous forme de conclusion, le rôle qu'elles sont appelées à jouer dans la vie économique du pays.

BUT DES STATIONS DE DÉSINFECTION. — En signant le 16 avril 1929, à Rome, la Convention internationale pour la Protection des Végétaux, la France, ainsi que 23 autres nations, s'est engagée à prendre un certain nombre de mesures pour assurer une action efficace contre l'introduction et l'extension des maladies et des ennemis des végétaux.

Parmi ces mesures, une des plus importantes qui fut envisagée, en outre de l'inspection phyto-sanitaire, fut la création, en certains ports ou points frontières, de stations de désinfection susceptibles d'être des auxiliaires précieux pour les inspecteurs, tout en entravant au minimum le trafic commercial.

Naturellement, les services du Ministère de l'Agriculture se sont efforcés d'utiliser, au mieux de l'intérêt général, les résultats de l'expérience des pays qui avaient devancé la France dans cette voie et ont adopté le principe de la désinfection à l'aide de diverses vapeurs toxiques sous vide partiel, seule méthode qui donne toute sécurité dans l'emploi de ces dernières.

(1) P. MARCHAL et P. VAYSSIÈRE, Étude sur la désinfection des produits végétaux et des denrées agricoles (*Ann. des Epiphyties*, XI, 3, pp. 121-183, 10 pl. Paris, 1925).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

AVANTAGES DES TRAITEMENTS INSECTICIDES SOUS VIDE; ACTION DE L'ABAISSEMENT DE PRESSION SUR LES PRODUITS VÉGÉTAUX ET LES INSECTES. — L'idée d'opérer les traitements insecticides dans le vide a été développée tout d'abord par HUNTER en 1912, puis par HINDS en 1913, tous deux en vue de faciliter la pénétration des balles de coton par le sulfure de carbone. On n'ignorait pas en effet que les fumigations sont d'autant moins efficaces, lorsqu'elles sont opérées à la pression atmosphérique, que les insectes se trouvent renfermés dans des marchandises plus compactes, formant des masses considérables, ou sous des emballages plus ou moins étanches. Il en est de même pour les parasites qui sont enfouis dans des cavités ou galeries forées dans les tissus végétaux et pour lesquels les échanges gazeux avec l'extérieur sont très ralentis.

Enfin, les stades d'évolution des insectes qui présentent un métabolisme ralenti (œufs, larves en diapause) peuvent résister très longtemps à l'action de vapeurs toxiques sous la pression atmosphérique.

L'utilisation du vide pare à ces difficultés et assure la pénétration des insecticides dans les marchandises les plus compactes et les mieux emballées, à condition qu'il ne s'agisse pas d'un emballage rigoureusement hermétique. Cette manière de procéder accélère également l'action toxique des vapeurs sur les organismes animaux en pleine activité ou en vie ralentie et permet ainsi de réduire considérablement la durée du traitement.

Une technique fut donc établie et perfectionnée, de jour en jour, pour opérer sous vide partiel le traitement insecticide des produits végétaux (fruits frais et secs, graines, arbres et arbustes pendant le repos de la végétation, etc.), et des denrées agricoles et industrielles (farines, pâtes alimentaires, tabacs ouvrés, chocolat, etc...).

Grâce à SASSCER, HAWKINS et MACKIE, elle fut appliquée tout d'abord dans les diverses organisations de police sanitaire des végétaux aux États-Unis, puis elle se répandit dans le monde.

Mais le vide seul n'a-t-il pas une action, tant sur les produits qui le subissent, que sur les insectes parasitant ces derniers? Disons tout de suite que l'abaissement de pression tel qu'il est obtenu dans les autoclaves de désinfection, c'est-à-dire pouvant atteindre jusqu'à 700 mm, n'a absolument aucune action sur la vitalité des insectes, qui, s'ils marquent pendant la durée du traitement un ralentissement très net dans leurs mouvements, reprennent immédiatement après leur activité normale.

Quant aux produits végétaux et aux denrées agricoles pour lesquels on a envisagé l'action des insecticides sous vide partiel, ils ne sont pas altérés par l'abaissement de pression. Des essais effectués tant aux États-Unis déjà en 1923, qu'en France dans ces dernières années, permettent d'être très affirmatif sur ce point; les pommes, les poires, les oranges, les citrons, les raisins, etc., supportent sans aucun dommage une exposition de 1 à 2 heures à un vide de 630 mm, c'est-à-dire supérieur à celui qui est en général prévu.

J'ai eu d'autre part l'occasion, en 1931, de poursuivre une série de recherches sur la désinfection dans le vide de fleurs coupées et plus particulièrement d'œillets. Mes expériences ont porté sur plus d'un millier de fleurs qui subirent toutes un abaissement de pression atteignant pendant quelques minutes (10 au maximum) 630 mm. Si beaucoup d'entre elles ont été altérées, dans leur fraîcheur, leur teinte ou leur odeur, par certaines vapeurs insecticides expéri-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mentées, aucune ne fut lésée par la seule action du vide sur leurs tissus pourtant si fragiles [2]. Des expériences ont été faites pour préciser plus particulièrement ce point qui était important à élucider avant de poursuivre les recherches envisagées.

A ma connaissance, une seule denrée industrielle pour laquelle la désinfection dans le vide était désirable et n'a pu être encore adoptée, c'est le chocolat contenant de la crème : la paroi en chocolat souvent très mince et d'épaisseur trop irrégulière ne résiste pas en général à l'abaissement de pression s'il est trop rapide [3].

INSECTICIDES UTILISÉS. — En France, les traitements insecticides opérés dans le vide sont prévus avec les vapeurs de l'acide cyanhydrique, du sulfure de carbone, de l'oxyde d'éthylène, ou du bromure de méthyle. Ce sont les quatre produits chimiques dont on envisage l'emploi suivant le produit végétal ou la denrée agricole à traiter et suivant l'insecte à détruire.

Mais les installations de désinfection ont été conçues pour permettre l'utilisation de la plupart des vapeurs toxiques.

Aucune modification n'est nécessaire si on juge intéressant de remplacer par exemple le sulfure de carbone par le tétrachlorure de carbone ou même par la chloropicrine qui, certainement, dans beaucoup de cas, peut rendre de grands services.

Acide cyanhydrique. — Ce produit est obtenu par l'action de l'acide sulfurique étendu sur un cyanure alcalin, le cyanure de sodium en général.

Il est possible que la station de désinfection du port de Marseille soit munie ultérieurement d'un dispositif permettant l'emploi de l'acide cyanhydrique maintenu à l'état liquide à la température ordinaire.

Toutefois, une grande difficulté réside dans l'instabilité du produit liquide qui tend à se décomposer spontanément dans ses récipients; il est recommandé, dans ces conditions, de l'utiliser dans les 15 jours qui suivent sa fabrication, nécessité qui complique sérieusement son emploi pratique.

Aussi certaines usines françaises, qui s'étaient engagées résolument il y a quelques années dans la voie de la production industrielle de l'acide cyanhydrique liquide, l'ont complètement abandonnée aujourd'hui et concentrent leur activité sur la fabrication des cyanures de sodium et de potassium.

Il n'y a pas lieu d'insister ici sur l'action insecticide des vapeurs d'acide cyanhydrique; de nombreux travaux en toutes langues recommandent ce produit. Toutefois, dans son emploi, il ne faut pas oublier que, en raison de sa très grande solubilité dans l'eau, il est difficile, même avec l'aide du vide, d'assurer la pénétration complète des vapeurs jusqu'au centre des balles, sacs ou caisses de marchandises relativement compactes, dès que ces marchandises présentent une teneur appréciable en humidité dans laquelle le gaz peut se dissoudre facilement.

Dans le cas de plantes vertes et de fruits frais, la dissolution du gaz cyanhydrique dans les liquides organiques est très atténuée par la présence des revêtements intacts de cutine, qui ralentit les échanges gazeux.

(2) Tous ces essais, dont les résultats détaillés n'ont pas encore été publiés, furent entrepris à la demande des horticulteurs de la Côte d'Azur et ils furent poursuivis grâce aux envois de fleurs, en particulier de MM. AUSSEL et NIGON, d'Antibes, et à la collaboration, pour la partie expérimentale, de M. GLOMBEL.

(3) W. M. NOYES, Moth Pest in Cocoa and Confectionery (*Bull. entom. Res.* XXI, pp. 77-121. Londres, 1930).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Comme corollaire de cette dissolution de l'acide cyanhydrique dans les milieux aqueux, il faut retenir la difficulté accrue de l'élimination complète du produit toxique après traitement, l'action du vide[4] étant moins efficace sur un gaz dissous que sur un gaz simplement diffusé dans l'atmosphère sèche imprégnant les marchandises.

C'est pourquoi, dans tous les cas où l'emploi du gaz cyanhydrique est recommandé, une technique est prévue afin que les denrées, les fruits par exemple, ne soient introduits dans l'autoclave que s'ils sont bien ressuyés.

Au sujet de l'efficacité insecticide de l'acide cyanhydrique, un entomologiste italien[5] Bellio, après de nombreux essais, recommande l'emploi de ce gaz pour la destruction des Cochenilles (*Aspidiotus hederæ*, *Chrysomphalus dictyospermi*, *Pseudococcus* divers) qui parasitent les *Citrus* destinés à l'exportation en République Argentine où le service phytosanitaire n'accepte à l'entrée que des fruits ne portant aucun de ces insectes.

Cet expérimentateur, qui opère à la pression atmosphérique, laisse agir sur des empilages de caisses recouverts de toiles à fumigation, les vapeurs cyanhydriques pendant seulement une heure, mais à une dose très élevée (25 g d'acide cyanhydrique, soit environ 50 g de cyanure de sodium).

Sulfure de carbone. — Le pouvoir insecticide de ce produit est utilisé depuis très longtemps, en particulier en vue de la destruction des insectes des grains.

Son inflammabilité extrême a préoccupé d'une façon spéciale les protagonistes des stations de désinfection qui se font efforcés de réduire les risques d'une façon à peu près complète. Une grande firme française de produits chimiques met au point à l'heure actuelle un mélange stable avec un liquide incombustible qui facilitera considérablement les manipulations, surtout dans les magasins à blé.

Enfin, il est indispensable de souligner, surtout quand il s'agit de désinfecter des produits destinés à l'alimentation, la nécessité d'utiliser du sulfure de carbone chimiquement pur et de préparation récente; ce produit présente en effet la fâcheuse propriété de se polymériser spontanément à la longue avec production de polysulfures à odeur nauséabonde relativement peu volatils et par suite assez tenaces.

Je signale que le sulfure de carbone, à la dose de 300 cm^3/m^3, pendant 2 heures, nous a donné des résultats très satisfaisants dans le traitement des œillets : aucune altération de la fleur et mort des chenilles (*Tortrix pronubana*) renfermées dans certaines d'entre elles. Toutefois, des essais nouveaux doivent être poursuivis pour la désinsectisation des fleurs coupées, en particulier avec les produits dont j'arrive à parler et dont en 1931 on connaissait insuffisamment la valeur insecticide.

Oxyde d'éthylène. — L'idée de l'utilisation de ce produit liquide, qui entre en ébullition à 10°, paraît revenir aux auteurs américains Cotton et Roark, qui, en 1928[6], publièrent leurs premiers essais. Puis de nombreuses notes montrèrent tout l'intérêt de l'emploi de l'oxyde d'éthylène comme insecticide.

(4) Comme il est indiqué plus loin, on effectue le vide dans les autoclaves après le traitement pour évacuer les vapeurs toxiques.

(5) G. Bellio, La fumigazione con acido cianydrico dei limoni in casse (*Citrus*, XVIII, II, n° 1, 12 p. Messine, 1931).

(6) R. T. Cotton et R. C. Roark, Ethylene oxyde as a fumigant (*India Engin. Chemistry*, XX, n° 8, Washington, 1928).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les vapeurs sont 1,7 fois plus lourdes que l'air et ont un pouvoir de pénétration très grand, qui est considérablement accru en atmosphère contenant un pourcentage appréciable de gaz carbonique, 7 parties de CO^2 pour 1 partie de C^2H^4O[7].

Elles sont en outre très solubles dans l'eau, mais en raison d'une tension beaucoup plus forte que celle de l'acide cyanhydrique, on n'observe pas d'atténuation importante de l'action insecticide sur les denrées humides, même à des températures assez basses.

Le mélange oxyde d'éthylène + gaz carbonique en proportions convenables[8], présente, sur tous les autres produits préconisés ou utilisés à l'heure actuelle pour le traitement des denrées alimentaires, un avantage très intéressant : c'est qu'il n'est pas stable en présence de l'humidité ou de l'eau et qu'il se détruit lentement dans ces conditions, en formant, par addition, du glycol ($C^2H^6O^2$) sans aucune toxicité alimentaire. La dose minimum d'oxyde d'éthylène, en présence ou non du gaz carbonique, qui nous a donné les meilleurs résultats est 100 g/m³.

Quant à l'action insecticide, elle est certainement bien différente de celle observée avec l'acide cyanhydrique ou le sulfure de carbone. A ma connaissance, elle n'a pas encore fait l'objet de recherches physiologiques malgré son grand intérêt.

En effet, si des insectes sont soumis à l'action des vapeurs d'acide cyanhydrique ou de sulfure de carbone, en cas d'efficacité du traitement dans les conditions pratiques de durée d'une opération normale, on constate dès la fin du traitement, que la mort a fait son œuvre. Il est même prudent pour certains parasites, tels que les Charançons des grains, de les mettre en observation pour vérifier s'ils ne sont pas simplement en mort apparente.

Avec l'oxyde d'éthylène, l'action est tout autre : dans les conditions pratiques, quand on libère les insectes de l'action du gaz, ces animaux paraissent ne pas avoir été intoxiqués et avoir conservé leur vitalité, mais au cours des 48 heures qui suivent, ils meurent tous sans aucune exception.

En somme, l'action sur le métabolisme de l'insecte semble être consécutive à une action chimique sur les liquides de l'organisme. Peut être y a-t-il fixation de l'oxyde d'éthylène avec formation de glycol[9] dont la présence entraîne la mort?

Quoi qu'il en soit, l'oxyde d'éthylène est actuellement employé sur une grande échelle non seulement au Havre, mais également en Algérie où il est utilisé surtout pour la désinsectisation des dattes, des figues sèches et du tabac. La technique adoptée en Afrique du Nord a été mise au point par M. Lepigre, Inspecteur du Service de la Défense des Cultures.

Bromure de méthyle. — La première publication, précisant le pouvoir insecticide de ce liquide qui bout à 4°, est due à M. Le Goupils, à qui on est redevable, d'autre

(7) En dehors de l'utilisation de l'oxyde d'éthylène pour la désinfection en récipient clos, il est intéressant de signaler l'emploi de ce produit dans la désinfection des grains emmagasinés. Back, Cotton, Young et Cox ont fait connaître d'une façon précise la technique de cette opération effectuée avec le mélange $C^2H^4O + CO^2$ (en poids).

(8) Dans le commerce, on trouve des spécialités insecticides formées par un mélange d'oxyde d'éthylène et d'anhydride carbonique en proportions tout à fait contraires (10 parties de C^2H^4O pour 1 partie de CO^2) à celles qui ont été reconnues nécessaires pour augmenter le pouvoir pénétrant et insecticide de l'oxyde d'éthylène.

(9) On peut sans doute établir le rapprochement entre l'action de l'oxyde d'éthylène sur les insectes et celle de l'oxyde de carbone sur les animaux supérieurs chez lesquels on observe la fixation du gaz sur l'hémoglobine du sang.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

part, d'un grand nombre de recherches expérimentales en vue d'améliorer les stations de désinfection[10].

A des doses comprises entre 30 et 50 g/m³, le bromure de méthyle donne une mortalité de 100 p. 100 quel que soit le stade d'évolution des insectes. Il est à noter que son action sur ces animaux est tout à fait comparable à celle de l'oxyde d'éthylène.

Par contre, ses vapeurs sont très peu solubles et il a en outre l'inconvénient de se décomposer lentement en présence de l'humidité, avec formation d'acide bromhydrique.

Son emploi est donc contre-indiqué pour le traitement des substances végétales

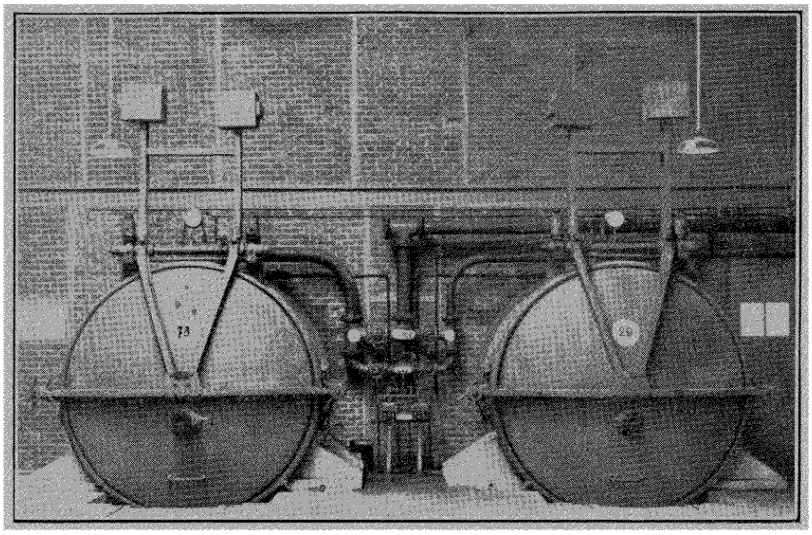


Fig. 1. — Station de désinfection du Havre : hall d'entrée, les deux autoclaves de 73 et de 29 m³, portes fermées.

à teneur appréciable en humidité, à moins de la présence d'une cuticule continue. C'est grâce à celle-ci que le bromure de méthyle donne d'excellents résultats dans le traitement de certains fruits (poires) dont il n'altère ni la couleur ni la consistance et pour la désinfection desquels l'oxyde d'éthylène, par exemple, ne peut être conseillé.

LA STATION DE DÉSINFECTION DU HAVRE. — La Station du Havre a été installée sur les terrains du port autonome. Elle occupe une superficie d'un hectare environ au sud du quai Rochambeau. Le bâtiment, qui a été construit à cet effet, a actuellement une longueur de 56 m sur une largeur de 22 m.

A proximité de la construction actuelle, qui est desservie par le réseau ferré du port et par camionnage, il a été prévu un emplacement susceptible de recevoir, si le besoin s'en fait sentir, le matériel nécessaire pour la désinfection de wagons de marchandises.

(10) LE GOUPILS, Les propriétés insecticides du bromure de méthyle (*Rev. Path. Vég. et Entom. Agric.*, XIX, 4, pp. 169-172, Paris, 1932).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Toute l'installation est de plain-pied. Elle comprend un immense hall de 56 m × 14 m dans lequel sont les autoclaves destinés à recevoir les matières à

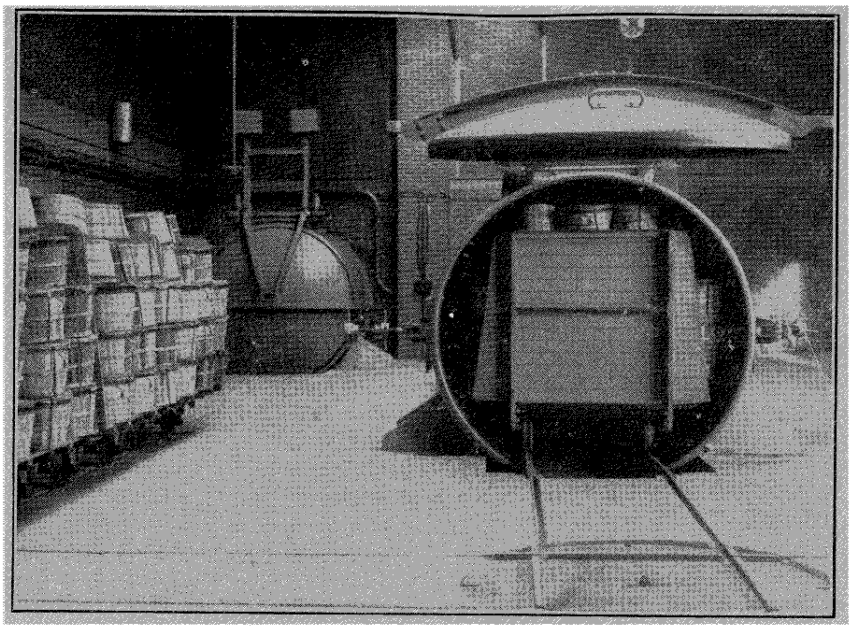


Fig. 2. — Station de désinfection du Havre : hall de sortie. (La porte de l'autoclave de 73 m³ est ouverte pour montrer un chargement de fruits qui vient d'être désinfecté.)

désinfecter et qui est divisé en deux parties par une cloison qui isole d'une façon complète le côté entrée des autoclaves du côté sortie (fig. 1 et 2). Un certain nombre

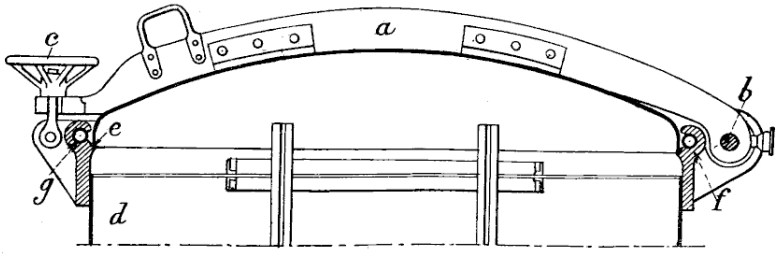


Fig. 3. — Coupe du dispositif de fermeture des autoclaves, système Mallet.

a, Couvercle en tôle emboutie ; — *b*, Articulation du couvercle sur le corps cylindrique ; — *c*, Vis de serrage ; — *d*, Corps cylindrique de l'autoclave ; — *e*, Butée d'appui du couvercle ; — *f*, Logement annulaire du boudin de caoutchouc, formant joint lorsque l'eau sous pression y a été refoulée ; — *g*, Boudin de caoutchouc.

de pièces, placées latéralement, sont occupées par : les pompes à vide, les appareils producteurs de gaz toxiques (fig. 5, 6 et 7), les enregistreurs, les laboratoires et bureaux pour les recherches, les inspections et l'exploitation de la station.

Il paraît utile d'insister sur quelques caractéristiques de l'appareillage adopté en France, qui le différencient, en l'améliorant, de celui que j'ai pu observer, en particulier aux États-Unis.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Autoclaves. — Il y a au Havre deux autoclaves cylindriques horizontaux respectivement de 2,50 m de diamètre et 14,68 m de longueur (capacité environ 73 m³) et de 2,50 m de diamètre et 5,63 m de longueur (capacité environ 29 m³) [11]. Ils sont fermés à chaque extrémité par une porte en tôle emboutie, articulée autour d'une charnière horizontale à la partie supérieure de l'autoclave et munie d'un contrepoids d'équilibrage. L'étanchéité est obtenue par un boudin de caoutchouc entoilé, gonflé au moyen d'eau sous pression (fig. 3).

L'appareillage de l'autoclave est complété par une voie de 1 m et par les tuyauteries d'arrivée et de départ de gaz et d'air.

Un dispositif spécial empêche d'ouvrir simultanément les portes d'entrée et de sortie d'un autoclave qui ne peut ainsi servir de passage pour le personnel désirant se rendre d'une extrémité à l'autre du bâtiment.

Moteurs. — Deux pompes rotatives, à vide sec, d'une puissance de 17,5 ch environ chacune, peuvent marcher jumelées ou séparées et produire ainsi un vide de 635 mm dans le grand autoclave respectivement en 10 ou en 15 secondes. Elles sont chacune actionnées par un moteur électrique pour courant triphasé 220 V, 50 périodes, avec démarreur centrifuge.

Production de sulfure de carbone. — Entre l'autoclave et le fût ou la bonbonne contenant le liquide, se trouve un ensemble permettant de doser et de vaporiser l'insecticide dans les meilleures conditions possibles. Il existe en particulier un vaporiseur constitué par une bouteille en cuivre, étamée intérieurement, et plongée dans un bain-marie, qui enraye l'abaissement de température provoqué par la violente aspiration du sulfure de carbone dès qu'on ouvre le robinet de communication avec l'autoclave sous vide.

Production d'acide cyanhydrique. — En dehors des réservoirs à acide sulfurique, à eau et à solution de cyanure de sodium et des appareils doseurs de ces trois liquides, il y a un bac pour la réaction, un autre pour la neutralisation des vapeurs, et enfin un troisième, rempli de laine de verre, pour arrêter les gouttelettes de liquide qui auraient pu être entrainées.

Production d'oxyde d'éthylène ou de bromure de méthyle. — Des bouteilles métalliques dans lesquelles ils sont livrés, les produits sortent à l'état gazeux et vont se détendre dans un gazomètre; puis il passent dans un mélangeur où les vapeurs se rencontrent en proportion déterminée avec l'air ou l'anhydrique carbonique, suivant les cas.

Des diaphragmes convenablement étudiés permettent de doser l'oxyde d'éthylène, le bromure de méthyle, l'air et le gaz carbonique qui provient aussi d'une bouteille où il est liquide et qui se détend dans un gazomètre particulier.

Enregistreurs. — Tous les appareils de sécurité (soupapes, cheminées d'aération, ventilateurs) existent ainsi que les manomètres à vide ordinaires. Mais en

(11) La même installation existe à Bordeaux. A Marseille, il y a trois autoclaves, respectivement de 10, 20 et 50 m³ de capacité.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

outre, un enregistreur spécial correspond à chaque autoclave, et chaque opération de désinfection s'inscrit par trois courbes (fig. 4) : celle des variations de température au cours du traitement, celle des variations de pression et enfin une dernière indique les quantités d'insecticides ou de réactifs liquides utilisés au cours

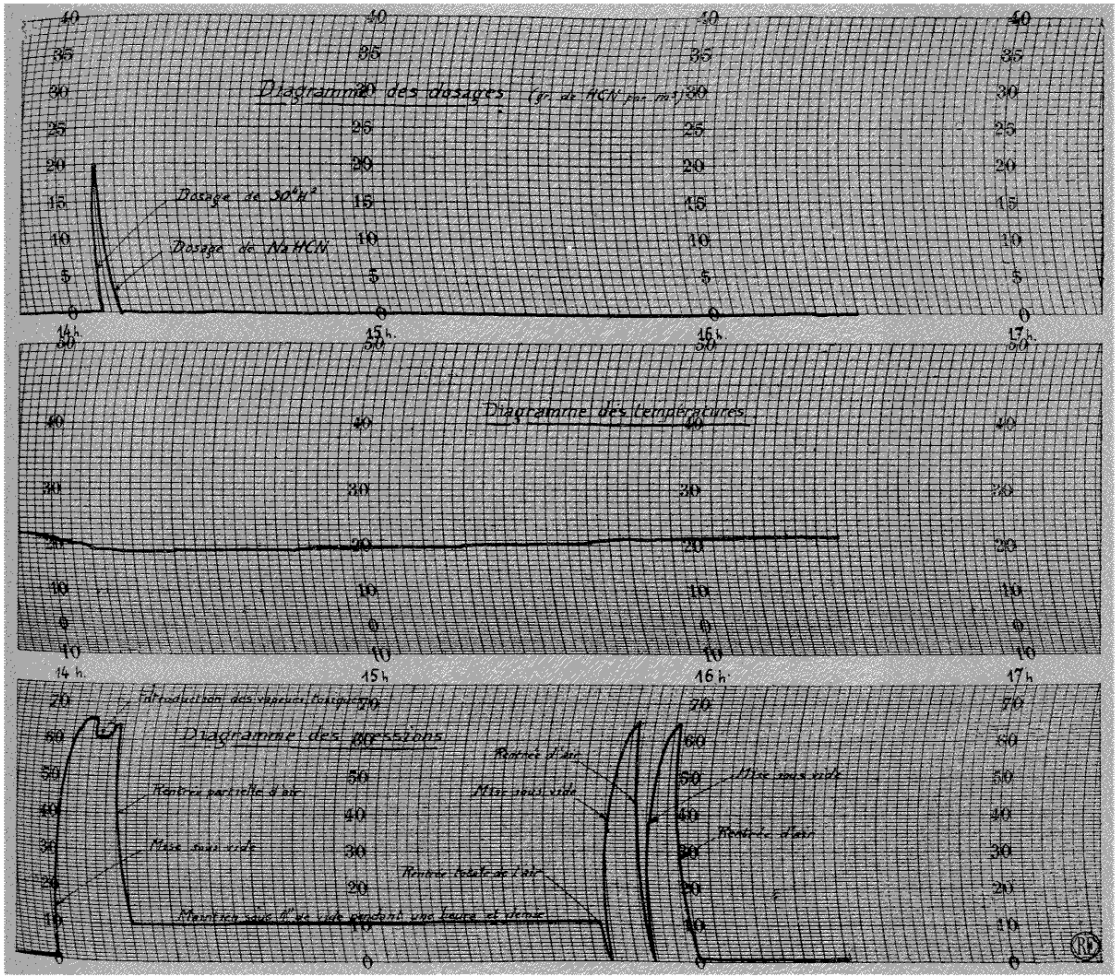


Fig. 4. — Diagrammes du fonctionnement d'un autoclave donnant les variations de température, de pression et de teneur en insecticide.

de l'opération effectuée. Un artifice de construction permet de se rendre compte rapidement, par exemple, si les réactifs produisant l'acide cyanhydrique sont en proportions convenables.

MODE OPÉRATOIRE. TECHNIQUE GÉNÉRALE. — Un autoclave étant rempli de produits végétaux ou de denrées à désinfecter, les portes étant fermées avec toutes les précautions nécessaires, la technique générale d'une opération est, en principe, la suivante :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

a) raréfaction de l'air à l'intérieur jusqu'à ce que le manomètre de vide donne un abaissement de pression de 635 mm de mercure;

b) introduction dans l'autoclave du mélange toxique en 10 minutes environ;

c) introduction d'air jusqu'à ce que la dépression à l'intérieur de l'autoclave ne soit plus que de 50 mm;

d) à partir de cet instant, durée minimum du contact dans l'autoclave entre les

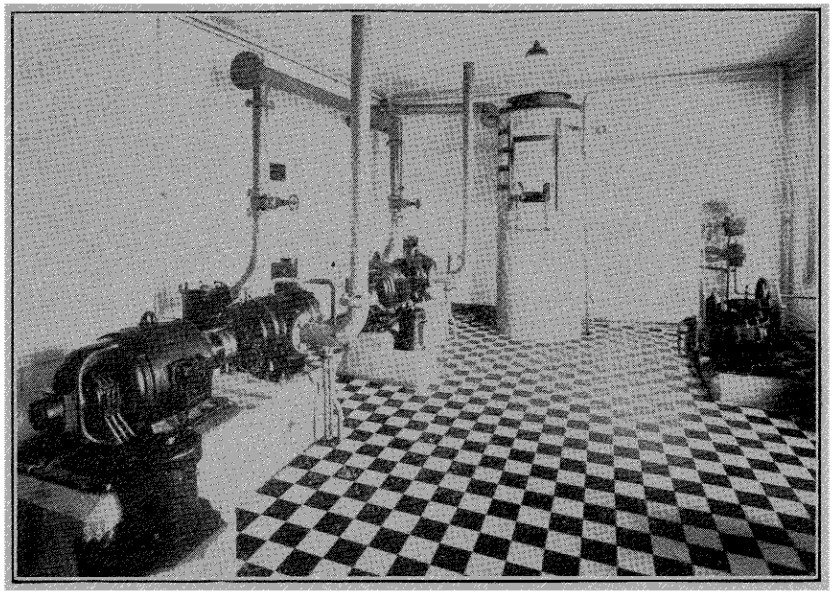


Fig. 5. — Station de désinfection du Havre : Salle des machines. (A gauche des deux motopompes à faire le vide dans les autoclaves; au fond, le réchauffeur de sulfure de carbone; à droite, la petite pompe à refouler l'eau sous pression dans les boudins formant le joint des portes des autoclaves.)

produits à désinfecter et les vapeurs toxiques, tous robinets fermés : une heure et demie;

e) rentrée d'air jusqu'à rétablissement de la pression atmosphérique dans l'autoclave;

f) abaissement de la pression intérieure, au moins égale à celui du début de l'opération, soit 635 mm;

g) établissement à nouveau de la pression atmosphérique par rentrée d'air;

h) établissement d'un vide de 500 mm;

i) nouvelle et dernière rentrée d'air pour rétablissement de la pression atmosphérique;

j) enfin, ouverture de la porte de sortie, la pompe et le ventilateur étant en fonctionnement.

Ainsi, par deux opérations de vide après le traitement, on chasse d'une façon absolue les vapeurs toxiques qui avaient pu pénétrer, lors de leur introduction grâce à l'atmosphère raréfiée, au plus profond des marchandises les plus compactes ou les mieux emballées.

C'est en suivant ces directives que depuis le début du mois de mars 1934 plus

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de 1.000 t de produits et particulièrement de fruits, parasités par le Pou de San José (*Aspidiotus perniciosus*) ont pu être désinfectées au port du Havre avant leur introduction sur notre territoire. On a pu ainsi éviter aux importateurs les ennuis du refoulement de leurs marchandises et de la réexpédition.

Ces traitements furent suivis de très près par les intéressés surtout au point de

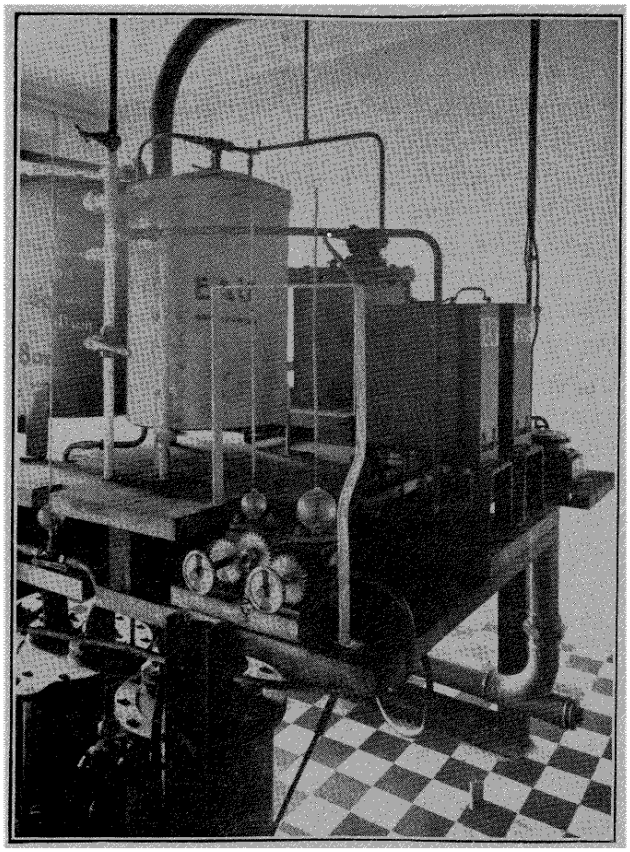


Fig. 6. — Station de désinfection du Havre : Salle des produits chimiques et des enregistreurs. (Au premier plan, sous la table, bacs à acide cyanhydrique; sur la table, le réservoir à eau pour la préparation de la solution de cyanure et les doseurs de solution de cyanure et d'acide sulfurique étendu; au second plan, les deux enregistreurs triples, dont on ne voit que les boîtes métalliques par leurs faces latérales et postérieures.)

vue de la conservation des fruits; à ma connaissance, la méthode prescrite donne pleine satisfaction à tous points de vue.

Exploitation. Fonctionnement. — Pour les trois stations qui existent actuellement sur notre territoire (Bordeaux, Le Havre, Marseille) tout l'appareillage de désinfection a été acheté sur un crédit voté par les Chambres, spécialement pour l'établissement par le Ministère de l'Agriculture de ces installations. Elles furent prises en charge par les ports autonomes (Bordeaux, Le Havre) ou par la Chambre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de Commerce (Marseille) qui, de leur côté, ont fait construire les bâtiments destinés à les recevoir. L'exploitation qui est en régie au Havre, est assurée par le port autonome à Bordeaux et par la Chambre de Commerce à Marseille.

A chaque station est affecté un agent du Service de Défense des Végétaux qui prescrit, quand il le juge nécessaire, la désinfection, indique l'insecticide et la dose à utiliser, la durée de l'opération, et tous les détails techniques de l'opération qu'il surveille et après laquelle il délivre le certificat officiel.

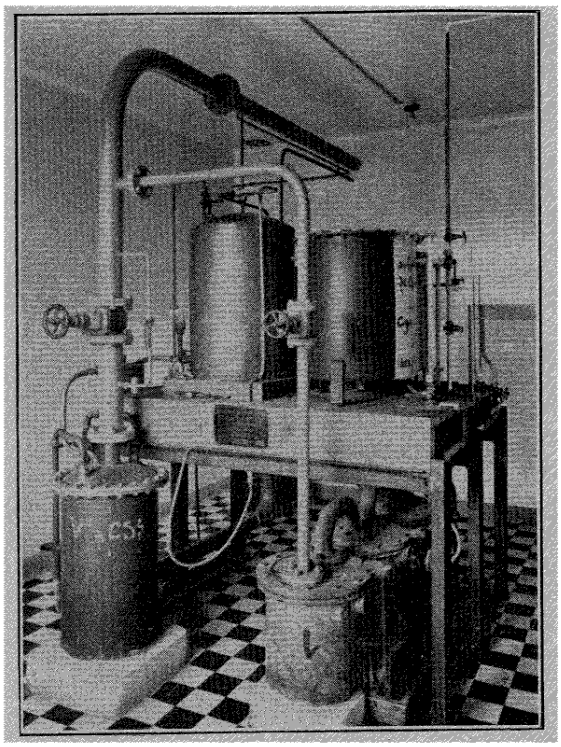


Fig. 7. — Station de désinfection du Havre : Salle des produits chimiques et des enregistreurs vue d'un autre côté que sur la figure 6.

CONCLUSION.

Utilité des stations de désinfection dans la vie économique d'un pays. — Le but primitif du Ministère de l'Agriculture a été évidemment, comme je le spécifie au début de cet exposé, de se conformer à la Convention internationale de 1929. Mais il désirait faire plus : mettre à la disposition de tous les usagers, importateurs, exportateurs, industriels, entrepositaires, des installations où, pour une modeste redevance, ils pourront obtenir la désinsectisation de produits végétaux ou de denrées diverses. Cette opération, justifiée par un certificat officiel, ne pourra que faciliter les transactions commerciales et éviter la matière à de nombreux procès.

Enfin, ces créations sur notre territoire des premières stations de désinfection susceptibles de fournir toute garantie dans la destruction des parasites des végétaux dont on a lieu de craindre à juste titre l'importation, n'autorisent-elles pas à envisager des modifications profondes dans notre législation phytosanitaire actuelle dont les principes ne sont plus en accord avec la vie économique de nos jours?

Des mesures sévères sont prévues pour empêcher l'introduction, dans nos cultures métropolitaines ou coloniales, d'insectes qui se sont comportés comme de véritables fléaux dans d'autres pays [12].

La liste en est extrêmement courte : *Leptinotarsa decemlineata* (le doryphore de

(12) Il est utile de signaler que notre colonie de La Martinique a commandé et reçu une installation complète de station de désinfection, dès 1931, afin de protéger son territoire contre l'introduction des parasites étrangers. Depuis cette époque, ce matériel n'a pas été employé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la pomme de terre; *Aspiditotus perniciosus* (le Pou de San José); *Popilia japonica* (le petit hanneton japonais); *Stephanoderes coffeæ* (le scolyte du grain de café); *Pectinophora gossypiella* (le ver rose de la capsule de coton) [13]. C'est à peu près tout.

Mais si notre défense contre ces parasites est parfaitement justifiée, on ne doit pas oublier que l'expérience a montré que d'autres insectes phytophages, dont nous connaissons peut-être aujourd'hui à peine le nom et le mode de vie, peuvent par une introduction accidentelle sur un terrain, dans une culture, dans une région favorables, devenir en quelques semaines une calamité entraînant des dépenses considérables.

Concevons un pays comme la France qui, dans l'intérêt de son agriculture, crée un service de défense des cultures convenablement pourvu tant en personnel spécialisé qu'en matériel, et qui basera sa législation phytosanitaire sur les observations précédentes.

On créera dans chaque centre d'importation une station d'inspection et désinfection. A cet établissement, sera attaché un personnel compétent, intègre et responsable de ses décisions. Quotidiennement toutes les importations de végétaux, de produits végétaux et de denrées agricoles seront signalées au chef de station et ce, par le dépôt des pièces officielles (connaissement, certificat d'origine, facture, certificat sanitaire, etc.) qui, normalement, accompagnent un envoi.

Les importations pourront être alors rapidement groupées en trois catégories :

1° les matières qui ne nécessitent ni inspection, ni désinfection;

2° les matières qu'il y a intérêt à inspecter de temps en temps;

3° les matières qu'il faut toujours inspecter et qui, suivant le résultat de l'inspection, seront :

a) introduites sans désinfection;

b) introduites après désinfection;

c) refoulées hors du territoire ou détruites.

Une organisation à l'importation fondée sur ces principes a une souplesse plus grande que celle qui existe dans la plupart des pays et particulièrement en France et aux colonies; en outre, elle protègera plus efficacement les cultures ou les magasins de denrées agricoles.

Évidemment, elle ne pourra fonctionner que sur les points où existeront des stations d'inspection et de désinfection, munies du personnel qualifié et des appareils susceptibles de donner une garantie absolue.

Des installations telles que celles de Bordeaux, du Havre et de Marseille peuvent entrer dans cette catégorie pour la plupart des cas qui se présentent. On peut dire qu'elles réalisent les derniers perfectionnements connus; mais il est nécessaire de ne pas les considérer comme immuables. Il entre en effet dans les attributions des collaborateurs du Service de Défense des Végétaux d'améliorer la technique actuellement adoptée, afin d'obtenir une sécurité maximum avec le minimum de frais, tant pour les services d'exploitation que pour les usagers, qui ne souhaitent que d'avoir à leur disposition une organisation aussi bien comprise que possible.

Enfin, les stations de désinfection dans le vide partiel doivent jouer un rôle pré-

(13) *S. coffeæ* et *P. gossypiella* se rencontrent dans quelques colonies françaises, mais on s'efforce d'en préserver les autres.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pondérant dans les exportations, entravées le plus souvent par les règlements phytosanitaires des pays étrangers.

Il faut que le certificat français d'inspection et de désinfection délivré à la sortie de notre territoire soit une garantie formelle du bon état sanitaire des denrées ou produits végétaux qu'il accompagne.

Ainsi, l'effort fait par les services administratifs et scientifiques en vue de faciliter notre commerce international aura atteint le but recherché.

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE EN MARS 1934.

ROCHES (CAMILLE). — **Le matériel des industries chimiques** (*Encyclopédie de chimie industrielle*). In-8 (23 × 16) de VI + 390 p., 252 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1934. **18333**

PRIVAULT (MARC). — **Les rayons X**, au laboratoire, à l'hôpital, à l'usine (*Actualités scientifiques et industrielles*). In-8 (21 × 14) de 204 p., 121 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1934. **18334**

VANDERSCHUEREN (RENÉ). — **Le zinc.** Les minerais de zinc. La technologie du zinc. Le zinc métal (*Encyclopédie industrielle*). In-12 (19 × 12) de 397 p., 125 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1934. **18335**

BARNERIAS (R.). — **Manuel des aciéries** (*Bibliothèque professionnelle*). In 18 (16 × 10) de 268 p., 89 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1934. **18336**

NOTTIN (L.). — **L'utilisation des sciures de bois comme combustible.** 2e édition. In-8 (23 × 15) de 104 p., 42 fig. Paris, Éditions de « l'Usine », 15, rue Bleue (9e). (*Don de l'auteur, membre de la Société.*) **18337**

DEMOLON (ALBERT). — **Croissance des végétaux** (Principes d'agronomie. II). In-8 (25 × 16) de IX + 307 p., 42 fig. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1934. (*Don de l'auteur.*) **18338**

FANTOZZI (LOUIS). — **Les deux masses. Hypothèses sur la force et la mécanique dans la nature.** In-8 (23 × 14) de VIII + 181 p., 15 fig. Paris, Marcel Rivière, 31, rue Jacob (6e), 1934. **18339**

BUREAU DES NORMES DE L'AUTOMOBILE (Chambre syndicale patronale des Fabricants d'Accessoires et de Pièces détachées d'Automobiles, etc., 3, avenue Friedland, Paris (8e). — **Feuilles de normes, BNA 6** (3e édition) (déc. 1933) : *Accumulateurs (plomb-plomb). Encombrement. Fixation. Bornes.* — **BNA 186** (oct. 1933) : *Moyeux avant et arrière pour cycles « enfants ».* — **BNA 187** (oct. 1933) : *Pignon de roue libre. Nombre de dents. Filetage.* — **BNA 188** (oct. 1933) : *Pédales pour cycles. Filetage.* — **BNA 189** (oct. 1933) : *Conicités normales en p. 100. Définitions et principes.* — **BNA 190** (oct. 1933) : *Conicités normales en p. 100. Valeurs pratiques et applications.* — **BNA 191** (oct. 1933) : *Lamages. Trous borgnes taraudés.* — **BNA 192** (nov. 1933) : *Clés plates simples. Dimensions des têtes et longueurs.* — **BNA 193** (nov. 1933) : *Clés plates doubles. Dimensions des têtes et longueurs.* **17497**

L'agent général, gérant,
E. LEMAIRE.

BRODARD ET TAUPIN. — Coulommiers-Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

133e ANNÉE. MAI 1934.

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

VISITE DE LA BIBLIOTHÈQUE ET DES NOUVEAUX AMPHITHÉATRES DU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

(PARIS, 12 FÉVRIER 1934).

La visite de la bibliothèque et des nouveaux amphithéâtres du Conservatoire national des Arts et Métiers par les membres de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale a eu lieu le 12 février 1934, sous la conduite de M. Lévy, bibliothécaire en chef du Conservatoire.

La *bibliothèque* est installée dans l'admirable réfectoire de l'ancienne abbaye de Saint-Martin-des-Champs, un des plus beaux monuments du XIIIe siècle, dont la construction est attribuée à Pierre de Montereau.

C'est une salle rectangulaire, dont les dimensions approximatives sont de 40 m en longueur, 11 m en largeur, et 15 m en hauteur. Sept colonnes en pierre, d'une extraordinaire sveltesse, y dessinent deux nefs.

Sur la face septentrionale, la chaire du lecteur, avec son escalier pratiqué dans le mur et ses colonnettes obliques, est revêtue d'une très riche décoration florale, et présente, dans l'ogive qui la couronne, un curieux arc trilobé.

L'entrée principale du réfectoire se trouve sur la face méridionale, par un portail qui est un beau spécimen du gothique fleuri. Pendant longtemps caché derrière des maçonneries, ce portail n'a revu le jour qu'au milieu du XIXe siècle.

Pour la facilité de la circulation, l'entrée usuelle est à l'extrémité occidentale.

Lors de l'aménagement moderne de cette salle, elle a été décorée de peintures par Steinheil et Gérôme, peintures qui se lient bien à l'architecture médiévale.

En 1932, la bibliothèque, dont les hautes voûtes gothiques n'étaient guère visibles que par les beaux soleils d'été, a été véritablement transformée par un éclairage rationnel. Des projecteurs, habilement dissimulés dans des meubles, permettent d'illuminer le magnifique plafond richement décoré. Pour les tables de travail, où tous les soirs plus de cent lecteurs viennent prendre place, on a prévu un éclairage indirect, en harmonie avec la salle. Les appareils sont disposés de façon à éclairer à la fois les lecteurs et les rayons chargés de livres placés dans les armoires le long des murs.

Le nombre des volumes est actuellement voisin de 100 000. Pour la plupart, ils sont consacrés aux sciences et à la technique industrielles, avec quelques notables exceptions. Le nombre approximatif des lecteurs est passé de 28 000 en 1920 à 40 000 en 1933. La bibliothèque est très librement ouverte au public, les lecteurs

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

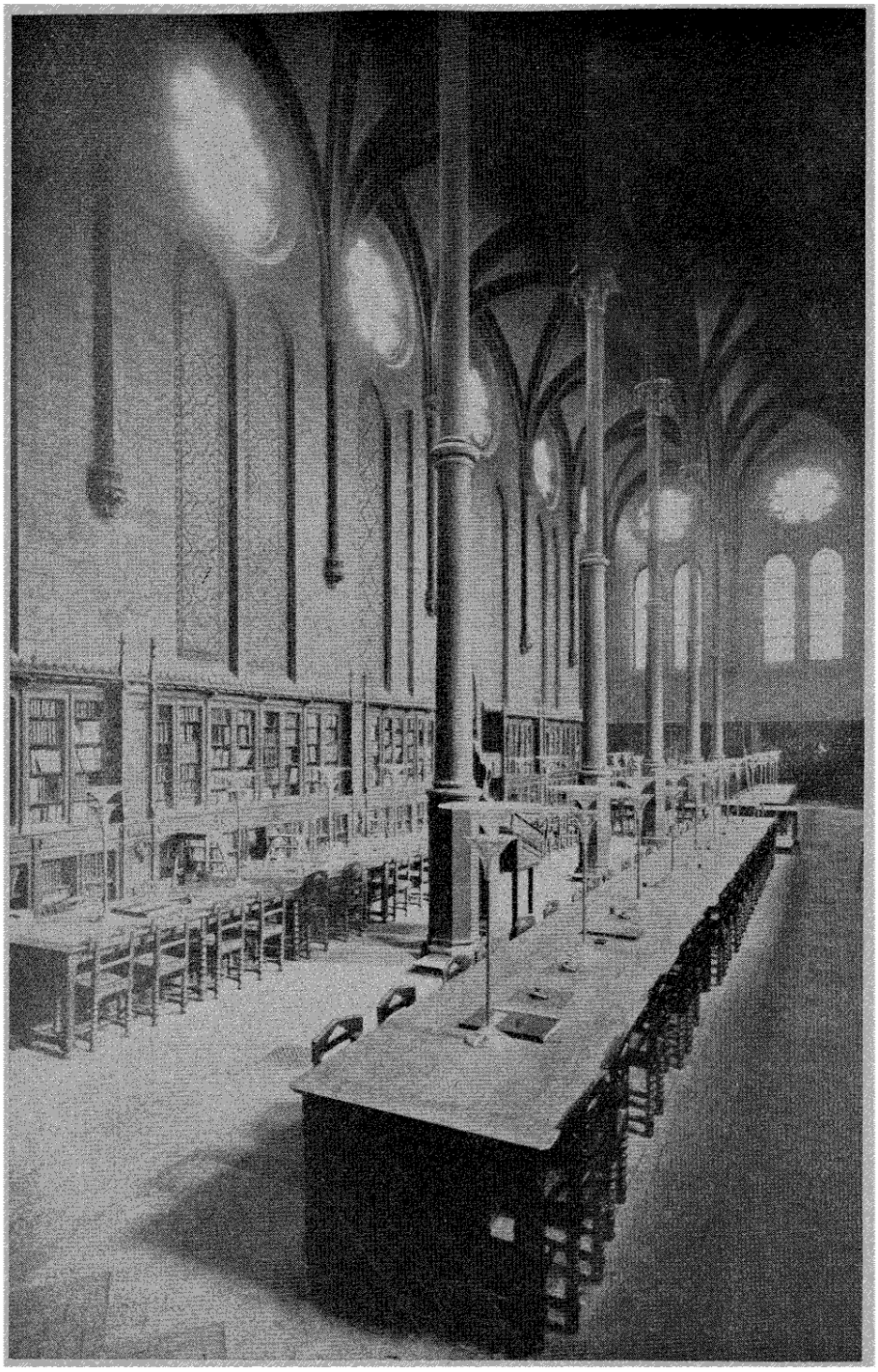


Fig. 1. — Bibliothèque du Conservatoire national des Arts et Métiers (ancien réfectoire de l'abbaye de Saint-Martin-des-Champs).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

y trouvent de grandes facilités, et les conseils qu'ils peuvent désirer pour leurs lectures ne leur font jamais défaut.

Le nombre sans cesse croissant des auditeurs qui suivent assidûment les cours

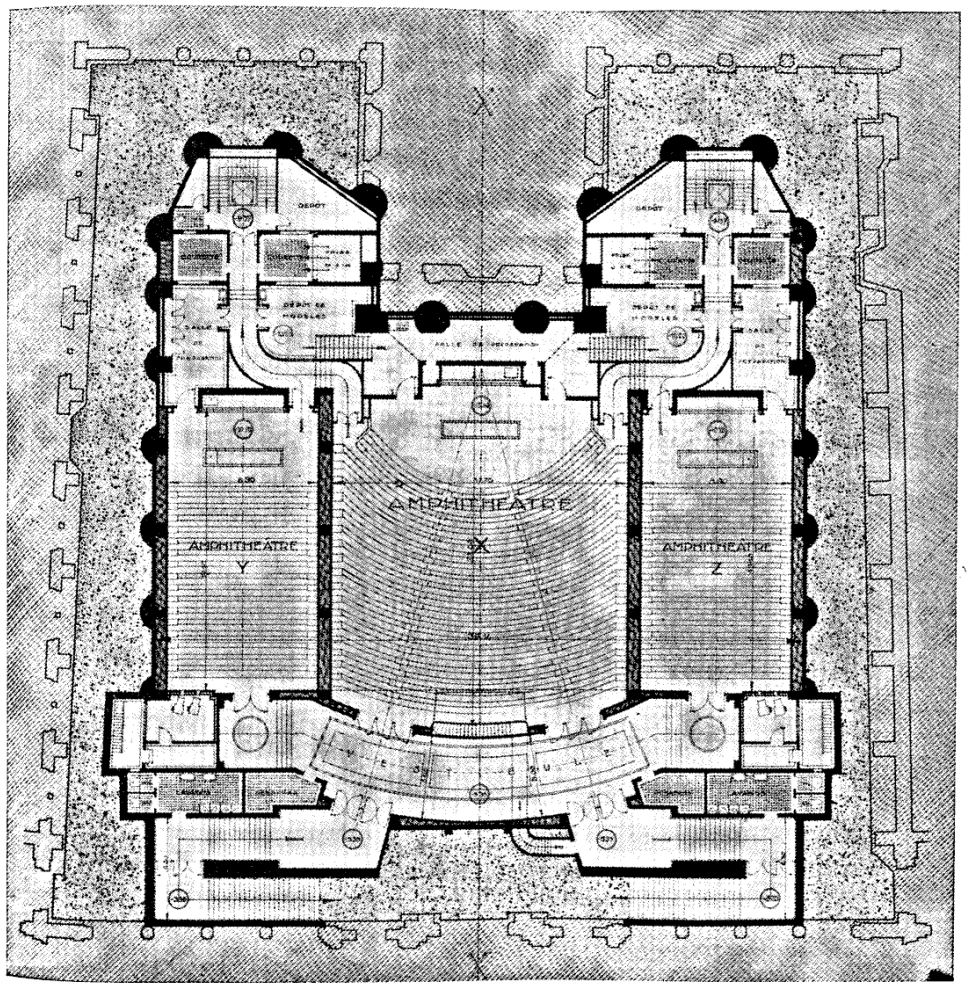


Fig. 2. — Plan d'ensemble des trois nouveaux amphithéâtres du Conservatoire national des Arts et Métiers, situés sous la cour d'honneur.

du soir (plus de 6000) rendait indispensable la construction de *nouveaux amphithéâtres* avec les annexes nécessaires : salles de préparations, bureaux de professeurs, dépôts de modèles, etc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Aucun emplacement convenable n'étant disponible, ces amphithéâtres furent établis en sous-sol, sous la cour d'honneur, suivant les plans de M. H.L. Boileau, architecte en chef du Conservatoire. Commencés en 1932, les travaux furent terminés en 1933, et les amphithéâtres ouverts au public à la reprise des cours, le 1er novembre 1933.

Sous la cour, dont les dimensions sont de 49 m sur 52 m, les nouvelles constructions occupent un rectangle de 40 m sur 45 m, diminué sur le côté opposé à la rue Saint-Martin d'une emprise motivée par le bâtiment en avant-corps formant entrée du musée. Schématiquement, le fond de l'excavation créée pour la construction est constitué par un vaste plan incliné, allant de la cote 0 en bordure de la galerie d'entrée parallèle à la rue Saint-Martin, pour descendre, au côté opposé, à la cote — 13.

Deux larges escaliers, de 2,60 m d'emmarchement, placés dans la cour, à gauche et à droite de la voûte d'entrée, donnent accès, à 5 m en dessous du sol extérieur, à un vaste vestibule sur lequel s'ouvrent, à leur partie haute, les trois amphithéâtres, le plus grand au centre, les deux autres, plus petits, de chaque côté de celui-ci.

Le grand amphithéâtre, mesurant 22 m sur 17.7 m, peut contenir de 650 à 750 auditeurs, sur 19 gradins demi-circulaires, larges de 0,77 m et hauts de 0,36 m, munis de bancs et de pupitres.

Il comporte à sa partie supérieure, en encorbellement au-dessus du dernier gradin, une cabine cinématographique pouvant contenir plusieurs appareils de projection.

A la partie basse de l'amphithéâtre un espace libre d'une surface de 60 m² est réservé au professeur et à ses assistants; cet espace est limité au fond de la salle par une paillasse avec hotte nécessaire pour les expériences dégageant des gaz. Devant cette hotte peuvent venir se placer deux tableaux noirs et un écran pour projections. Un haut-parleur est prévu pour les projections sonores.

Cet amphithéâtre a reçu le nom du regretté Paul Painlevé, président du conseil d'administration du Conservatoire.

Les deux petits amphithéâtres, mesurant 17,80 m sur 8,90 m, peuvent contenir chacun, sur 14 gradins, de 200 à 250 auditeurs.

Derrière les amphithéâtres sont placés des cabinets de professeurs, des vestiaires, des laboratoires. L'un de ces laboratoires est aménagé pour la production de films cinématographiques relatifs à l'enseignement du Conservatoire.

Le chauffage est donné par des batteries de radiateurs, recevant, de la chaufferie centrale du Conservatoire, la vapeur détendue à 0,5 kg/cm². L'air, dépoussiéré, ozonisé et chauffé, est refoulé par des ventilateurs à travers des ouvertures ménagées sous les bancs; la vitesse d'entrée est de 0,25 m/sec. L'évacuation se fait à la partie supérieure des amphithéâtres.

L'éclairage électrique, seul éclairage, car les amphithéâtres ne reçoivent aucune lumière du jour, est indirect; seules les tables de démonstration, les tableaux noirs et la paillasse sous hotte sont éclairés directement au moyen de projecteurs.

La construction d'amphithéâtres d'aussi grandes dimensions posait d'une manière impérieuse la condition d'une excellente acoustique. Des études spéciales furent donc entreprises à ce sujet par un membre de notre Comité des Arts économiques, M. Gustave Lyon, dont on connaît les remarquables travaux à cet égard. Elles abou-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

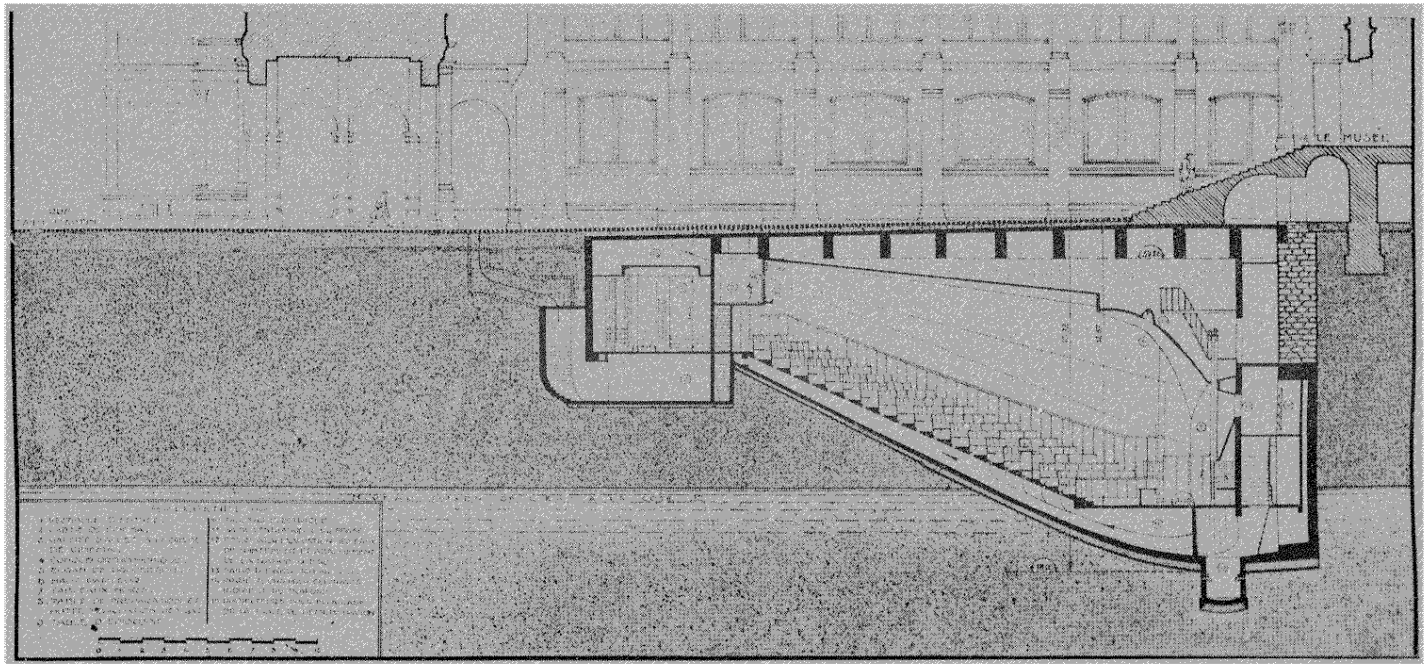


Fig. 3. — Coupe longitudinale du nouveau grand amphithéâtre souterrain (amphithéâtre Paul Painlevé).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

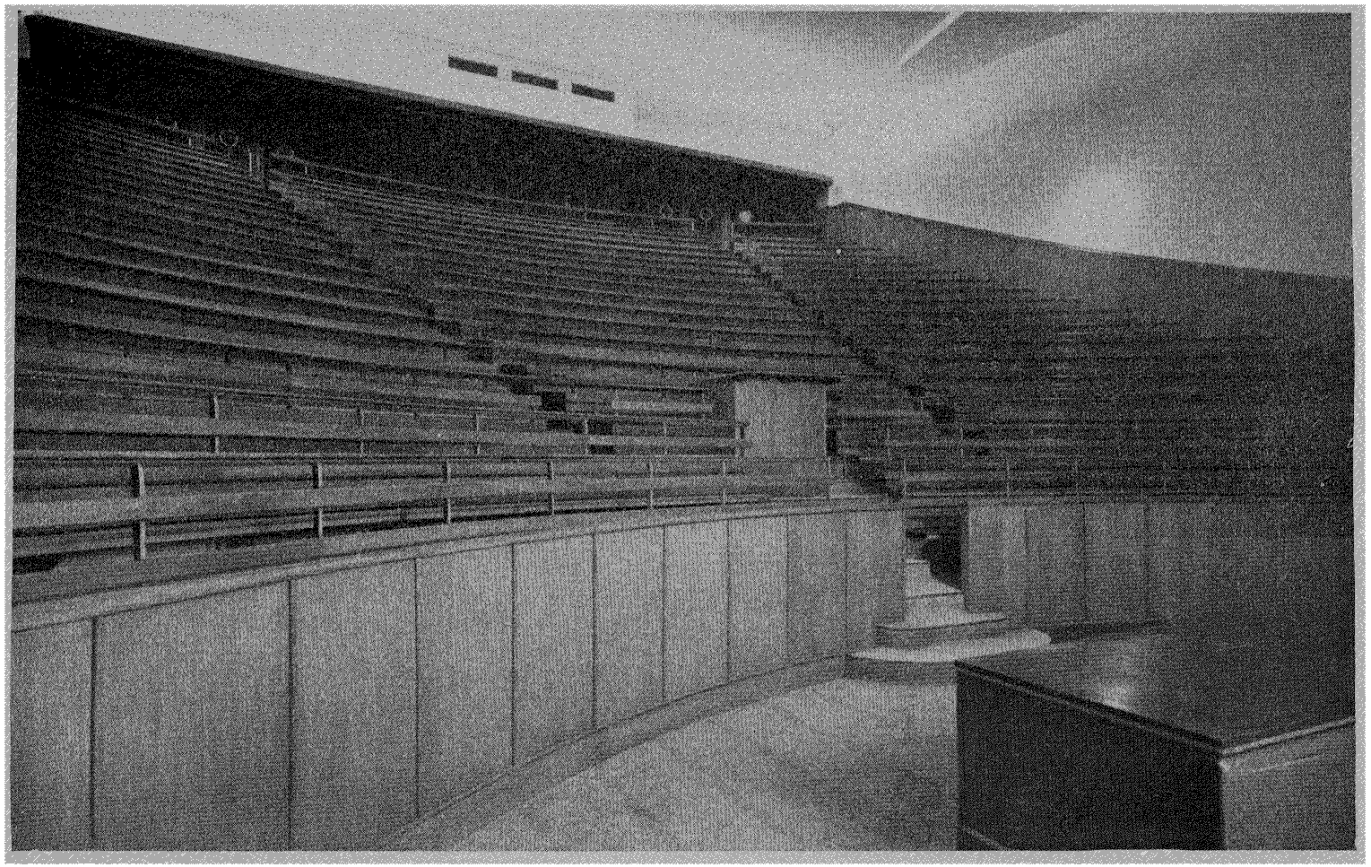


Fig. 4. — Vue de l'amphithéâtre Paul Painlevé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

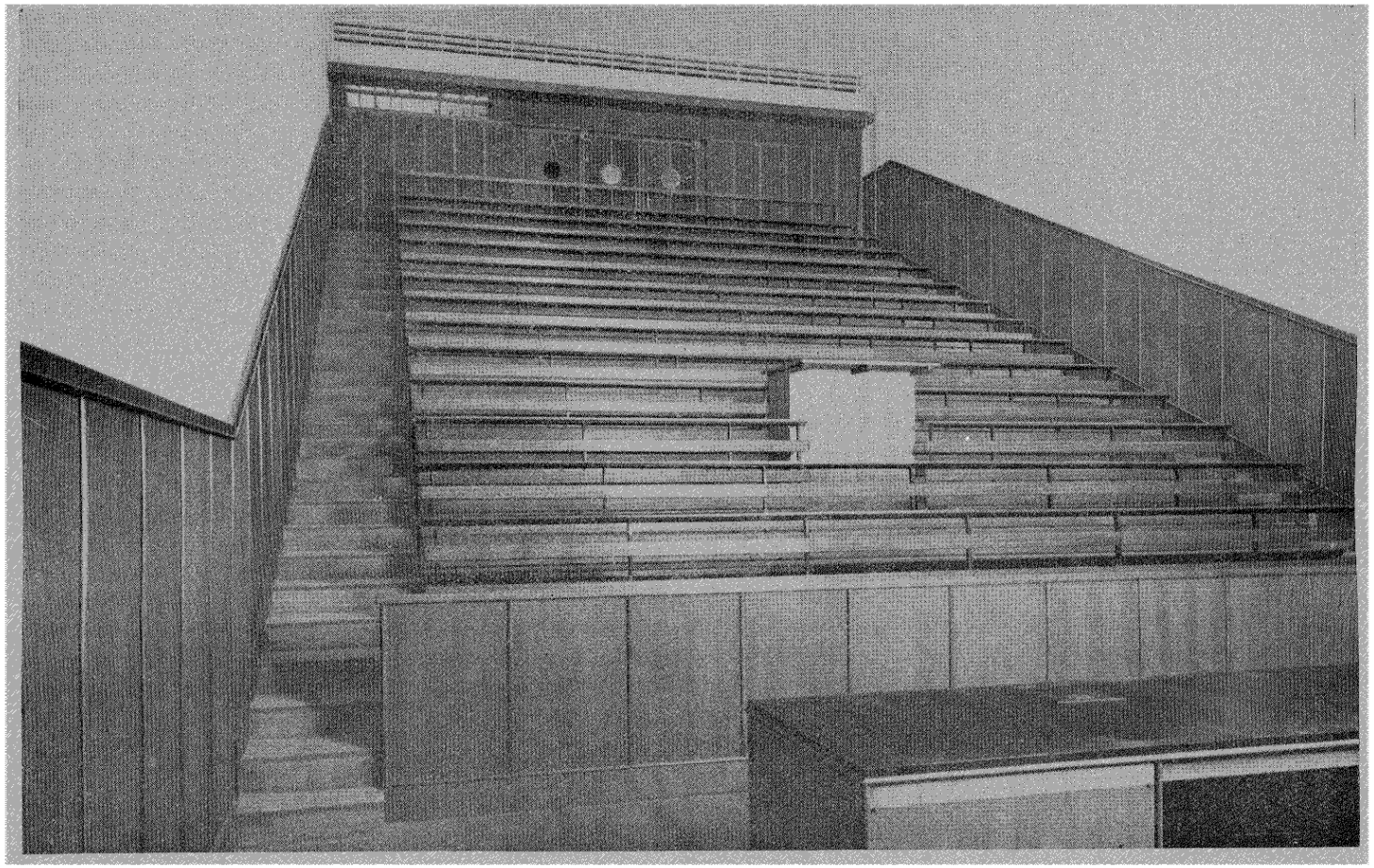


Fig. 5. — Vue d'un des deux petits amphithéâtres.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tirent à la création, dans chaque amphithéâtre, de conques orthophoniques à double réseau de courbures, véritables « miroirs à sons », qui concentrent la parole du professeur vers les auditeurs, en fonction de leur éloignement.

Les renseignements qui précèdent, sur les nouveaux amphithéâtres, sont extraits d'un numéro spécial des *Annales du Conservatoire national des Arts et Métiers*, dont la publication vient d'être reprise.

Le Conseil d'administration du Conservatoire national des Arts et Métiers et le Conseil de perfectionnement ont estimé qu'il y avait grand intérêt à reprendre la publication de ces annales, interrompue depuis 30 ans et dont les trois premières séries, parues de 1861 à 1902, ont eu un succès considérable.

Une première série de 10 volumes (1861 à 1879), dont l'initiative revient au général Morin, directeur du Conservatoire, a été interrompue à sa mort.

Une deuxième série, reprise en 1889, par le colonel Laussedat, directeur du Conservatoire, a paru de 1889 à 1898 et comprenait également 10 volumes.

La troisième série, commencée en 1899, ne compte que 4 volumes. Elle a cessé en 1902.

Déférant au vœu des conseils, le Directeur du Conservatoire a repris en 1933 une série nouvelle qui, comme les anciennes annales, paraîtra tous les trois mois et publiera des études et des travaux se rapportant aux enseignements du Conservatoire, scientifiques, techniques, économiques et sociaux.

Le numéro spécial, qui vient de paraître, retrace l'histoire du Conservatoire, créé par la Convention.

La Société d'Encouragement adresse de bien sincères remerciements à M. Louis Nicolle, directeur du Conservatoire, qui a bien voulu en autoriser la visite, et à M. Lévy, bibliothécaire en chef, qui a su lui donner un très grand intérêt.

ED. SAUVAGE

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

APPLICATIONS NOUVELLES DU PENDULE AUX PROBLÈMES INDUSTRIELS, ET EN PARTICULIER AU CONTROLE DES MATÉRIAUX [1]

par M. Paul LE ROLLAND, *professeur à la Faculté des Sciences de Rennes, et à l'Institut polytechnique de l'Ouest (Nantes).*

I. — INTRODUCTION.

On sait l'importance du rôle joué par le pendule dans diverses questions fondamentales de la physique, celles qui sont relatives par exemple à la mesure du temps et à la pesanteur.

Nous nous proposons, dans le présent mémoire, d'exposer succinctement quelques applications nouvelles de ce remarquable instrument. Elles se rapportent à un domaine où il n'avait pas encore pénétré d'une façon profonde et définitive : celui de l'étude des propriétés physiques et mécaniques des matériaux solides, étude si importante à une époque où de rapides et importants progrès industriels imposent à la matière des conditions de plus en plus sévères de travail, par suite de l'augmentation générale des efforts et des vitesses.

Avant de présenter ces applications nouvelles, il nous paraît utile de rappeler, dans un but de clarté, les propriétés fondamentales remarquables qui ont, depuis si longtemps, imposé le pendule à l'attention des physiciens, et de montrer comment ces propriétés apparaissent comme des qualités très particulières et très fécondes, et permettent d'envisager une amélioration de plus en plus grande des techniques de mesure des petites forces et des petits déplacements.

*
* *

L'histoire du pendule commence vers 1589, avec l'observation de la propriété d'isochronisme de ses oscillations et la découverte des lois de son mouvement, par GALILÉE en 1629.

La première application importante du pendule, son application aux horloges, est due à HUYGHENS : la substitution qu'il proposa et réalisa d'un pendule rigide au balancier des horloges, marque un progrès considérable dans les appareils servant à la mesure du temps (1657).

La seconde application non moins importante est l'emploi du pendule pour la mesure de la gravité terrestre, en valeur absolue ou en valeur relative, aux divers points du globe. Depuis le Père MERSENNE, qui fit en 1664 la première détermination de la longueur du « pendule à secondes » (d'où l'on déduit immédiatement l'intensité de la pesanteur), de très nombreux géomètres et physiciens se sont attachés à étudier le mouvement du pendule avec une précision de plus en plus grande, pour éliminer les causes de variation de sa durée d'oscillation dues à la résistance de l'air, à la température, au mode de suspension, etc.

A ces expériences se rattachent les observations de NEWTON et de BESSEL, tendant

(1) Développement d'une conférence faite par l'auteur en séance publique le 27 janvier 1934.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à démontrer, à l'aide du pendule, les lois fondamentales de l'attraction universelle et la proportionnalité du poids d'un corps à sa masse.

Il nous reste enfin à rappeler l'application du pendule à la démonstration du mouvement de la terre (expérience de FOUCAULT, 1851) et son utilisation à la balistique et à l'étude des mouvements du sol (pendule sismographique)... car nous ne pouvons retenir les nombreux travaux sur le pendule explorateur qui soulevèrent cependant tant de discussions vers 1800, mais qui sont à rejeter de la science au même titre que ceux qui concernent la baguette divinatoire ou les tables tournantes.

Le nombre des travaux sur le pendule est considérable et il montre bien l'intérêt que les physiciens ont toujours attaché à son étude. Dans la *Collection des mémoires relatifs au pendule*, publiée par les soins de la Société française de Physique en 1889, sous la signature de M. C. WOLF, on trouve une liste bibliographique et chronologique des mémoires relatifs à la théorie et aux applications du pendule, depuis Galilée jusqu'en 1885. Or, cette liste ne comporte pas moins de 1328 titres de mémoires!

Si l'on réfléchit aux raisons profondes du rôle essentiel joué en physique par le pendule, on en reconnaît immédiatement deux principales :

1° la permanence de la durée de la période, celle-ci n'étant affectée que d'une façon presque insensible par des variations relativement importantes des conditions du mouvement (amplitude, propriétés de l'air, etc.);

2° la répétition pratiquement indéfinie de la période : l'amortissement peut être en effet rendu très faible; on peut observer un grand nombre d'oscillations, et, de ce point de vue, le pendule peut être considéré comme un corps qui tombe et rebondit presque indéfiniment.

C'est évidemment à cette longue répétition des caractères invariables de son oscillation, que le pendule doit la fécondité de ses applications.

Dans celles que nous nous proposons d'exposer ici, le pendule apparaît plus spécialement dans sa fonction d' « intégrateur » des petits effets qu'il exerce ou qu'il subit, au cours de ses oscillations successives.

Ce rôle n'avait pas échappé aux physiciens qui ont étudié le pendule. C'est ainsi que BREWSTER eut l'idée, en 1810, d'appliquer le pendule aux observations météorologiques : température, pression, état hygrométrique. Au lieu, par exemple, de compenser le pendule d'une horloge, si on le rend, au contraire, aussi sensible que possible à l'action de la température, cette horloge, dont la marche est à chaque instant fonction de la température, intégrera l'effet des variations de température et si on compare sa marche à celle d'une horloge de marche uniforme, on obtiendra la somme des variations de température intervenues depuis un instant quelconque.

Nous retrouverons dans nos applications cette idée de comparer la marche d'un pendule perturbé à celle d'un pendule témoin qui oscille dans des conditions invariables. On sait que cette comparaison se fait par la méthode des coïncidences et qu'elle est susceptible, par un réglage convenable des pendules, d'une très haute précision.

Ces considérations font comprendre l'esprit général des deux applications principales que nous avons faites du pendule à l'étude des propriétés des matériaux : mesure de la dureté et mesure des coefficients d'élasticité.

Le pendule est un instrument d'une extrême sensibilité et, qu'il s'agisse de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mesure du temps ou de celle de la gravité, on se préoccupe des effets perturbateurs qui agissent sur lui et on s'efforce de les éliminer ou d'en tenir compte dans les calculs.

L'idée générale qui nous a guidé est en quelque sorte l'inverse de l'idée classique de l'élimination des effets perturbateurs. Nous cherchons, au contraire, à grossir ces derniers et ils deviennent pour nous des effets normaux vers lesquels nous orientons nos mesures. Finalement, c'est un effet total que nous enregistrons au pendule sous la forme d'une somme de petites actions identiques dont la valeur est proportionnelle à la durée de l'observation. Ainsi s'expliquent la précision et la souplesse des méthodes dont nous allons parler.

J'ai entrepris mes premières recherches sur le pendule en 1912, date à laquelle mon maître, Gabriel LIPPMANN, me proposa de mettre au point une méthode de comparaison photographique des pendules, qu'il avait imaginée en 1879 et qui n'avait pas encore reçu d'application.

Grâce aux qualités de haute précision que comporte cette méthode, j'ai pu faire une étude approfondie des perturbations à la loi d'isochronisme, dues à la suspension à couteau ou à lame élastique.

Les problèmes qui se sont offerts à mon attention à cette occasion m'ont montré l'intérêt considérable de la méthode pendulaire comme moyen d'analyse des petits effets mécaniques et m'ont amené à prévoir des applications dans le domaine technique d'une méthode si riche de possibilités expérimentales.

Je me permets de souligner ici ce fait peut-être inattendu qu'une méthode nouvelle de mesure de la dureté, par exemple, est née de recherches entreprises pour perfectionner la mesure du temps.

Ainsi, très souvent, les applications techniques surviennent-elles comme des conséquences lointaines — en apparence — de développements théoriques et de recherches à caractère presque exclusivement spéculatif.

J'ai l'intention d'étudier plus particulièrement les applications de la méthode pendulaire que nous avons faites et poursuivies, mes collaborateurs de l'Institut polytechnique de l'Ouest et moi-même, sur la dureté et l'élasticité des matériaux, mais je dirai tout d'abord quelques mots de deux cas d'utilisation du pendule pour la mesure des petites forces, dans lesquels c'est la décroissance des arcs d'oscillation qui est l'élément d'observation.

II. — APPLICATION DU PENDULE A L'ÉTUDE DU FROTTEMENT ET DES PROPRIÉTÉS DES LUBRIFIANTS.

Dans ces expériences, deux méthodes ont été utilisées : 1° On observe la décroissance des oscillations d'un pendule à rouleau d'acier, oscillant dans un coussinet du métal à étudier. Si $\Delta\theta$ est la décroissance moyenne observée par période, h la distance du centre de gravité à l'axe et r le rayon du cylindre, le coefficient de frottement est donné par

$$f = \frac{h}{4r}\Delta\theta.$$

Cette formule est vérifiée par l'expérience. On constate que les oscillations décroissent en progression arithmétique et que cette décroissance est indépendante du poids du pendule.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les résultats concernant la valeur de f sont irréguliers dans les essais à sec. L'interposition d'un lubrifiant montre que le frottement, assez grand au début, diminue en fonction du temps pour tendre vers une limite constante et bien définie, qui s'élève d'ailleurs quand la vitesse augmente.

L'addition d'une petite quantité de graphite colloïdal diminue le frottement de 10 p. 100 environ; mais à haute température, vers 200° ou 300°, surtout sous des charges élevées, les huiles graphitées perdent leurs qualités lubrifiantes;

2° Une autre méthode a été utilisée; elle consistait à mesurer la déviation statique prise par un pendule à coussinet du métal à étudier, sous l'action de la rotation rapide d'un axe d'acier à l'intérieur de ce coussinet. Les deux méthodes ont donné des résultats concordants.

Cette étude a été faite en collaboration avec M. FOURNERY.

III. — APPLICATIONS DU PENDULE A LA MESURE DE LA RÉSISTANCE DE L'AIR.

Il s'agit également de la mesure des petites forces exercées sur un pendule à l'aide de l'observation de la décroissance des amplitudes de ce dernier. L'obstacle dont on veut étudier la résistance aérodynamique est fixé à la tige d'un pendule de grandes dimensions (de 1,50 m à 10 m de longueur). L'amortissement des oscillations est observé par la méthode optique de Poggendorff. On en déduit la résistance de l'air à l'aide d'une formule simple.

Ces expériences ont montré que la résistance moyenne R due à l'air était de la forme

$$R = a\rho\, SV^2 + b\rho\, S^{\frac{3}{2}}\gamma,$$

R étant la résistance, ρ la densité de l'air, S la surface du maître couple de l'obstacle, V sa vitesse, γ son accélération, a et b deux constantes.

La même méthode, qui se montre d'ailleurs extrêmement sensible, permet l'étude de facteurs dont l'influence est encore peu connue sur la résistance de l'air : présence de parois, présence d'orifices percés dans l'obstacle, variations de pression et de température de l'air, etc.

Les recherches relatives à cette application particulière du pendule sont actuellement poursuivies avec succès par M. LUNEAU.

IV. — APPLICATION DU PENDULE A LA MESURE DE LA DURETÉ.

LE PENDULE DE DURETÉ. — A) 1° Parmi les essais que l'on doit faire subir aux matériaux, ceux de dureté ont une importance de premier ordre. Ce sont en effet de véritables essais d'identification qui, pouvant être rendus très précis, sont susceptibles d'assurer un contrôle rigoureux de la qualité des matériaux non seulement pris sous forme d'éprouvettes, mais encore après usinage.

La dureté se définit ordinairement comme étant la propriété que possède la matière de résister plus ou moins à la pénétration, et plus généralement au déplacement permanent de ses molécules superficielles.

Mais c'est là une définition très vague et les différentes méthodes qui prétendent atteindre la dureté mesurent en réalité une combinaison plus ou moins complexe,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

où entrent, de façon variable : l'élasticité, la malléabilité, la tenacité, la viscosité et peut-être d'autres propriétés encore.

Il ne paraît cependant pas impossible d'apporter quelque clarté dans cette question obscure dont Muschenbrock disait, en 1729, qu'elle était un des problèmes insolubles de la science, et qui, cependant, prend dans l'industrie une importance tous les jours plus grande. Mais c'est évidemment à la condition de comparer soigneusement les différentes méthodes et d'interpréter exactement les renseignements que chacune d'elles est susceptible de fournir.

La méthode nouvelle, dont j'ai donné le principe en 1921, consiste essentiellement à mesurer la durée d'oscillation d'un pendule suspendu à un organe de roulement très dur (cylindre ou bille) qui oscille sur la matière à éprouver. Plus le corps sur lequel oscille le pendule a une faible dureté, plus son mouvement est rapide, c'est-à-dire sa durée d'oscillation faible.

Je vais d'abord dire quelques mots des observations, sur le pendule ordinaire à couteau, qui m'ont amené à établir cette méthode.

2° *Étude de l'effet de pénétration du couteau dans le plan de suspension.* — Depuis longtemps (LAPLACE, 1816), on a admis que le pendule à couteau ne satisfait pas à sa définition théorique et que l'arête du couteau est, non pas une ligne géométrique, mais une surface cylindrique qui roule sur le plan de suspension. Par suite, on a été amené, dans les expériences précises pour la détermination de l'intensité de la pesanteur, soit à déterminer le rayon de courbure du couteau, soit à éliminer l'influence de cette courbure à l'aide de méthodes différentielles. Mais en réalité, il ne suffit pas d'admettre ainsi l'influence d'une courbure déterminée du couteau : le problème est plus complexe, et quand on lit les très nombreux mémoires écrits sur le pendule, on est frappé du nombre considérable d'anomalies, en apparence inexplicables, signalées par les auteurs. Et, parlant de ces anomalies, BAILY dit : « Ma conviction est que le pendule à couteau reposant sur des plans d'agate, tel qu'on le construit aujourd'hui, est, en fait, un instrument très mal approprié aux délicates recherches auxquelles il a été originairement destiné. »

Disposant d'une méthode de haute précision qui présentait des qualités essentiellement nouvelles, j'ai pu aisément reconnaître la nature de ces anomalies et en faire une étude systématique, en suivant la variation de la durée d'oscillation d'un pendule à couteau en fonction de l'amplitude [2].

La raison des anomalies dues au couteau est simple : l'arête produit une empreinte dans le support et la réaction de ce dernier modifie la durée d'oscillation. Il s'agit toujours d'une diminution de la durée, mais qui, même à amplitude déterminée, est variable, car elle dépend des conditions de contact, c'est-à-dire de la façon dont le couteau est posé et oscille sur le support. L'effet est faible : pour le pendule à secondes, il ne se traduit que par une diminution de durée de l'ordre du millionième de seconde lorque le couteau repose sur des plans d'acier trempé ou d'agate; mais cet écart est déjà de l'ordre de grandeur de la précision cherchée dans la mesure de la durée d'oscillation pour les déterminations de la pesanteur. Avec des plans de fer doux, l'effet du support est de l'ordre de 0,00001 sec. Il atteint 0,001 sec avec l'aluminium et 0,01 sec avec le plomb.

(2) P. LE ROLLAND, thèse sur *La suspension du pendule* (*Ann. de Phys.*, t. XVII, mars 1922).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

3° *Roulement d'un cylindre sur un plan.* — J'ai pensé que pour analyser cet effet de pénétration et interpréter plus aisément les expériences, il était indiqué de remplacer le couteau (dont on ne peut connaître la courbure exacte) par un cylindre de rayon facile à mesurer. Les faits sont alors les suivants :

Le roulement sur un plan quelconque d'un cylindre qui sert de suspension à un pendule est accompagné de variations importantes dans l'isochronisme du pendule. Ces variations ne sont pas prévues par la théorie ordinaire du roulement, même avec frottement. C'est seulement la durée des petites oscillations qui est modifiée par l'action du support; aux très grandes amplitudes, cette action est nulle ou très petite; mais, à mesure que l'amplitude diminue, la durée d'oscillation décroît très nettement : la variation suit une loi hyperbolique.

L'effet dépend d'ailleurs beaucoup de la nature du plan. Il est inversement proportionnel à la distance du centre de gravité du pendule au cylindre; il augmente un peu avec le rayon du cylindre, mais ne semble pas dépendre sensiblement du poids du pendule.

Précisons en quoi consiste l'écart entre la théorie ordinaire du pendule à cylindre et les faits expérimentaux. Voyons d'abord ce que donne la théorie faite en considérant l'organe de roulement et le plan de suspension comme des corps infiniment rigides. C'est un problème simple de mécanique. Soient : r le rayon de la bille ou du cylindre et l la distance du centre de gravité du pendule à l'organe de roulement.

Si T_1 est la durée de la période du pendule qui oscillerait autour du point de contact théorique du pendule avec son support, la durée d'oscillation T_0 aux amplitudes infiniment petites du pendule à organe roulant est, dans notre hypothèse de corps infiniment durs :

$$[1] \qquad T_0 = T_1 \left(1 - \frac{r}{2l}\right).$$

D'autre part, soit T la durée de l'oscillation sous l'amplitude θ, dans la même hypothèse. On trouve :

$$[2] \qquad T = T_0 \left(1 + \frac{\theta^2}{16} + \frac{\pi^2 r \theta^2}{g\, T_0^2}\right).$$

Les deux termes dépendant de l'amplitude restent toujours très petits; T reste sensiblement égal à T_0; les oscillations doivent être pratiquement isochrones comme celles d'un pendule à couteau.

Or, l'expérience montre qu'elles ne le sont pas, et, même dans le cas de substances de faible dureté, il y a un désaccord important entre la théorie et l'expérience.

Cela ne peut provenir que du fait que le contact ne se fait pas suivant une génératrice ou en un point unique comme le suppose la théorie, mais qu'il y a écrasement, déformation mutuelle des surfaces au contact, d'où réaction du support et modification dans le mouvement du pendule.

D'autre part, les observations de la durée d'oscillation réelle T, étant faites sous des amplitudes croissantes, on constate que les valeurs de T_0 (période réduite à l'amplitude infiniment petite) qui leur correspondent par la relation [2] ne deviennent sensiblement égales à la valeur théorique calculée par la relation [1] vers laquelle elles tendent, que si l'amplitude est suffisamment grande.

En d'autres termes, la durée des oscillations de grande étendue tend à être indé-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pendante de la nature du support; au contraire celle des petites oscillations en dépend beaucoup.

Les courbes de la figure 1 indiquent comment varie la durée T avec l'amplitude θ, pour des surfaces d'acier doux et de plomb (pendule à secondes de 3 kg, $l = 80$ cm, $r = 4$ cm).

Dans des limites d'amplitude assez étendues, la variation relative de la durée d'oscillation avec l'amplitude a exactement une allure hyperbolique et l'on peut écrire comme résultat de l'expérience :

$$[3] \qquad T = T_0 \left(1 - \frac{K}{\theta}\right).$$

C'est seulement aux très petites amplitudes que la courbe expérimentale s'écarte de la courbe théorique représentée par l'équation précédente. Pour des arcs d'oscillation assez petits, de l'ordre de 0,001 radian, la durée T atteint une valeur limite et demeure constante quand l'amplitude diminue encore. Ce fait est utilisé plus loin.

Signalons encore comme résultats de l'expérience que l'effet perturbateur du support aux petites oscillations varie, pour des conditions données de roulement, en raison inverse de la distance l du centre de gravité à l'organe de roulement, qu'il augmente un peu avec le rayon de cet organe et qu'enfin il ne semble pas dépendre sensiblement du poids du pendule.

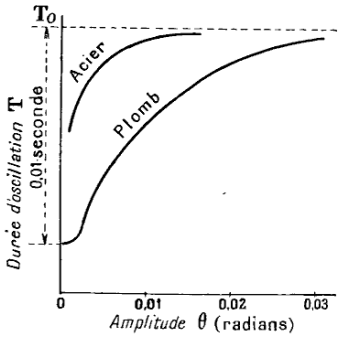


Fig. 1. — Courbes des amplitudes en fonction de la durée d'oscillation pour l'acier et le plomb.

4° *Interprétation théorique.* — Il s'agit d'expliquer ce fait extrêmement net et fondamental que la pénétration de l'organe de roulement n'a qu'un effet très faible sur le mouvement du pendule aux très grandes amplitudes, mais que cet effet augmente rapidement à mesure que l'amplitude diminue. C'est la loi expérimentale [3], de forme très simple, qui doit nous guider, et qui doit être le critérium de notre explication.

On pourrait tout d'abord penser que l'organe de roulement creuse une gorge, de rayon bien défini, dans le plan, et que l'accélération de l'oscillation du pendule est due au roulement dans cette gorge; mais, d'une part, il n'est pas possible d'admettre, surtout pour les corps où l'élasticité joue le rôle principal, la formation d'une gorge rigide de forme déterminée, et, d'autre part, le calcul du mouvement dans cette hypothèse ne conduit pas du tout à la loi expérimentale précédente.

Cette loi peut au contraire s'interpréter immédiatement dans l'hypothèse que le contact du cylindre ou de la bille avec le support a lieu suivant une surface de largeur constante, c'est-à-dire *indépendante de l'amplitude*. Comme il n'y a pas une ligne ou un point de contact, mais écrasement mutuel des surfaces, le mouvement n'est pas un véritable roulement. En réalité, le centre instantané de rotation se déplace en sens contraire du mouvement, de part et d'autre de la verticale passant par le centre de l'organe de roulement, d'une quantité égale à la moitié de la largeur de la surface de contact. C'est bien d'ailleurs cette impression d'un déplacement brusque

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du centre instantané de rotation d'une extrémité à l'autre de la surface de contact, que donne l'observation directe du mouvement à l'aide d'un microscope peu grossissant.

Admettons que la modification de phase (par rapport au pendule théorique pour lequel le contact a lieu en un point) se produise brusquement au moment du passage par la position d'équilibre, on voit aisément que sa valeur sera :

$$4 \arcsin \frac{a}{2l\theta},$$

en appelant a la quantité, indépendante de l'amplitude dont se déplace le centre de rotation, égale d'ailleurs à la largeur de la surface de contact.

La durée d'oscillation, modifiée par cette perte de phase à chaque demi-période, sera alors :

$$T = T_0 \left(1 - \frac{2}{\pi} \arcsin \frac{a}{2l\theta}\right).$$

Tant qu'il ne s'agit pas d'oscillations très petites, nous pouvons adopter la relation plus simple :

[4] $$T = T_0 \left(1 - \frac{a}{\pi l\theta}\right).$$

On voit que cette formule donne bien le sens et l'allure de la variation observée. Elle montre en outre que cette variation doit être inversement proportionnelle à l, comme nous l'avons trouvé expérimentalement.

L'interprétation dynamique correspondant aux conditions cinématiques précédentes est également simple : le déplacement du centre instantané de rotation doit alors être considéré comme dû à une réaction du support égale au poids P du pendule, et agissant à la distance $\frac{a}{2}$ du centre de rotation théorique ; d'autre part, on doit admettre que cette réaction tend constamment à ramener le pendule à sa position d'équilibre, c'est-à-dire qu'elle produit un couple constant agissant dans le même sens que la pesanteur. Avec ces hypothèses, on retrouve la relation précédente et on voit immédiatement l'importance relative de l'action perturbatrice. Le moment moteur est $Pl\theta$, le moment perturbateur $\frac{P\,a}{2}$; c'est donc le rapport $\frac{a}{l\theta}$ qui définit l'importance relative de l'effet du support. On comprend le rôle important joué par l'amplitude.

On objectera sans doute que l'interprétation précédente correspond à une image trop simple de ce que doit être le mouvement de l'organe de roulement, le déplacement du centre de rotation ne pouvant évidemment être instantané. L'analyse du mouvement réel est assurément très complexe et on ne peut songer à obtenir une formule rigoureuse de la loi du mouvement. Ce que l'on peut dire toutefois, c'est que la vitesse inconnue avec laquelle le centre de rotation se déplace d'un bord à l'autre de la surface de contact semble ne pas intervenir beaucoup.

Si, par exemple, on admet que le déplacement est continu et se fait avec une vitesse proportionnelle à chaque instant à celle du pendule, on est conduit, par un calcul très facile et dans le cas où le rayon de giration du pendule est petit par rapport à l. au résultat suivant :

[5] $$T = T_0 \left(1 - \frac{a}{4l\theta}\right).$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On voit que cette nouvelle relation exprime toujours la même loi de variation et qu'elle est assez voisine de la précédente.

Il est très probable que la loi réelle de modification de la période est comprise entre les lois [4] et [5], mais on ne peut nier qu'une incertitude subsiste à ce sujet, du fait de la complexité même du problème.

A cause de cette incertitude, qui ne permet pas d'obtenir exactement la largeur de la surface de contact, il semble interdit à la méthode pendulaire d'atteindre la dureté absolue, propriété spécifique de la matière. Mais, d'une part, une étude approfondie de la question pourra conduire à une interprétation plus précise et plus exacte; d'autre part, comme il est très probable que le mécanisme de ce roulement particulier est le même pour toutes les substances, la quantité déduite de la formule [4] peut être considérée comme proportionnelle à la vraie largeur de la surface de contact (elle en est d'ailleurs assez voisine), de telle sorte que l'on peut admettre que la méthode pendulaire donnera une mesure correcte de la dureté relative.

Ajoutons que cette difficulté de déterminer exactement les dimensions d'une si petite surface de contact est commune à toutes les méthodes que l'on pourrait imaginer pour y parvenir; si l'on pense par exemple à utiliser la résistance électrique de contact, il n'est pas douteux qu'il faudra faire intervenir une interprétation très délicate.

5° *Observation de la variation de la dureté d'oscillation. Nombre de dureté pendulaire.* — Il faut d'abord fixer les limites d'amplitude entre lesquelles on doit observer le mouvement du pendule. C'est l'expérience qui nous les donne; elle montre que sous une amplitude de 0,05 radian, l'effet de la surface est négligeable et que lorsque l'amplitude tombe au-dessous de 0,001 radian, la période ne subit plus de modification. La limite supérieure donne T_0; il suffit de mesurer T, sous l'amplitude de 0,001 radian, pour caractériser l'effet de déformation de la surface.

Pour fixer les idées, plaçons-nous tout d'abord dans les conditions de nos premiers essais; avec des pendules remarquablement stables battant la seconde, la distance l est de 80 cm; le cylindre, en acier très dur, a 8 mm de diamètre. L'effet, caractérisé par la différence $T_0 - T$ des durées d'oscillation sous les amplitudes que nous venons d'indiquer, est de l'ordre de 0,001 sec pour les corps très durs (acier au carbone trempé, par exemple). Avec l'aluminium, il atteint 0,01 sec.

Comment l'augmenter pour rendre l'observation plus facile? Nous diminuerons l, puisque l'effet est en raison inverse de cette distance. Mais on peut alors être tenté de diminuer l au point de rendre la variation mesurable directement au chronomètre.

Pour arriver à ce résultat, qui conduit évidemment à une technique très simple, au moins pour l'observation de la modification de durée, il est nécessaire de donner à la distance l une valeur assez petite. Pratiquement, pour que cette méthode directe puisse s'appliquer convenablement, l doit être de l'ordre de 0,1 mm.

C'est cette valeur qui est adoptée dans le pendule HERBERT, première réalisation pratique de la méthode pendulaire de mesure de la dureté. Nous devons faire remarquer ici que ce pendule est décrit dans la revue *The Engineer* de septembre 1923, c'est-à-dire à une date postérieure à la publication du mémoire dans lequel nous

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

proposons pour la première fois d'appliquer l'effet d'écrasement du support pour déterminer la dureté de ce dernier [3].

Mais une telle solution, qui a le mérite apparent de la simplicité, comporte une difficulté considérable de réalisation : le centre de gravité étant très près du centre de suspension, le pendule est instable ; les moindres causes perturbatrices extérieures : variations de température, chocs, courants d'air, vibrations mécaniques, etc., agiront sur lui et modifieront son état d'équilibre. L'appareil ne restera jamais identique à lui-même et il y aura à craindre un déréglage, même au cours de l'expérience. On ne peut se servir d'une balance folle; de même l'emploi d'un pendule réglé ainsi à la limite de la stabilité sera extrêmement délicat. Il semble que ce soit bien là l'opinion des expérimentateurs qui ont utilisé le pendule Herbert [4].

Si l'on veut donner plus de stabilité au pendule, il faut abaisser son centre de gravité et alors l'appareil n'est plus assez sensible pour que l'on puisse appliquer la méthode d'observation directe.

Le pendule Herbert présente, à notre avis, un autre inconvénient. Il est, comme on le sait, constitué par une masse métallique en forme d'arc, portant en son milieu une bille d'acier de 1 mm de diamètre; on fait reposer doucement le pendule sur la pièce dont on veut déterminer la dureté et on note sa durée d'oscillation. Mais aucun dispositif n'oblige la bille à reposer en un point déterminé de la pièce, ni le pendule à osciller dans un plan défini; de sorte que, d'une part, on ne peut affirmer qu'on a bien la dureté locale au point où l'on a envisagé l'épreuve, puisque la bille a pu glisser, et d'autre part les conditions de l'oscillation peuvent varier d'une expérience à l'autre.

Quoi qu'il en soit, le pendule Herbert apparaît cependant comme pouvant donner des résultats très utiles, en particulier pour les corps très durs : « Il semble, dit M. L. Guillet (*Revue de Métallurgie*, avril 1925) que le pendule Herbert constitue un instrument de recherche intéressant pour l'étude de la dureté superficielle des couches cémentées et trempées et de l'influence de la rectification sur cette dureté ». C'est l'intérêt pratique de la méthode pendulaire elle-même qui est ainsi reconnu.

Nous avons cherché, après avoir donné le principe de cette méthode, à la réaliser sous une forme commode et aussi sûre que possible en nous appliquant surtout à obtenir ces qualités fondamentales pour un appareil d'utilisation pratique, que sont la fidélité et la stabilité.

Il était absolument nécessaire, pour atteindre une stabilité suffisante et mettre le pendule à l'abri des influences perturbatrices extérieures, d'adopter pour la distance du centre de gravité à l'organe de suspension une valeur assez grande. Il y a à cela encore un autre avantage. Pour une amplitude donnée, l'énergie du pendule est plus grande et l'amortissement est plus faible ; une observation de longue durée devient possible et elle augmente beaucoup la précision de la mesure.

En prenant pour valeur de l quelques centimètres, la variation relative moyenne

(3) Cette influence de l'écrasement en fonction de la dureté du support est signalée et étudiée dans une note à l'Académie des Sciences du 23 février 1920. Elle est d'autre part proposée pour la mesure de la dureté dans notre thèse (1922).

Voir aussi P. Le Rolland, *Annales de Physique*, 9e série, t. XVII (mars, avril 1922). Notre priorité, que nous avons signalée dans une note à l'Académie des Sciences, n'est pas douteuse : le brevet Herbert est du 7 septembre 1922.

(4) Voir à ce sujet, dans la *Revue de Métallurgie* d'avril 1925, les articles de MM. L. Guillet et J. Galibourg et de M. P. Nicolau.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de la durée d'oscillation n'est plus que de l'ordre du 0,01 sec; on ne peut plus l'observer directement avec précision : il faut s'adresser à une méthode indirecte suffisamment précise. Or une telle méthode existe : c'est celle qui consiste à observer les coïncidences entre le pendule à étudier et un pendule de comparaison de durée d'oscillation invariable.

En face du pendule d'essai, faisons donc osciller un pendule de comparaison, à couteau par exemple, réglé de telle façon que sa période, dans les conditions constantes où on l'observe, soit égale à T_0, durée limite correspondant à une dureté infinie, et observons les coïncidences vraies des deux pendules. Deux coïncidences sont séparées par un nombre n d'oscillations du pendule de comparaison tel que :

$$nT_0 = (n+1)\,T$$

d'où

$$\frac{T_0 - T}{T} = \frac{1}{n},$$

et, si nous admettons la relation [4],

$$[6] \qquad n = \frac{\pi l \theta}{a}.$$

Si le pendule d'essai oscille toujours entre les mêmes limites d'amplitude, θ, l'amplitude moyenne entre les deux coïncidences successives, est une constante et le nombre n sera en raison inverse de a. Nous avons déjà dit que θ devait être très petit, égal, par exemple, à 0,001 radian.

Si la substance à éprouver est infiniment dure, $T = T_0$ et n est infini. Plus la substance a une dureté faible, plus le nombre n est petit.

Donc, le nombre n peut servir à définir la dureté dans les conditions de l'expérience.

En définitive, la méthode pendulaire ne fait que déduire la dureté d'une mesure indirecte de l'aire de la surface de contact entre la bille d'épreuve et le corps, mesure faite pendant l'action même de la bille.

6° *Réglage des pendules. Souplesse de la méthode pendulaire.* — Ainsi l'intervalle de temps entre deux coïncidences de nos pendules permet de réaliser une échelle de dureté logique et bien définie.

Cette échelle présente même sur celles qui sont relatives aux autres méthodes de pénétration statique, un avantage important. Ses degrés supérieurs, qui correspondent aux grandes duretés, sont ceux qui s'obtiennent avec le plus de précision; en effet, plus le diamètre d'empreinte a est petit, plus le nombre n est grand et plus l'erreur relative faite sur ce nombre est faible. Au contraire, avec les autres méthodes, on détermine directement le diamètre de l'empreinte et la précision diminue à mesure que la dureté augmente.

Mais l'échelle que nous avons définie par la relation [6] n'a guère qu'une valeur théorique. Il y aurait un inconvénient sérieux à régler les pendules au synchronisme avec un corps de dureté infinie pour support, comme nous l'avons supposé pour établir la relation [6]. C'est qu'un tel réglage nous imposerait, pour la durée des essais, des conditions qui pourraient être inacceptables. Mais nous ne sommes nullement obligés de réaliser le synchronisme et c'est là une qualité de souplesse remarquable de la méthode pendulaire. Il est possible, par un réglage convenable

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des pendules, de l'adapter aux conditions les plus variées imposées par les besoins industriels, depuis les mesures de haute précision, parfois nécessaires dans les laboratoires, jusqu'aux mesures des ateliers qui doivent être rapides mais n'exigent pas une grande précision.

7° *Relation entre le nombre de dureté pendulaire et le nombre Brinell.* — On conçoit l'existence d'une telle relation, puisque, en définitive, l'emploi du pendule à bille permet de déterminer le diamètre de la surface de contact; mais il faut bien observer que cette relation ne peut avoir un sens absolu et s'appliquer exactement aux résultats de l'essai Brinell quelle que soit la technique de cet essai. En effet, l'essai Brinell réalise des empreintes relativement larges, non semblables entre elles, et, surtout, il ne tient pas compte de la résistance élastique de la matière, mais seulement de la résistance de cohésion. Cependant, si nous supposons que l'essai Brinell a été fait sous faible charge et qu'il ait été possible de mesurer le diamètre de la surface de contact pendant l'action de pénétration de la bille, on peut établir une relation entre le nombre de dureté P trouvé au pendule et le nombre de Brinell B. On obtient :

$$P = \frac{a\sqrt{B}}{b + c\sqrt{B}},$$

relation dans laquelle a, b et c sont des constantes qui dépendent des caractéristiques et du réglage des pendules, ainsi que de la convention adoptée pour l'échelle pendulaire.

B) DESCRIPTION DE L'APPAREIL. — Cet appareil (fig. 2) a été conçu de manière à concilier la qualité essentielle de sensibilité avec des conditions de stabilité et de fidélité aussi bonnes que possible. Le bâti, en fonte, est très rigide. Il est muni à sa partie inférieure de trois vis calantes qui permettent de réaliser l'horizontalité du plateau supérieur.

Les pendules sont aussi identiques que possible, de façon qu'une variation de température ait la même action sur chacun d'eux et n'exerce ainsi qu'une influence insensible sur la différence des durées d'oscillation.

Leur forme ainsi que la position de leur axe a été étudiée pour réaliser les meilleures conditions de permanence au point de vue de la période. Ils sont constitués chacun par un cylindre d'acier de 450 mm de longueur et 50 mm de diamètre. Perpendiculairement à son axe, chaque cylindre est traversé par un autre cylindre d'acier de 20 mm de diamètre qui porte à ses extrémités les organes de suspension.

Les pendules ont une durée d'oscillation voisine de 1 sec.

Le pendule de comparaison est suspendu à l'aide de deux lames élastiques. Le pendule d'essai repose par une bille de diamant sur la surface à éprouver, et, de plus, il est maintenu par une lame flexible; cette lame a un axe de flexion parfaitement déterminé et elle ne nuit en rien à la précision de la mesure. Au contraire, elle assure beaucoup de stabilité au pendule.

La difficulté la plus grande dans la réalisation du pendule de dureté a été d'obtenir l'identité des conditions de l'expérience, d'un essai à l'autre; en particulier la position de l'axe du pendule devait être rigoureusement maintenue.

La solution qui a donné les meilleurs résultats est la suivante. Dans sa position de epos, le pendule d'essai, toujours soutenu par sa lame élastique, prend appui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par son cylindre transversal sur la gorge d'une came de profil déterminé, mobile autour d'un axe horizontal perpendiculaire à ce cylindre (fig. 3). Dans cette position, le frottement créé par le poids du pendule suffit à empêcher tout mouvement de la came, malgré l'action d'un contrepoids qui tend à la faire tourner. Le diamant se trouve alors à une hauteur exactement définie. Lorsqu'en agissant sur le support

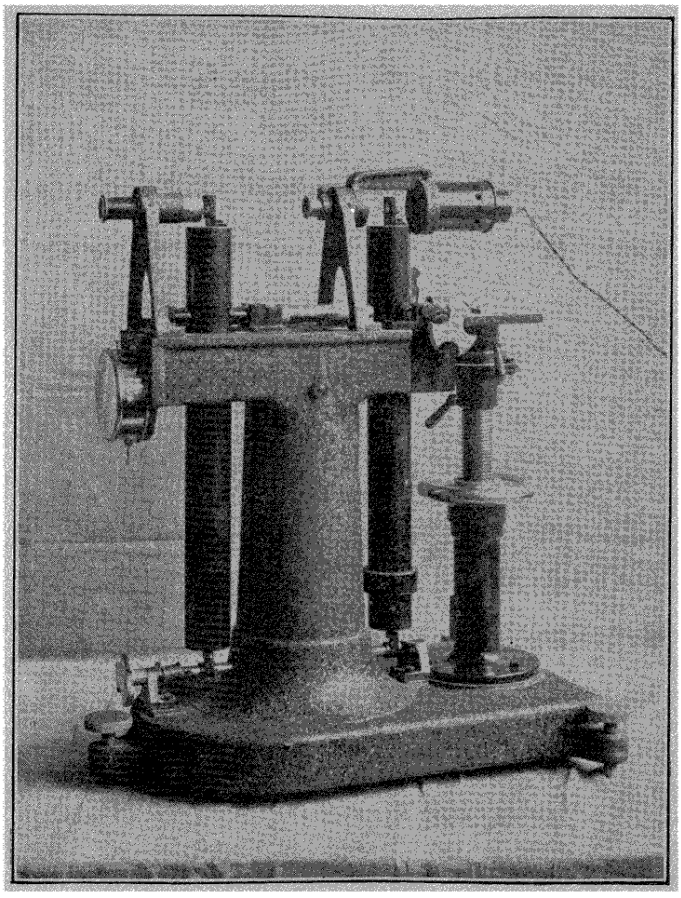


Fig. 2. — Vue d'ensemble de l'appareil pour la mesure de la dureté par le pendule.

sur lequel se trouve l'échantillon à éprouver, on amène ce dernier au contact du diamant, la pression qui s'exerçait entre le cylindre transversal et la came est brusquement diminuée et celle-ci tourne sous l'action du contrepoids. Le profil de la came est tel que le pendule est alors complètement libéré et qu'il oscille en prenant appui par le diamant sur l'échantillon. Le mouvement de la came est rendu très sûr, par le fait que son axe est monté sur des roulements à billes.

Ainsi donc, quand le corps à éprouver est exactement à la hauteur voulue, le pendule d'essai est automatiquement mis en oscillation.

Pour remettre le pendule au repos après l'essai, il suffit de ramener la came à sa

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

position initiale en agissant sur la manette extérieure. Un doigt de sûreté la fixe automatiquement dans cette position. On peut alors descendre le support pour enlever l'échantillon. Et pour que l'appareil soit prêt à fonctionner à nouveau, il suffit de soulever le doigt de sûreté et d'enclencher le dispositif de lancement.

Pour l'observation des coïncidences, le pendule d'essai porte une plaque de verre sur laquelle est gravé un trait fin. Ce repère est éclairé par une petite lampe, et un système optique double, convenablement placé, forme son image sur une règle translucide adaptée au pendule de comparaison.

En appliquant l'œil à la loupe-viseur qui facilite l'observation de la règle et en libérant les pendules, on voit l'image du repère se mettre en oscillation à partir du repos, par rapport aux traits de la règle. L'amplitude du mouvement relatif augmente, passe par un maximum, puis décroît et s'annule.

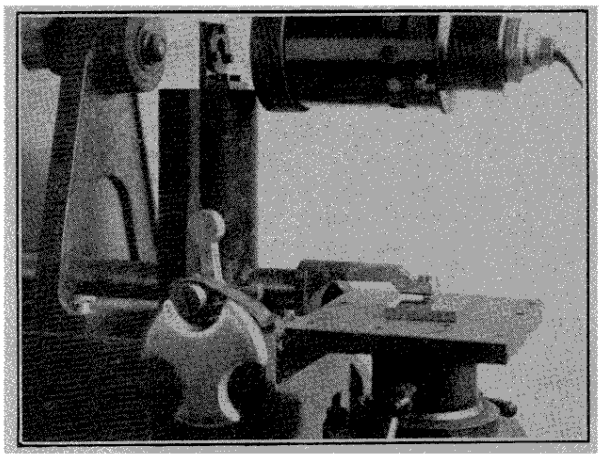


Fig. 3. — Détail des organes du pendule d'épreuve (came; doigt de sûreté; bille de diamant, à l'extrémité du bras horizontal).

C'est au moment précis où l'on observe l'arrêt relatif du repère que l'on doit arrêter le chronomètre fixé à l'appareil et dont l'aiguille a été mise automatiquement en mouvement en même temps que les pendules.

Si le corps a une grande dureté, l'arrêt du repère est très net; si, au contraire, le corps est d'une dureté relativement faible, il se produit un amortissement plus grand pour le pendule d'essai que pour le pendule de comparaison et l'arrêt du repère est remplacé par un minimum d'amplitude. L'observation de ce minimum est moins facile que celle de l'arrêt, mais, cependant, avec un peu d'habitude, elle se fait avec la même précision.

C) CONSIDÉRATIONS DIVERSES SUR LA MÉTHODE. — 1° La méthode pendulaire semble échapper aux critiques que l'on peut faire *a priori* aux méthodes habituelles et elle paraît satisfaire aux conditions principales qui doivent être imposées à une méthode de mesure scientifique de la dureté. Une telle méthode doit être simple et ne faire intervenir qu'un minimum de facteurs variables. Le procédé utilisant le principe d'une pénétration statique doit donc d'abord être préféré à l'essai sclérométrique (qui fait intervenir la forme et la vitesse de la pointe) et à l'épreuve par rebondissement (qui dépend de la hauteur de chute, des masses et des dimensions des corps qui se choquent).

D'autre part, même en s'en tenant à la définition ordinaire de la dureté : résistance au déplacement des molécules superficielles du corps, il est clair que c'est l'ensemble des résistances moléculaires qui conditionne cette propriété et que, par suite, dans les méthodes de pénétration statique, la mesure de l'empreinte doit se

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

faire non pas quand le corps d'épreuve a cessé d'exercer son effort, mais bien pendant l'action même de ce corps, ce qui laisse subsister la résistance élastique. A ce point de vue, l'essai Brinell ordinaire ne peut avoir qu'une valeur de classement toute relative.

Enfin, les empreintes doivent rester semblables à elles-mêmes, et être petites, pour être indépendantes de la forme du corps d'épreuve.

Toutes ces conditions sont réalisées avec la méthode pendulaire.

2° *Précision des essais au pendule.* — La question de la précision dans les mesures de dureté est évidemment de grand intérêt, car il faut pouvoir distinguer deux matériaux de duretés voisines ou déceler de faibles variations de dureté produites par une petite action thermique ou mécanique.

Or, en présence de petits écarts dans les résultats d'essais de dureté en différents points d'un échantillon, on peut penser que ces écarts tiennent à l'erreur expérimentale due à l'imperfection de l'appareil ou au manque d'habileté de l'opérateur, ou bien qu'elles ne font que déceler l'hétérogénéité de la surface du corps. Nous avons admis que les échantillons de quartz étaient homogènes et que les écarts observés ne pouvaient provenir que de l'erreur expérimentale. On trouve alors, les pendules étant réglés de façon que l'essai dure 2,5 minutes sur le quartz, que l'erreur expérimentale est toujours inférieure à 1 sec. Nous pouvons donc affirmer la précision de 1/100 dans des essais faits avec ce réglage.

Cette approximation est supérieure à celle des meilleurs essais à la bille. On donne la dureté Brinell sous forme d'un nombre de trois chiffres, mais il ne faut pas que cette précision apparente fasse illusion : le chiffre des unités est toujours incertain et on admet que l'approximation dans l'essai à la bille n'est jamais meilleure que 2 p. 100.

3° *Fidélité de l'appareil. Constance des mesures.* — Il importe de remarquer que le réglage des pendules se conserve avec cette approximation de 1 p. 100 et que, par suite, il n'est jamais nécessaire de toucher à l'appareil, ce qui est un avantage précieux.

Cette grande stabilité est due à ce qu'on s'est imposé, dans sa réalisation, la condition que le centre de gravité soit assez éloigné de l'axe de suspension des pendules (la distance est d'environ 14 cm). Évidemment, en s'imposant cette condition, on a rendu l'effet à mesurer relativement très faible, mais la méthode des coïncidences est venue compenser ce désavantage par sa très grande sensibilité et il a été ainsi possible de concilier ces deux qualités en quelque manière contradictoires : la sensibilité et la stabilité de l'appareil.

4° *L'échelle de dureté dans les mesures au pendule.* — Le réglage des deux pendules plus ou moins loin du synchronisme étant arbitraire, l'échelle de dureté est elle-même arbitraire puisqu'on la définit par le temps qui s'écoule entre deux coïncidences du pendule. Nous conditionnerons le choix de l'échelle par le temps moyen des essais, de façon que les mesures gardent un caractère essentiellement pratique. Nous adoptons alors, d'après ce principe, la solution suivante : notre corps étalon est le quartz, corps cristallisé, naturel, dont on peut aisément se procurer des échantillons convenablement taillés. Ce corps est choisi parce que l'expérience montre que divers échantillons de quartz transparent ont la même

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dureté. Par contre, les différents verres ont des duretés différentes. Quant aux métaux, même choisis aussi homogènes que possible, ils présentent tous une certaine dispersion dans les valeurs de leur dureté en des points différents.

Nous attachons alors, conventionnellement, le nombre 100 à la dureté d'un échantillon de quartz perpendiculaire à l'axe. Pour obtenir le nombre de dureté d'un corps quelconque, nous réglons les pendules de façon que l'essai dure exactement 2,5 minutes sur le quartz, et nous posons que le nombre de dureté est proportionnel au temps qui s'écoule entre deux coïncidences. Si donc l'essai sur un corps dure t secondes, le nombre de dureté D de ce corps sera, d'après ces conventions :

$$D = 100 \times \frac{t}{150}.$$

Le cadran du chronomètre est gradué directement en nombre de dureté.

Il serait très facile, d'ailleurs, de relier cette échelle à une échelle « normale » ayant un sens plus scientifique mais qui serait moins pratique, échelle qui correspondrait au réglage des pendules au synchronisme pour un corps infiniment dur et dans laquelle le nombre de dureté serait en raison inverse du diamètre de la surface de contact entre la bille et le corps.

5° *Appareil utilisant la même échelle mais à haute sensibilité.* — Nous avons déjà dit que la méthode pendulaire possédait une souplesse particulière par le fait qu'il était possible d'augmenter ou de diminuer à volonté sa sensibilité en agissant sur le réglage des pendules. Supposons, par exemple, que l'on ait à effectuer des mesures sur des corps très durs et que l'on désire une grande précision dans les résultats, supérieure à celle (1 p. 100) de l'appareil réglé à 2,5 minutes sur le quartz. Il suffira de munir l'un des pendules d'une masse additionnelle (sous forme d'un anneau circulaire que l'on fixera au pendule principal) de façon à rapprocher les pendules du synchronisme.

L'essai durera alors plus longtemps, mais il sera plus précis. Si, par exemple, la masse additionnelle fait passer la durée de l'essai sur le quartz de 2 à 4 minutes, la précision sera deux fois plus grande.

Naturellement, l'échelle reste la même; au quartz correspond toujours la dureté 100, mais les degrés du cadran ne seront plus équidistants comme dans l'appareil précédent : ils grandiront de façon continue en allant des petites aux grandes duretés.

Ainsi la souplesse de la méthode pendulaire lui permet de s'adapter à des conditions quelconques, et, avec une même échelle, nous pouvons réaliser des appareils répondant aux exigences les plus variées.

6° *Durée de l'essai.* — Elle dépend essentiellement, comme nous venons de le voir, du type d'appareil.

Avec le type ordinaire, d'après lequel nous avons défini notre échelle, cette durée est d'environ :

30	sec	pour les aciers	doux
60	—	—	mi-durs
90 à 180	—	—	durs.

7° *Mesure des grandes duretés.* — Cette mesure est difficile par les méthodes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ordinaires de pénétration, car, même sous de fortes charges, l'empreinte reste très petite et, d'autre part, on doit craindre une déformation du corps d'épreuve.

Le pendule de dureté est particulièrement apte à la mesure des grandes duretés. Nous avons dit, en effet, que ce que nous faisons en appliquant la méthode des coïncidences, ce n'est pas autre chose qu'une mesure indirecte du diamètre de la surface de contact. Mais, par le jeu même de la méthode des coïncidences, la précision de cette mesure est en raison inverse de ce diamètre. Plus la dureté augmente, plus la précision de l'essai augmente, parce que, en définitive, les pendules s'approchent de plus en plus du synchronisme.

D'autre part, la charge totale de la bille n'est que de quelques kilogrammes; il en résulte qu'elle ne se déforme pas de façon sensible. Remarquons ici qu'il est d'un grand intérêt de pouvoir comparer les duretés très élevées de certains métaux à celle du quartz, qui est pratiquement très grande et parfaitement définie. Les méthodes ordinaires de pénétration ne permettent pas cette comparaison.

8° *Localisation superficielle de l'essai. Possibilité d'une étude de l'hétérogénéité de structure de la surface.* — Le diamètre de la surface de contact entre le corps et le diamant n'est en moyenne que de quelques centièmes de millimètre. Il en résulte que l'on atteint une dureté locale et qu'une série d'essais en des points différents permet d'obtenir un renseignement intéressant sur l'hétérogénéité de structure de la surface du corps.

C'est ainsi que sur les métaux antifrictions on sépare très nettement deux groupes de nombres de dureté; l'un correspond aux cristaux durs, l'autre à l'eutectique de faible dureté. Les aciers traités (cémentés, nitrurés), les fontes, accusent ainsi une hétérogénéité très nette et qui peut être considérée comme une caractéristique du métal. Pour la traduire numériquement, il suffit, par exemple, d'évaluer l'écart relatif moyen des nombres obtenus en différents points par rapport à leur valeur moyenne, celle-ci étant la dureté moyenne de l'échantillon.

Les essais au pendule permettront ainsi, d'une façon générale, l'étude des défauts présentés par le métal et dus à l'écrouissage, aux traitements thermiques ou à de véritables maladies comme la ségrégation.

9° *Localisation de l'essai en profondeur.* — Le pendule de dureté, grâce à sa propriété de ne faire intervenir qu'une charge faible sur la bille, offre une nouvelle possibilité des plus intéressantes. Il permet d'obtenir une dureté qui caractérise essentiellement la surface et n'intéresse nullement les parties intérieures du corps.

Dans les cas, si importants actuellement dans l'industrie, où l'on provoque le durcissement des aciers en modifiant leur surface par des procédés appropriés (cémentation, nitruration, électrolyse), on aura, par l'emploi du pendule, la certitude d'obtenir la dureté vraie de la surface et non une moyenne quelconque entre la dureté superficielle et la dureté interne, seul résultat que peuvent donner les autres méthodes.

Voici une expérience très concluante à cet égard : un barreau d'acier a été rectifié de façon que l'épaisseur de la couche de nitruration varie régulièrement de zéro à sa valeur maximum. Les courbes de la figure 4 montrent l'allure de la variation de la dureté en fonction de l'épaisseur lorsqu'on utilise :

le pendule de dureté (courbe en trait continu);

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

un appareil agissant par pénétration statique sous la charge, relativement faible, de 120 kg (courbe en trait discontinu).

On ne peut interpréter ces courbes qu'en admettant que la profondeur de pénétration de l'organe d'épreuve est plus faible avec le pendule qu'avec un autre appareil à bille; les couches intérieures, de dureté plus faible, interviennent beaucoup moins. L'essai est beaucoup plus superficiel.

10° *L'écrouissage.* — On peut étudier l'augmentation de dureté, c'est-à-dire l'écrouissage produit par le roulement même de l'organe de suspension du pendule. On constate qu'il est fonction uniquement du poids du pendule et de l'amplitude de l'oscillation, c'est-à dire en définitive de l'énergie du pendule.

Mais on remarque un fait intéressant; c'est que cet écrouissage ne se manifeste qu'au delà d'une certaine valeur de l'énergie. L'existence d'un seuil d'écrouissage permet de répondre à l'objection d'un effet perturbateur provenant d'un écrouissage initial produit par le pendule lui-même. Il suffit, pour éviter cet effet, d'amener le contact sans choc et de ne laisser osciller le pendule qu'a très faible amplitude. Ces conditions sont réalisées dans le mode d'utilisation du pendule de dureté que nous avons décrit.

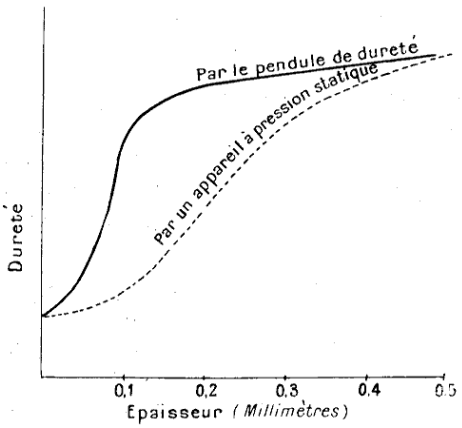


Fig. 4. — Variation de la dureté en fonction de l'épaisseur de la couche durcie.

11° *Avantages divers du pendule de dureté.* — *a*) Le corps à éprouver peut avoir une forme quelconque. Il suffit, pour que la mesure soit possible, que l'on puisse présenter au diamant une petite portion de 1 mm² environ de sa surface. La disposition de la bille à l'extrémité du bras transversal du pendule, permet, d'autre part, l'épreuve de dureté à l'intérieur d'un corps creux, d'un anneau par exemple;

b) L'empreinte laissée par le diamant est invisible, le corps ne subit aucune détérioration; il est donc possible d'essayer des pièces complètement usinées;

c) Le pendule de dureté permet l'étude de la dureté des tôles minces, des fils métalliques fins, des lames et rubans métalliques jusqu'à une épaisseur de l'ordre de 0,2 mm;

d) Le pendule de dureté permet l'épreuve des corps fragiles et cassants. Nous avons signalé plus haut l'intérêt de pouvoir comparer la dureté des métaux à celle du quartz. L'étude des verres, des cristaux, des minéraux, des roches, en sont autant d'applications particulières et importantes;

e) Il permet enfin l'étude de la dureté des couches minces obtenues par cémentation nitruration, dépôts électrolytiques, etc.

Le pendule de dureté que montre la figure 2, réalisé par l'habile constructeur qu'est M. Bouty, est beaucoup plus un instrument de haute précision, destiné à un contrôle d'identification sévère de certains matériaux de grande dureté, qu'un appareil d'atelier et il ne peut prétendre remplacer les machines à billes qui sont d'un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

emploi si courant dans l'industrie. Toutefois, la simplicité et la sûreté de la mesure ainsi que les avantages particuliers que nous venons de passer en revue, l'imposeront sans doute à l'attention des techniciens, et on peut dire, dès maintenant, qu'il sera un précieux instrument de recherche pour l'étude scientifique de la dureté.

Les longs essais, nécessités par la mise au point du pendule de dureté, ont été presque entièrement effectués à l'Institut polytechnique de l'Ouest. M. FOURNERY, professeur à cet établissement, a construit plusieurs appareils d'étude, et pris une part très active à ces essais.

V. — APPLICATION DU PENDULE A L'ÉTUDE DES PROPRIÉTÉS ÉLASTIQUES DES SYSTÈMES MÉCANIQUES.

On sait que l'un des effets perturbateurs du pendule, dont il y a lieu de tenir compte dans les mesures très précises de la gravité, est le mouvement propre du support sous l'action des réactions du pendule.

On peut se proposer d'enregistrer ce mouvement précisément par la perturbation apportée dans la marche du pendule, en comparant cette marche à celle d'un pendule invariable oscillant sur un support extrêmement rigide. On en déduirait les propriétés élastiques du support. Nous avons utilisé cette méthode, mais plutôt comme procédé de contrôle d'une autre méthode de principe analogue, mais qui est beaucoup plus simple parce qu'elle n'exige pas la réalisation d'un pendule de comparaison.

A) MÉTHODE DE VIBRATIONS FORCÉES A DEUX PENDULES « SYMPATHIQUES » POUR L'ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DES CONSTRUCTIONS A ASSEMBLAGES RIGIDES. — 1° Considérons un ouvrage complexe quelconque, une charpente métallique, par exemple. Mettons cet ouvrage en relation avec deux systèmes oscillants identiques, de façon qu'il leur serve de support commun sans changement appréciable de sa structure. Les deux systèmes, disposés de façon à osciller dans une même direction, étant primitivement au repos, lançons l'un d'eux : les petits mouvements provoqués par ses réactions sur le support lancent peu à peu l'autre et l'on conçoit que l'étude de cette transmission d'énergie permette la détermination de la rigidité de l'ouvrage.

Précisons le problème dans le cas d'une construction d'axe vertical, encastrée à sa partie inférieure (poutre, pylône, etc.). Nous nous proposons de déterminer sa rigidité de flexion (définie comme étant la force horizontale qui produit une flèche de longueur unité de son extrémité libre). Dans ce cas, les systèmes oscillants seront des pendules de gravité, adaptés directement à l'ouvrage si c'est possible, ou à une petite plate-forme très rigide fixée à son extrémité libre. On observe des battements périodiques et alternés dans le mouvement des pendules, phénomène caractérisé, par exemple, par la durée τ qui s'écoule entre deux arrêts de l'un des pendules.

C'est l'ancienne expérience des pendules sympathiques de SAVART, mais nous l'envisageons ici en portant notre attention non plus seulement, comme on le faisait jusqu'ici, sur les systèmes oscillants mais sur le rôle essentiel joué dans la transmission d'énergie par l'élasticité du support.

Si τ est grand par rapport à la durée d'oscillation commune T des pendules [5], le

(5) Condition toujours facile à réaliser.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

calcul montre que la rigidité K est proportionnelle à τ. En première approximation elle est donnée en fonction de τ, de T et de la masse M des pendules par la relation [6]

$$K = \frac{4\pi^2 M}{T^3}\tau.$$

Des corrections simples permettent de tenir compte, s'il y a lieu, de facteurs dont l'influence est généralement faible : accélérations verticales, rayon de giration des pendules, amplitude, réaction d'inertie du support. A l'égard de ce dernier facteur, le temps de propagation d'une vibration transversale le long de l'ouvrage étant presque toujours petit par rapport à T, on peut faire la correction dans l'hypothèse que la déformation est la même que sous des efforts statiques. S'il en est autrement, on fait intervenir sans difficulté l'équation des vibrations.

La méthode est d'une application générale, les pendules de gravité pouvant être remplacés par des pendules de flexion ou de torsion. C'est ainsi, par exemple, que la rigidité d'une charpente horizontale posée sur deux appuis (pont, fuselage d'avion, etc.) s'obtiendra par l'observation des battements entre deux pendules à ressort identiques, adaptés à une même tige verticale fixée en un point quelconque de la charpente.

Il y a évidemment intérêt, au point de vue de la sensibilité, à utiliser des pendules à faible amortissement, mais il peut arriver, dans le cas de constructions extrêmement rigides, que les systèmes oscillants soient amortis avant qu'on ait pu observer le premier arrêt. Il suffit alors, puisque l'on connaît l'amplitude initiale x_0 du système « moteur », de déterminer l'amplitude y_0 prise à partir de zéro, par le système « récepteur » au bout d'un temps donné θ. La formule précédente est alors remplacée par la suivante :

$$K = \frac{4\pi^3 M}{T^3}\frac{1}{\operatorname{arc\,sin}\dfrac{y_0}{x_0}}\theta.$$

L'amplitude y_0, même très petite, peut être mesurée avec précision par des méthodes optiques simples et il est possible d'obtenir, par ce procédé général, la rigidité des constructions les plus stables.

Il faut cependant être assuré de l'égalité rigoureuse des durées d'oscillations. Ce réglage, réalisé une fois pour toutes, peut se faire avec un haut degré de précision, grâce à la méthode des coïncidences.

La méthode des systèmes couplés que nous venons d'exposer est en quelque

(6) Les calculs sont classiques. Si x et y sont les variables qui fixent les déplacements respectifs des deux systèmes à l'instant t, et si a est le déplacement du point d'application de la réaction des systèmes à la construction, on a :

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{4\pi^2}{T^2}x - \frac{d^2a}{dt^2}$$
$$\frac{d^2y}{dt^2} = -\frac{4\pi^2}{T^2}y - \frac{d^2a}{dt^2}.$$

D'autre part, a est fonction des réactions dues aux systèmes oscillants et, finalement, cette quantité apparaît comme étant une fonction linéaire de x et y.

L'élimination de a conduit, pour x et y, à des équations de la forme :

$$x = A_1\cos\omega t + B_1\cos\omega' t$$
$$y = A_2\cos\omega t + B_2\cos\omega' t.$$

On reconnaît là les équations caractérisques des battements entre deux systèmes « couplés ».

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sorte intérieure à la construction à étudier et n'exige pas, comme la méthode statique actuelle par détermination des flèches, un appui extérieur très rigide. Le mouvement observé apparaît comme une amplification naturelle et considérable des petits mouvements de l'ouvrage. Un autre avantage important de la méthode est qu'elle mesure la rigidité dans des conditions en général voisines de celles de l'utilisation habituelle de la construction, celle-ci travaillant presque toujours aux efforts alternés. Ajoutons enfin que l'essai, rapide et commode, ne nécessite aucune précaution particulière : on peut vérifier par exemple qu'une vibration accidentelle de la charpente ne modifie nullement le phénomène de couplage et n'a pas d'influence sur le résultat de la mesure.

2° *Résultats obtenus.* — Tout d'abord, les formules donnant la rigidité en fonction de la durée des battements ont subi un contrôle rigoureux par l'étude initiale des poutres simples pour lesquelles la théorie de la résistance des matériaux donne des résultats certains (tiges cylindriques pleines).

La méthode a ensuite été appliquée à divers problèmes de résistance des matériaux, et les conclusions suivantes ont, en particulier, été obtenues :

Quand des traverses horizontales sont utilisées pour augmenter la rigidité d'un cadre métallique, leur influence totale ne dépend que de la valeur des surfaces respectives qu'elles limitent entre elles; elle est indépendante de l'ordre dans lequel on rencontre ces surfaces. On en déduit que l'influence des traverses est maximum quand toutes ces surfaces sont égales.

En ce qui concerne l'action des fils tendus, l'augmentation de rigidité qu'ils apportent dans une construction concorde avec celle qui est calculée dans l'hypothèse où le fil travaille à la traction simple. Elle est indépendante de l'état de tension initiale des fils et aussi de leur état d'écrouissage après fatigue.

Divers assemblages mécaniques ont été soumis à des efforts alternés jusqu'à rupture, et leur rigidité a été suivie en fonction du temps : avant l'apparition de toute rupture locale visible ou sensible au toucher, il y a une décroissance très nette de la rigidité qui fait prévoir une rupture prochaine. Une étude comparative des assemblages soudés et rivés montre que cette méthode peut fournir d'importants renseignements sur le rôle de certains facteurs (adhérence des têtes de rivets, traitement mécanique des soudures, etc.).

Ces expériences ont en outre permis d'obtenir des renseignements intéressants sur le temps de rupture : dans l'ensemble, les assemblages rivés se sont montrés supérieurs aux assemblages soudés.

Des perfectionnements successifs ont été apportés aux appareils de mesure : pour la détermination des rigidités dans le sens horizontal, nous nous servons actuellement de pendules de gravité de forme cylindrique, et dont l'axe a été déterminé par le calcul de façon à leur donner une stabilité maximum au point de vue de leur durée d'oscillation.

3° *Appareils.* — Les rigidités dans le sens vertical s'obtiennent avec des pendules à quatre lames élastiques, d'amortissement aussi faible que possible.

Les pendules de gravité ont servi en particulier à des déterminations récentes de la rigidité des tuyaux de conduite de vapeur, aux Établissements de la Marine nationale d'Indret. Il s'agissait de tuyaux ondulés, dont le calcul est impossible; les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

expériences faites en collaboration avec M. l'Ingénieur du Génie maritime de Leiris, ont été très concluantes [7].

Les pendules à mouvement vertical, suspendus à des lames élastiques, ont été utilisés pour les essais d'identification mécanique de fuselages d'avion (au Centre d'Aviation de Tours et aux Chantiers de la Loire à Saint-Nazaire). Ces essais ont montré que le moindre changement apporté à la construction mécanique du fuselage était décelé par l'appareil. On voit les applications possibles : épreuve d'identi-

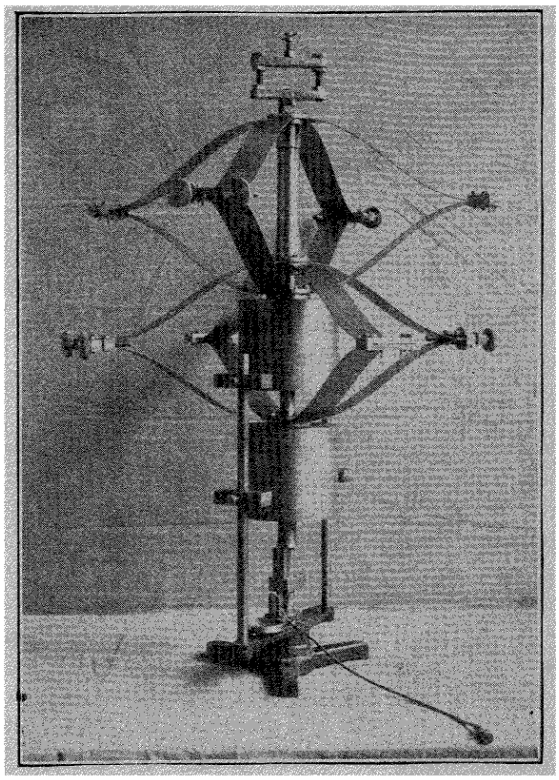


Fig. 5. — Appareil pour la mesure de la rigidité (Pendules élastiques).

fication à la réception des avions, après réparation, avant le vol; épreuve du train d'atterrissage, etc.

Nous nous proposons d'ailleurs d'étendre les applications de la méthode dans diverses directions, par exemple à l'étude de la rigidité et du vieillissement mécanique des ponts, des pylônes, etc.

La figure 5 représente l'un des appareils réalisés par M. Sorin, professeur à l'Institut polytechnique de l'Ouest, qui, dans toute cette série d'études sur la rigidité des systèmes mécaniques, m'a apporté sa très précieuse et active collaboration.

B) CAS PARTICULIER D'APPLICATION DE LA MÉTHODE DES PENDULES COUPLÉS A LA MESURE DES MODULES D'ÉLASTICITÉ DES MATÉRIAUX. — Nous nous étendrons davan-

(7) M. de Leiris a rendu compte de ces expériences dans le *Bulletin de l'Association technique maritime et aéronautique*, n° 36 (1932).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tage sur cette application qui est celle que nous avons développée le plus jusqu'ici. Nous allons pouvoir ainsi préciser, sur un exemple particulier, les avantages que présente la nouvelle méthode.

1° *Difficulté de la mesure des modules.* — Précisons quelles sont les difficultés que l'on rencontre généralement dans la mesure des modules.

Sa déterminaison statique consiste, comme on le sait, à soumettre une éprouvette du métal à l'essai de traction ordinaire et à déterminer l'allongement qu'elle subit sous l'effet de charges croissantes. Cet allongement est déterminé à l'aide d'appareils spéciaux, les élasticimètres, qui sont souvent des appareils très sensibles (l'élasticimètre à miroirs de Martens, par exemple).

Mais une première difficulté intervient pour l'application des forces extérieures, qui doit être telle que l'effort soit uniformément réparti, normalement aux sections droites. Cette condition n'est réalisée que si les pièces soumises à la traction ont une longueur suffisante, par rapport à leurs dimensions transversales.

Il faut, d'autre part, que la résultante des efforts de traction soit orientée exactement suivant l'axe de l'éprouvette, pour qu'il n'y ait pas de flexions parasites, susceptibles de provoquer des déformations permanentes et une rupture prématurée.

Mais la difficulté principale provient des phénomènes de réactivité qui accompagnent toujours les phénomèmes élastiques et font intervenir la variable temps. Et c'est un fait bien connu que la valeur trouvée pour le module d'élasticité d'un métal par un essai de traction dépend de la vitesse de cet essai. Si donc l'on veut comparer les modules de matériaux différents, il faut adopter une technique parfaitement déterminée, en définissant exactement le mode d'application et de variation des efforts.

L'expérience montre que si on produit des changements périodiques nombreux de la variable mécanique autour d'une valeur moyenne, les petits cycles décrits tendent vers une forme et une inclinaison bien déterminées : il y a accommodation.

Ces petits cycles n'ont pas une surface nulle : il y a en général hystérésis, mais on peut admettre que leur inclinaison moyenne définit exactement le module d'élasticité pour une loi de parcours du cycle donnée en fonction du temps.

C'est précisément l'intérêt fondamental des méthodes dynamiques de mesure des modules — qui utilisent les vibrations des pièces libres ou chargées — que d'imposer à la matière des déformations alternatives, faibles, suivant des lois exactement définies (sinusoïdales par rapport au temps).

Mais ces méthodes, dans lesquelles on a toujours à observer une oscillation rapide, sont d'une mise en œuvre délicate et elles ne peuvent donner une précision très grande sans des soins tout particuliers. On sait d'ailleurs qu'elles conduisent à des valeurs des modules plus élevées que les essais statiques directs, à cause d'une influence moindre des effets de réactivité.

Nous avons tenu à rappeler ces considérations générales classiques, relatives à la mesure des modules, pour mettre mieux en lumière quelques avantages de la méthode nouvelle que nous proposons pour cette mesure.

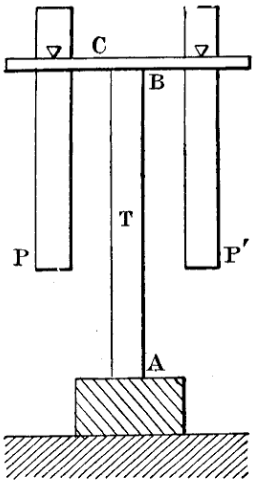
2° *Principe de la méthode.* — La substance dont on veut déterminer le module d'élasticité est utilisée sous forme d'une éprouvette prismatique droite, de section circulaire ou rectangulaire. Le principe général de la méthode consiste à relier à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cette éprouvette, encastrée ou appuyée de façon bien déterminée, deux systèmes oscillants identiques (pendules de gravité ou pendules élastiques) et à observer les battements qui se produisent entre ces deux systèmes par un échange mutuel et périodique de leur énergie, par l'intermédiaire de l'éprouvette. Celle-ci intervient par son élasticité propre dans des conditions où le module est parfaitement défini : déformations très petites et alternées, définition très précise des forces mises en jeu.

Nous allons préciser ce principe sur un exemple se rapportant à l'un des modes de réalisation de la méthode.

Considérons (fig. 6) une tige métallique T encastrée bien verticalement par sa partie inférieure A, et portant à son extrémité supérieure B, une plate-forme horizontale C, rigide. Sur cette plate-forme, faisons reposer par leurs couteaux deux pendules identiques P et P′. Nous réalisons ainsi un système entièrement symétrique à deux degrés de liberté, dont les mouvements vont dépendre essentiellement des conditions initiales imposées aux pendules.



R.M. 20536

Fig. 6. — Dispositif adopté pour la mesure du module d'élasticité au moyen de deux pendules.

L'un des pendules P étant bien au repos, lançons le pendule P′ sous une amplitude quelconque. La réaction horizontale du pendule P′ sur son support produit de petites déformations élastiques de la tige T, et celles-ci mettent en mouvement le pendule P. Dès lors, l'amplitude de P′ diminue, alors que celle de P augmente, l'énergie passant de l'un à l'autre.

A un certain moment, le pendule lancé s'arrête complètement, et les rôles des deux pendules sont intervertis. C'est alors P qui cède son énergie à P′ et revient peu à peu au repos, alors que P′ reprend sensiblement son amplitude de départ.

Nous observons donc un échange entièrement symétrique de l'énergie entre les deux pendules, avec des arrêts périodiques de chacun d'eux.

C'est le phénomène classique des battements entre pendules sympathiques.

L'élément d'observation est le temps τ (en secondes) qui s'écoule entre deux arrêts successifs d'un même pendule.

Bien entendu, on peut déduire le temps de l'observation de plusieurs battements des pendules, ce qui permet d'augmenter à volonté la précision de la mesure.

Comment passer de la valeur τ observée à la détermination du module E de la tige?

Admettons que cette tige soit de section rectangulaire (largeur a, épaisseur e dans le plan de flexion) et de longueur l (jusqu'au plan des couteaux).

Si le module de Young de la tige est E, la rigidité K de cette tige, définie par le rapport de la charge à la flèche de flexion statique à son extrémité, est donnée par la relation :

$$K = \frac{3EI}{l^3}, \qquad [1]$$

avec, pour I (moment d'inertie polaire de la section transversale), la valeur :

$$I = \frac{1}{12} a e^3.$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est la valeur de K qui conditionne l'amplitude des petits mouvements de la tige sous l'effet des réactions dues aux pendules et qui, par suite, pour des pendules de masse M et de période T données, détermine la valeur de τ.

Le rayon de giration des pendules intervient également de façon non négligeable.

Pour des raisons de stabilité, dont il serait trop long de parler ici, nous avons trouvé un grand intérêt à utiliser des pendules cylindriques dans lesquels le rayon de giration est égal à la distance du centre de gravité à l'axe. Avec de tels pendules, la rigidité K est reliée à τ, durée des battements, de la façon suivante :

$$K = \frac{2\pi^2 M}{T^2}\left(\frac{\tau}{T} + \frac{2\mu}{M}\right).$$

Dans cette relation, μ est la « masse équivalente » de la tige. Elle est égale, pour une tige de masse m, encastrée à sa partie inférieure, à $\frac{33}{140}m$.

Le plus souvent, τ est grand par rapport à T et on peut choisir des pendules dont la masse est assez grande par rapport à celle de la tige.

Dans ces conditions, on a, plus simplement :

$$K = \frac{2\pi^2 M}{T^3} \cdot \tau$$

Et finalement le module de Young est donné par l'expression :

$$E = \frac{8\pi^2 M l^3}{T^3 a e^3} \cdot \tau.$$

D'une façon générale, en appelant A la constante des pendules, telle que $K = A\tau$, pour une tige de moment d'inertie polaire I et de longueur l, on a :

$$E = A\,\frac{l^3}{3I}\tau.$$

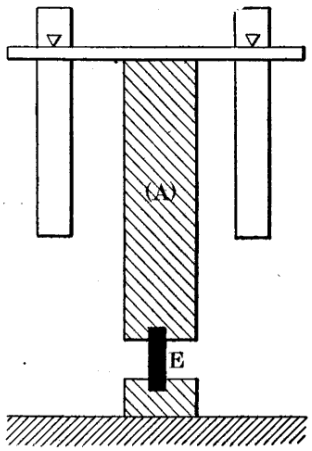


Fig. 7. — Application de la méthode des pendules couplés à une éprouvette de fonte E.

En réalité, il y aura souvent à tenir compte d'un encastrement très rigide dans la plateforme, et la formule précédente devra subir une correction, mais qui sera toujours simple.

La même tige, encastrée à sa partie inférieure, pourrait être soumise à l'action de pendules élastiques qui, convenablement placés (leurs masses oscillant au-dessus de la plateforme C), transmettraient à la tige non seulement une force horizontale, mais aussi un couple, fonction des dimensions des lames élastiques. On aurait ainsi le moyen d'essayer des tiges beaucoup plus rigides.

On pourrait encore poser la barre à essayer sur deux appuis simples et agir par deux pendules élastiques placés l'un au-dessous de l'autre, l'un d'eux attaquant directement l'éprouvette en son milieu et l'autre recevant les impulsions de cette dernière.

Nous n'insisterons pas sur toutes ces modalités d'application. Elles correspondent à des formules analogues aux précédentes. Signalons cependant un inconvénient des pendules élastiques : ils s'amortissent relativement vite et, de ce fait, leur durée d'oscillation varie légèrement au cours de l'essai.

En ce qui concerne les fontes, il pouvait paraître intéressant de faire les mesures

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sur des éprouvettes identiques à celles qui sont utilisées dans les essais de flexion de dimensions : $35 \times 8 \times 10$ mm.

L'éprouvette E (fig. 7) est alors encastrée solidement à sa partie inférieure, et elle est fixée à sa partie supérieure dans une pièce très rigide A, qui porte le support commun des pendules.

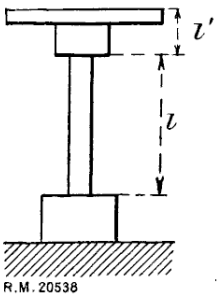


Fig. 8. — Application de la méthode des pendules couplés à une tige d'aluminium encastrée à ses deux extrémités.

Dans ces conditions, le calcul montre que la rigidité de flexion de l'éprouvette est encore proportionnelle à la valeur de τ. Mais l'application des formules conduit manifestement à une valeur erronée du module, les nombres trouvés étant très inférieurs à leur valeur réelle.

La seule raison de cette divergence entre le calcul et l'expérience est que la longueur libre de l'éprouvette (20 mm), n'étant pas assez grande par rapport aux dimensions transversales, les formules usuelles de la théorie de la résistance des matériaux ne s'appliquent plus. Il se produit des phénomènes de concentration des efforts aux encastrements, qui prennent une importance relative très grande à cause de la faible longueur de l'éprouvette.

En raison de l'impossibilité de faire la correction voulue, cette forme d'application ne peut être utilisée que pour une détermination des modules en valeur relative.

Résultats. — 1° Voici d'abord un exemple d'application de la méthode :

Tige d'aluminium de 180 mm de longueur utile l, à section rectangulaire de 8 mm $\times$ 10 mm.

La tige est encastrée à sa partie inférieure. Elle est serrée à son extrémité supérieure, dans une pièce très rigide (fig. 8), de telle sorte que le plan d'encastrement se trouve à $l' = 62{,}7$ mm du plan des couteaux. Dans ces conditions, au lieu de :

$$K = \frac{3EI}{l^3},$$

on a

$$K = \frac{3EI}{L^3 - l'^3}$$

avec

$$L = l + l'.$$

Pendules : masse M.	= 982 g
Période T.	= 0,75 sec
Masse du support.	821 g.

On trouve comme durée des battements : $\tau = 254$ sec. Le calcul donne alors $E = 7.650$ kg/mm². Une détermination à l'aide de l'extensomètre Martens donne $E = 7.600$ kg/mm².

2° Le tableau A suivant montre que l'accord a toujours été satisfaisant entre la méthode pendulaire et celle de l'extensomètre.

3° Des éprouvettes de fonte, de qualité très variable, nous ont donné des nombres allant d'environ 6.000 kg/mm² à 16.000 kg/mm². La comparaison avec les déterminations à l'extensomètre est impossible dans le cas des fontes, car on obtient une courbe de traction qui s'éloigne beaucoup d'une droite, dès

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau A : Valeurs trouvées pour le module E.

MÉTAL	AU PENDULE DOUBLE	A L'EXTENSOMÈTRE MARTENS
Acier	21.000 kg/mm²	20.830 kg/mm²
Duralumin	7.640 —	7.460 —
Aluminium	7.650 —	7.600 —
Bronze 1	12.000 —	11.990 —
Bronze 2	12.500 —	12.900 —
Bronze 3	9.600 —	9.800 —

l'origine, et il est impossible de prendre son coefficient angulaire à l'origine avec quelque précision.

4° Le module de Coulomb (d'une tige métallique, par exemple) s'obtient d'après le même principe, en utilisant deux pendules de torsion identiques : l'un suspendu directement à la tige, qui est encastrée à sa partie supérieure, l'autre suspendu suivant le même axe, à un cadre très rigide fixé à la partie inférieure de la tige.

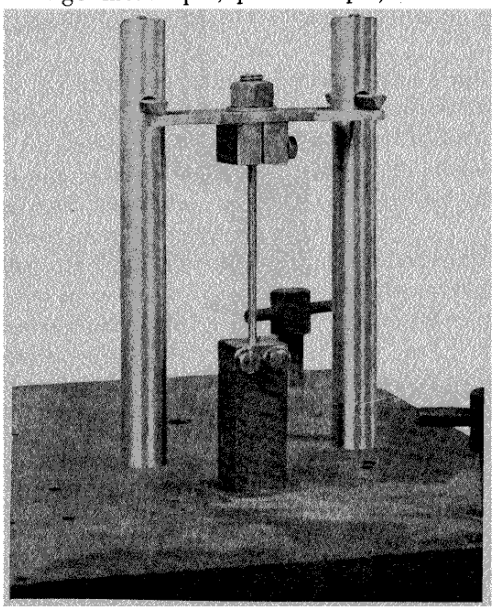


Fig. 9. — Mesure du module de Young d'une tige cylindrique à l'aide de pendules de gravité.

Avantages particuliers de la méthode. — Ces avantages ressortent de l'étude sommaire que nous venons de faire :

1° Tout d'abord, il n'y a à faire, pour déterminer un module d'élasticité, aucune mesure d'effort, ni aucune mesure de déplacement. Cela est particulièrement intéressant, parce que les efforts sont toujours difficiles à appliquer de façon correcte. D'autre part, les déplacements élastiques restant toujours très faibles, sont d'une mesure délicate et imprécise. Ici, nous mesurons un temps avec toute la précision désirable;

2° Le module est obtenu dans des conditions où l'accommodation est réalisée, puisque l'éprouvette subit des efforts alternés très petits. L'hystérésis n'est pas à craindre dans ces conditions;

3° Les déformations restent extrêmement faibles, et nous mesurons ainsi le module au voisinage immédiat de l'origine. Des déterminations faites en retournant en quelque sorte l'appareil, pour faire travailler la tige à la traction sous le poids des pendules, n'a pas donné un résultat sensiblement différent de celui obtenu quand elle était en compression.

On calcule aisément que, pour des pendules de 1 kg, oscillant sous une amplitude de 0,1 radian, la déformation relative des fibres aux points les plus fatigués,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour une éprouvette de 10 cm de longueur et de 1 cm² de section, est de 10^{-5} seulement. Nous sommes donc pratiquement à l'origine même de la courbe de traction;

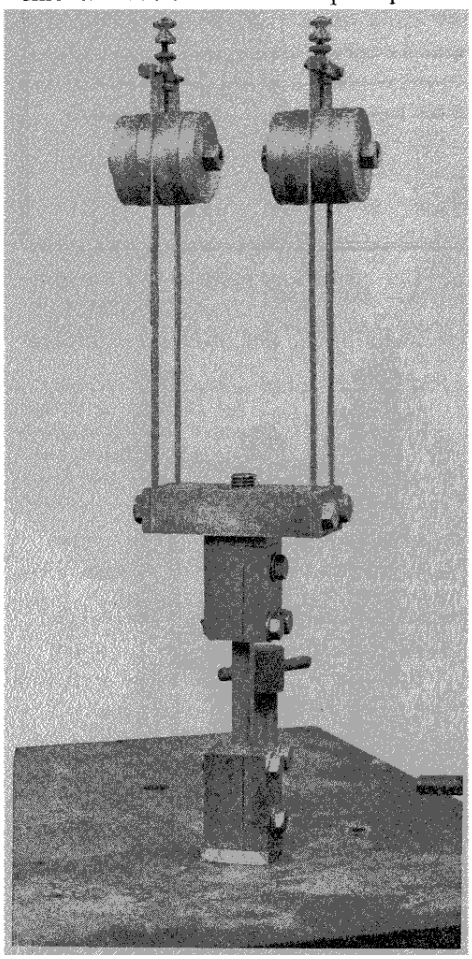


Fig. 10. — Mesure du module de Young d'une éprouvette rectangulaire à l'aide de deux pendules élastiques verticaux.

4° La méthode n'est pas d'une application délicate. Quand les conditions d'essai de l'éprouvette ont été bien définies et réalisées, les formules correspondant à ces conditions présentent toute certitude si l'éprouvette a une longueur assez grande. Pendant l'essai, l'éprouvette peut vibrer sous l'effet de chocs ou de perturbations quelconques : cela n'altère en rien la durée des battements.

La méthode que nous proposons présente donc un caractère essentiellement pratique, en même temps qu'elle comporte des garanties de bonne définition du module qu'elle mesure.

Un élasticimètre à double pendule élastique vient d'être réalisé, sur le même principe (fig 10).

Cet élasticimètre pendulaire donne directement le module à l'origine pour les fontes, matériaux pour lesquels ce module constitue le critère essentiel de qualité. Elles sont essayées sous la forme d'éprouvettes de 5,64 mm de diamètre (éprouvettes de cisaillement).

La théorie de cet appareil a été faite. Elle est exactement vérifiée par l'expérience et l'appareil peut ainsi permettre d'obtenir les modules en valeur absolue, à partir des caractéristiques des pendules.

L'étude de cette nouvelle technique pour la déterminaison des modules d'élasticité, ainsi que les recherches de mise au point des pendules de rigidité et de dureté, ont été poursuivies par mes collaborateurs et moi-même, en liaison étroite avec le Service des Recherches de l'Aéronautique.

*
* *

Les applications que nous venons de développer, et dans lesquelles la grande sensibilité du pendule sert, grâce à la répétition pratiquement indéfinie d'oscillations identiques, à l'intégration de très petits effets mécaniques, montrent que cet instrument, qui n'était jusqu'ici connu que pour les grands services qu'il rend à l'astronomie et à la géodésie, est susceptible d'être utilisé avec beaucoup de profit dans le vaste domaine du contrôle des propriétés mécaniques des matériaux et des constructions.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

DISCUSSION

M. Guillery. — Je désirerais savoir si M. Le Rolland a employé pour son pendule d'essai à la dureté, des billes en carbure de tungstène, qui présentent une dureté beaucoup plus grande que les billes ordinaires en acier au chrome?

M. Le Rolland. — J'ai utilisé des billes de « widia » dès que j'ai entendu parler de ce corps, mais j'ai constaté que si le widia est très résistant à l'usure, il n'a pas une dureté (par pénétration) suffisante pour pouvoir remplacer le diamant dans mon appareil. Je ne sais pas si le carbure de tungstène dont parle M. Guillery est identique au widia. Je le remercie à l'avance des renseignements qu'il pourra me donner, notamment sur la façon dont je pourrais me procurer ce carbure de tungstène, particulièrement dur, ou d'autres corps très durs comme le carbure de titane, qu'il y aurait lieu d'essayer également.

M. Guillery. — Je pourrai mettre des billes de carbure de tungstène à votre disposition. Ces billes peuvent donner une précision très grande dans l'essai Brinell des aciers durs car leur déformation est moins importante qu'avec les billes en acier au chrome. Les empreintes obtenues sont moins grandes sous les mêmes charges. Les contours des empreintes sont aussi plus nets et leur diamètre est, par suite, plus facile à mesurer exactement au microscope.

J'ajouterai qu'avec ces billes, on peut faire l'essai sous des charges qui, exprimées en kilogrammes, correspondant à 40 fois le carré du diamètre de la bille exprimé en millimètres, charges que les billes ordinaires ne pourraient supporter sans déformations permanentes et sans rupture.

Je demande également à M. Le Rolland quelle est l'influence, sur les résultats de ses essais, de l'état de poli de la bille employée?

Dans l'essai Brinell, cet état a une influence : avec des billes polies, la pénétration est plus grande, à charge égale, qu'avec des billes dont la surface reste celle de la dernière rectification.

M. Le Rolland. — L'état de poli de la bille, comme d'ailleurs celui de la matière à éprouver, n'intervient de façon sensible que pour les très grandes duretés. La surface de contact est alors très faible et si la bille n'est pas parfaitement polie, les conditions de contact qui déterminent le mouvement du pendule, peuvent varier d'un essai à l'autre, par exemple avec un léger défaut d'horizontalité du plan de la matière étudiée. Il importe donc que les billes d'épreuve soient aussi bien polies que possible.

M. le Cdt P. Nicolau. — J'ai constaté moi-même que, contrairement à ce qu'on pourrait penser *a priori*, le degré de polissage du corps en essai n'affecte pas sensiblement les résultats obtenus avec le pendule Le Rolland, pourvu qu'on ne tienne pas compte des premières oscillations du pendule.

Cela tient sans doute à ce que, par rodage, la bille réalise assez rapidement, sous son empreinte, un état de polissage limite pratiquement indépendant de l'état initial de la surface.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. A. Portevin. — Quelle est la précision avec laquelle doit être réalisée l'horizontalité au point d'impact dans la mesure de la dureté pendulaire?

Dans des déterminations faites, grâce à l'obligeance de M. Bouty, sur des couches électrolytiques très dures de chrome, nous avons obtenu une certaine dispersion des résultats qui doit tenir sans doute à ce facteur, étant donné que, par ailleurs, les mesures de la dureté avec la pointe ou la pyramide de diamant ne présentaient pas ce caractère.

M. le Cdt P. Nicolau. — Il est possible que, sur des dépôts de chrome, dont la résistance à l'usure est considérable, l'état de polissage de la surface ne soit pas négligeable.

M. Le Rolland. — La dispersion des résultats de mesure de « dureté pendulaire » d'un échantillon, peut tenir à l'hétérogénéité de structure de cet échantillon (car l'essai est très « local ») et elle peut même lui servir de mesure; à la condition toutefois que l'on soit assuré que le défaut d'horizontalité de la surface n'intervient pas comme cause d'erreur. La surface utile de la bille de diamant étant parfaitement polie, nous avons trouvé qu'une inclinaison de 2° ou 3° de la surface ne modifiait pas le nombre de dureté (obtenu en différents points d'un corps très homogène et parfaitement poli, un bloc de verre par exemple). Si la bille est mal polie, un très léger défaut d'horizontalité de l'échantillon, ou encore une irrégularité de la surface modifie les conditions du contact et entraîne une erreur dans le nombre de dureté. Il importe donc, pour l'épreuve des corps très durs que la bille et l'échantillon soient aussi bien polis que possible, mais cette condition n'est vraiment essentielle que pour quelques métaux spéciaux.

Il est possible que, dans les essais dont parle M. Portevin, sur des couches chromées électrolytiquement, il y ait eu une influence des irrégularités superficielles locales. Nous nous proposons de reprendre ces essais pour étudier cette importante question.

J'ajoute que nous prévoyons dès maintenant l'addition au pendule de dureté d'un dispositif optique simple destiné à permettre, d'une part la mesure de la dureté en un point exactement défini de l'échantillon, d'autre part, le réglage très précis et rapide de l'horizontalité de la région à éprouver.

M. A. Portevin. — Je tiens à attirer l'attention sur l'intérêt et la commodité que présente la détermination dynamique, sous très faibles déformations, par le pendule de M. Le Rolland, du module élastique de matières très fragiles qui ne supporteraient que moyennant de très grandes précautions les déformations plus importantes qui accompagnent les essais usuels de traction ou de compression. Par exemple, le silicium est obtenu actuellement au four électrique à un degré de pureté remarquable pour un produit industriel, et on peut arriver à le mouler en petits cylindres utilisables par le pendule Le Rolland pour déterminer le module; il a été trouvé de 9.000 à 9.500 kg/mm², valeur du même ordre de grandeur que celle de 11.000 indiquée récemment à la compression statique par Templin.

M. M.-J. Androuin. — Il pourrait sembler que la connaissance de la valeur du module d'élasticité des fontes pour de toutes petites déformations et par conséquent

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sous des contraintes très faibles, n'ait pas d'application industrielle immédiate ; or, cela intéresse directement la construction des machines-outils de haute qualité qui, en France, se développe de plus en plus rapidement.

La rigidité des éléments principaux des machines-outils, surtout des bâtis et des broches, est un important facteur d'influence de la précision du travail dont ces machines sont capables.

En pratique, les contraintes imposées à ces éléments sont souvent inférieures à 200 g/mm², et c'est dans ces conditions que les déformations élastiques ne doivent pas dépasser les limites acceptables.

M. Le Rolland. — Je vous remercie d'attirer mon attention sur une application de la mesure du module d'élasticité sous des charges faibles, application particulièrement intéressante puisqu'elle se rapporte à l'importante industrie des machines-outils. Je pense qu'il n'y aurait aucune difficulté à adopter les conditions mêmes du travail de la fonte dans les machines-outils, de façon à obtenir un module d'élasticité moyen, d'utilisation immédiate et certaine.

M. M.-J. Androuin. — Il semble possible que la méthode indiquée par M. Le Rolland puisse être appliquée à des mesures de rigidité d'éléments de machines.

Toutefois, le problème sera compliqué, à cause de la difficulté de supporter d'une manière suffisante les éléments soumis à l'examen.

L'exemple de la poutre dite « encastrée » montré par l'auteur, fait ressortir cette difficulté. Dans cet exemple, en effet, la déformabilité qui a été mesurée n'est pas seulement celle de la poutre; c'est celle de l'ensemble constitué par la poutre, le support et même quelque peu le massif auquel le support était fixé.

Dans l'étude expérimentale des éléments de machines, on rencontrera à tout moment des cas semblables, où le support ne pourra pas être beaucoup plus rigide que l'objet à examiner.

On peut donc dire que les applications de la méthode des pendules sympathiques feront encore surgir de nombreux problèmes qu'il faudra résoudre.

La méthode n'en est pas moins intéressante, et l'on peut tenir pour certain qu'elle sera féconde.

M. Le Rolland. — Il faut en effet, dans l'application générale de la méthode de mesure de la rigidité, définir avec précision les conditions d'appui ou d'encastrement de la pièce étudiée. Il faut savoir exactement ce que l'on mesure, et savoir faire les corrections éventuelles dues au défaut de rigidité des supports ou appuis. Dans le cas de la poutre encastrée à une extrémité qui a été étudiée à l'Office national des Inventions, par M. Tchang, nous nous étions assurés que la correction était entièrement négligeable. Une expérience préalable faite sur les supports seuls permettra toujours d'obtenir cette correction. Je désire rappeler, d'autre part, que, pour atteindre les très grandes rigidités comme celle des bâtis de machines-outils, il n'est pas nécessaire d'observer les battements, ce qui exigerait trop de temps; il suffit de déterminer l'amplitude prise par le pendule récepteur à partir de l'immobilité, au bout d'un temps déterminé. La théorie est la même et conduit à une formule simple dont la validité a été vérifiée par l'expérience.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'ORGANISATION DU TRAVAIL AU CHEMIN DE FER DU NORD
(2e Division)

par M. Robert SATET, *membre de la Société d'Encouragement et de la Taylor Society.*

Dans une conférence faite au Centre d'Instruction du Chemin de Fer du Nord et publiée sous la forme d'une brochure très complète, M.-L. Revon a indiqué comment les méthodes modernes d'organisation du travail étaient appliquées à la 2e Division. L'étude que nous en donnons ci-après est destinée à montrer les efforts accomplis par la Compagnie du Chemin de Fer du Nord pour aboutir à un meilleur rendement du personnel et du matériel.

Les méthodes de travail appliquées et décrites ci-après ont fait l'objet d'une étude particulière par un certain nombre d'ingénieurs délégués par les firmes adhérentes à l'Union des Industries métallurgiques et minières au cours d'un voyage d'études fait par ce groupement sous la forme de session du Cours sur l'Organisation scientifique du Travail.

MARCHE A SUIVRE POUR RÉSOUDRE UN PROBLÈME D'ORGANISATION. — Le processus à suivre peut se résumer comme suit :

1° Poser le problème (savoir exactement ce qui doit être obtenu), c'est-à-dire définir l'état initial (apprécier la nature exacte des éléments qui déclenchent le travail); définir l'état final (se rendre compte exactement de ce que l'on demande et sous quelle forme on le demande); décomposer le problème en problèmes élémentaires de façon intelligente et avec bon sens;

2° Réfléchir au problème et faire œuvre d'imagination, c'est-à-dire examiner posément la question sous toutes ses faces, y penser plusieurs jours et essayer de concrétiser la solution sur le papier;

3° Étudier ce qui est fait dans le service, et ailleurs s'il y a lieu, c'est-à-dire comparer la marche suivie à celle qu'on a imaginée et si quelques points particuliers de cette étude semblent bons à retenir, lorsque la question en vaut la peine, aller voir d'autres organisations similaires, déterminer une méthode par la comparaison de toutes ces études et après approbation du chef de service;

4° Mettre la méthode en application jusqu'au bout, malgré les difficultés et les misères passagères.

Remarques. — On doit tenir compte : de la répulsion à l'emploi des plannings par les personnes qui n'en ont jamais fait usage et du fanatisme des mêmes personnes à s'en servir lorsqu'on leur en a expliqué clairement le but;

de l'utilité du chronométrage : il ne faut en user qu'avec discrétion;

de la nécessité absolue de sonder la mentalité du personnel à chaque étape de la réorganisation, afin de dominer les uns, de convaincre les autres, et amener les agents d'exécution à devenir en quelque sorte les inventeurs de la nouvelle organisation.

Avant d'aborder l'objet principal de sa conférence, M. Revon énumère, à titre d'exemple d'organisation du travail, les opérations effectuées par les ingénieurs

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de Michelin pour arriver à déterminer une méthode plus rapide et plus économique au point de vue de la main-d'œuvre pour le gonflage des pneus [1].

EXEMPLES D'APPLICATION DES MÉTHODES MODERNES D'ORGANISATION.

Parmi les exemples d'organisation du travail cités, dont la plupart sont l'œuvre des services intéressés, nous examinerons les 4 principaux qui se rapportent à :

l'organisation de la commande du personnel de manutention au magasin d'Hellemmes;

l'organisation du travail d'entretien des locomotives au dépôt d'Amiens;

la révision des bogies aux ateliers du matériel roulant de Tergnier; et

au chantier de réparation générale des wagons plats de 20 t à Aulnoye.

I. — ORGANISATION DE LA COMMANDE DU PERSONNEL DE MANUTENTION AU MAGASIN D'HELLEMMES. — Le travail de ce magasin est la réception et l'expédition journalières de pièces ou matières chargées sur des wagons arrivant et partant à des heures bien déterminées. Il y a donc une manutention pour : recevoir les wagons, les décharger, en vérifier et ranger le contenu; satisfaire les demandes du réseau en ramassant les articles demandés et les chargeant sur wagons.

Le premier effort d'organisation a porté principalement sur la *mécanisation des manutentions* (emploi de tracteurs élévateurs électriques puissants, de caisses de manutention pour les ramassages, de grues dont certaines avec plateau magnétique, de ponts roulants, etc.). Mais, après cette mise au point, on constata qu'un nouvel accroissement de rendement pouvait être atteint en *améliorant l'organisation de la commande des agents*. Les buts à atteindre étaient :

par l'homme { savoir à chaque instant ce qu'il y avait à faire exactement; augmenter sa production grâce à une prime de rendement; ne jamais attendre ni la mise en place d'un wagon, ni l'arrivée de l'engin de manutention désigné pour l'aider.

par le chef de magasin. { connaître à chaque instant la situation du magasin (occupation de chaque homme, état d'avancement de chaque chargement ou déchargement).

Comment cette organisation nouvelle fut-elle mise au point?

Un chef unique, dont le bureau est près de celui du chef de magasin et, si possible, au centre de gravité topographique du magasin, donne tous les ordres intéressant les manutentions. Ce chef a dans son bureau deux grands tableaux :

a) un plan schématique du magasin sur lequel on a écrit, le long des voies, des numéros correspondant à ceux qui sont placés de 10 m en 10 m sur le terrain (longueur moyenne d'un wagon);

b) un tableau comportant verticalement une liste nominative de tous les agents (avec leur numéro) et, en regard de chacun d'eux, une rainure graduée en fonction du temps pour une durée de 3 jours.

Le chef du planning voit immédiatement par des cartons de diverses couleurs correspondant soit aux agents, soit au matériel, les agents libres ou au travail, les

(1) *La méthode Taylor dans l'étude d'une machine,* Revue trimestrielle « Prospérité » d'octobre-novembre-décembre 1929, éditée par Michelin, à Clermont-Ferrand.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

emplacements libres sur les voies, les wagons en attente, en chargement, en déchargement ou disponibles.

Pour compléter le tableau du personnel, certaines bandes, de couleurs spéciales, sont mises dans les rainures des agents en congé, au repos, malades, détachés, etc.

II. — ORGANISATION DU TRAVAIL D'ENTRETIEN DES LOCOMOTIVES AU DÉPÔT D'AMIENS [2]. — Les locomotives subissent de « grandes réparations » dans les grands ateliers du service des machines et de « grands entretiens » périodiques dans les ateliers du dépôt.

Une étude relative à cet entretien a été faite au service central de la traction à Amiens. Ce problème est influencé par deux causes importantes :

a) Difficulté et surtout impossibilité de constituer un effectif suffisant de machines ayant à subir des réparations pratiquement identiques (à l'étranger on concentre les grands entretiens en un petit nombre d'ateliers plus importants qu'en France; chez nous, le système donne à chaque atelier un volant important de main-d'œuvre, ce qui permet de parer aux fluctuations du trafic sans embauchages massifs et sans licenciement de personnel);

b) Variabilité des réparations suivant les types des machines et chaque série, à cause : de l'état d'entretien des machines; de leur parcours, du service qu'elles ont à assurer.

Il y a également : variabilité de la durée des trois phases de travail se rapportant à une machine (démontage d'un organe, sa réparation ou son remplacement, son remontage), suivant chaque type de machine; d'où impossibilité d'une décomposition très poussée du travail; et enfin de nombreuses interruptions de travail sur une machine en grand entretien par certains ouvriers (tourneurs, aléseurs, etc.) pour la réparation urgente d'une machine en service.

A cause de la grande diversité des travaux rendant difficile une organisation minutieuse, par opérations élémentaires, on a choisi une organisation ayant les bases suivantes :

1° *Spécialisation des réparations.* — Chaque dépôt est spécialisé au grand entretien de plusieurs types de machines bien définis.

2° *Spécialisation des ouvriers, éducation et réorganisation des cadres.* — Pour la spécialisation des ouvriers, on les a divisés en trois groupes d'après leurs aptitudes : les bons ajusteurs; les ouvriers consciencieux et réfléchis capables de s'assimiler le fonctionnement d'appareils spéciaux; les autres, destinés aux équipes de montage ou d'entretien courant. Pour l'éducation des cadres, on a créé à Amiens un « centre d'études pratiques de la traction » chargé de l'étude des méthodes de travail et de l'instruction des cadres.

Enfin, on a créé « un répartiteur » qui effectue la répartition des bons de réparations, fixe les allocations de temps au moyen de barèmes spéciaux, contrôle la rentrée des bons de réparations, surveille les variations de temps d'exécution et en examine sur place les causes. Cela permet aux chefs et sous-chefs de brigades de se consacrer exclusivement à leur rôle, de surveiller le travail des ouvriers pendant

(2) Sur cette question voir également : *L'organisation scientifique dans les grands ateliers de locomotives du Chemin de Fer de Paris à Orléans*, par M. Marcel BLOCH, Ingénieur en Chef du service du Matériel et des Ateliers de la Compagnie, brochure éditée par l'U. I. M. M. 7, rue de Madrid, Paris (8e).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

son exécution, de contrôler sa qualité et de veiller à la sécurité des agents. Autre avantage de cette création : un répartiteur de grand entretien divise le personnel en équipes spécialisées à un travail déterminé au lieu d'avoir des équipes chargées chacune de la réparation d'une machine.

3° *Choix d'une méthode unifiée par type de réparation.* — On a écarté les procédés reconnus mauvais de prime abord, puis on a perfectionné chaque méthode conservée sans aller trop dans les détails; enfin, on a recherché ce qu'il était possible de faire exécuter à la chaîne.

4° *Répartition des réparations, contrôle de leur exécution.* — La répartition des réparations se fait au moyen :

a) des fiches de travail : on remet à chaque ouvrier ou équipe une fiche précisant le travail à exécuter, le temps alloué par le répartiteur. L'ouvrier y inscrit l'heure de commencement et de fin du travail. Le chef de brigade contrôle l'exécution et renvoie la fiche au répartiteur qui calcule la prime de rendement;

b) d'un graphique de répartition : il contient : un trait plein représentant les temps alloués; un trait pointillé pour les temps réels d'exécution et l'indication des numéros réels des bons et des machines à réparer. Il permet au répartiteur : de connaître la position de chacun des ouvriers à chaque instant, de désigner l'agent susceptible de recevoir un nouveau bon de travail, de constater les pertes ou les gains sur les temps d'allocation;

c) de carnets barèmes de réparations d'entretien courant : pour chaque nature de réparations, une série de carnets-barèmes donne, à titre d'indication, la valeur des temps à allouer pour les divers types de machines. Le répartiteur reste, en effet, libre de fixer ses allocations d'après les constatations qu'il a faites et les difficultés spéciales que la réparation peut présenter;

d) de fiches d'instruction : elles servent à l'ouvrier et aux cadres à apprendre la façon la plus rationnelle d'exécuter le travail en précisant la suite des opérations à effectuer et les temps correspondants;

e) de fiches d'expertise des travaux d'une certaine importance : chaque fiche d'expertise est divisée en deux par un trait vertical : à gauche, feuille d'expertise où le gradé visitant les organes, inscrit les cotes trouvées à la visite et souligne les opérations à effectuer; à droite, division en plusieurs souches détachables et se rapportant à toutes les opérations d'usinage à effectuer. Plusieurs ouvriers de catégories différentes figureront ainsi respectivement sur chacune de ces cases;

f) d'un memento des réparations à effectuer lors des grands entretiens ou d'un type de machines déterminé;

g) d'un graphique des phases d'un grand entretien : schéma indiquant les opérations normales de démontage, ajustage ou réparations à effectuer. Il permet au répartiteur, au moyen de fiches mobiles, de voir l'avancement de la réparation. Chaque ouvrier est représenté par une fiche dont la couleur indique la spécialité; l'exécution de chaque phase de la réparation est représentée par un trait de couleur. L'examen du graphique montre, d'après la situation des fiches, si chaque ouvrier est bien employé dans sa spécialité.

5° *Organisation des machines-outils.* — On a cherché à obtenir, par le chronométrage des temps d'usinages des pièces d'une part, par l'étude des normes et de la standardisation de l'outillage d'autre part : le rendement maximum par machine si

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'usinage nécessite la présence constante de l'ouvrier; le rendement maximum par groupements de machines si la durée des passes permet de confier plusieurs machines à l'ouvrier.

6° *Organisation de la manutention.* — Partout où cela a été possible, on a tracé des chemins de manutention avec installation d'engins mécaniques pour augmenter le rendement et la sécurité.

En plus de toute cette organisation, pour accroître encore la production, les agents ont été intéressés aux gains réalisés par eux sur les temps qui leur sont alloués. A cause de la latitude laissée aux répartiteurs en cette matière, on a donné à chaque dépôt une « allocation globale » de temps en fonction du nombre de machines prises en grand entretien, du nombre de kilomètres effectués, etc. Cette allocation globale est répartie ensuite entre les divers agents au prorata des temps alloués à chacun par le répartiteur. On détermine ainsi l'allocation individuelle qui sert au calcul de la prime de chaque agent.

III. — RÉVISION DES BOGIES AUX ATELIERS DU MATÉRIEL ROULANT A TERGNIER. — Il existe, au parc du matériel roulant des milliers de bogies appartenant à des véhicules d'origine américaine provenant du matériel livré par les États-Unis pendant la guerre. Par suite de la diversité des travaux et du grand nombre de bogies à réparer, on a été conduit à établir une organisation rationnelle d'un outillage moderne pour réaliser le travail méthodiquement avec un minimum de main-d'œuvre.

Les opérations élémentaires ont été étudiées individuellement et classées dans leur ordre normal d'exécution. On les a ensuite groupées systématiquement en 13 phases de telle sorte que les temps alloués pour chacune d'elles soient égaux. Le travail a été organisé de façon que soit obtenue une progression régulière de la chaîne.

Il existe enfin une équipe volante qui a pour rôle :

a) de remplacer les agents absents, malades ou en congé;

b) de renforcer momentanément l'effectif invariable de la chaîne pour procéder à certaines phases;

c) de réparer, dans le chantier spécial, les bogies retirés de la chaîne.

Pour faciliter l'exécution des travaux qui constituent les phases successives, un outillage spécial a été mis au point (plateformes mobiles). Ainsi, lors de la première phase, lorsqu'il a été procédé au retrait des essieux, il devient nécessaire de maintenir le bogie de façon à pouvoir y travailler commodément; pour cela, on a créé des plateformes mobiles spéciales : le bogie y est suspendu sur tourillons de sorte que sa rotation permet de travailler avec autant de facilité sur toutes les faces. La division du travail en un grand nombre de phases de durée relativement courte, a conduit également à l'utilisation de ces supports pour l'ensemble du travail à effectuer sur chaque bogie, sauf, évidemment, pour les opérations de la phase initiale et des deux finales.

La faculté de déplacement des lorrys permet d'exécuter véritablement le travail à la chaîne; à l'expiration de la durée T de la phase, la série des 10 lorrys est animée d'un mouvement de translation, de sorte que chaque équipe spécialisée exécute toujours le même travail, dans les mêmes conditions et au même endroit. Il en résulte une réduction notable des pertes de temps de manutention et une plus grande facilité d'approvisionnement des diverses pièces. Le mouvement d'avance de la chaîne est obtenu par un piston mû à l'air comprimé à 6 kg/cm^2 qui transmet son effort sur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le premier lorry provoquant ainsi le déplacement de l'ensemble des plateformes sur une longueur de 4 m.

Chacune des opérations élémentaires s'effectue toujours au même endroit dans l'atelier. Pour que chaque équipe trouve à pied d'œuvre les pièces qui lui sont nécessaires, on dispose de casiers fixes et de plateformes à l'endroit où est exécuté le travail. La manutention des plateformes et l'approvisionnement des casiers sont faits par une équipe de manœuvres en dehors des heures où la chaîne fonctionne.

IV. — CHANTIER DE RÉPARATION GÉNÉRALE DES WAGONS PLATS DE 20 TONNES A AULNOYE. — L'atelier d'Aulnoye doit assurer la réparation générale de 1 500 wagons plats. Il fallait occuper le moins de place possible et ne faire que des dépenses très réduites. Or l'atelier d'Aulnoye n'avait aucun appareil de levage.

Pour résoudre la difficulté, on a imaginé de construire le châssis sur deux rails parallèles situés à une hauteur convenable, ces deux rails s'inclinant au bout du chantier de façon à permettre au châssis de basculer pour se poser successivement sur chacun de ses essieux.

D'autres indications ont trait à l'organisation :

du bureau des commandes : par une série de modifications de détail (une seule frappe à la machine à écrire pour 8 exemplaires, carnets à souches spéciaux, liste à la fois alphabétique et numérique de fournisseurs à consulter avant toute commande), on est arrivé à gagner du temps non seulement au bureau des commandes, mais encore au service des réceptions et à celui des études;

de l'atelier des machines d'Hellemmes : à la fonderie, une méthode particulière de commandement continu a fait augmenter la production (19 p. 100 en plus), a permis d'éviter l'élévation de bâtiments nouveaux par une réduction de l'encombrement de l'atelier, ce qui a fait diminuer fortement le capital de roulement, et surtout a régularisé et réduit les délais de livraison.

A l'atelier d'entretien des pompes à air de frein et des pompes d'alimentation à eau chaude des locomotives, l'emploi d'une succession de « postes autonomes » a procuré une réduction immédiate de main-d'œuvre. Enfin une organisation judicieuse des manutentions, par tracteurs, a été faite à l'intérieur des ateliers.

Par toutes les indications qui précèdent il est facile de conclure que tous ces exemples, modifiés et adaptés selon les circonstances, sont à retenir pour l'organisation d'ateliers dans l'industrie privée.

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

par M. Ed. SAUVAGE, *membre du Conseil de la Société d'Encouragement.*

L'INDUSTRIE DE L'ALUMINIUM EN ÉCOSSE.

Les *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers* ont donné, en mai-juin 1933, p. 13, une description de la production de l'aluminium en Écosse par la British Aluminium Company. La bauxite employée pour cette production provient, pour la plus grande part, des gisements du Sud de la France.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dépôt au Conservatoire national des Arts et Métiers des étalons nationaux du Système métrique.

Le numéro spécial de la 4e série des *Annales du Conservatoire national des Arts et Métiers*, publié en 1933, donne (p. 123) une notice sur le dépôt dans cet établissement des étalons nationaux.

L'organisation mondiale du système métrique comporte, dans chacun des pays adhérents à la Convention internationale du Mètre, la création d'un organisme chargé d'exécuter, dans le cadre national, des opérations effectuées pour tous les pays par le Bureau international des Poids et Mesures.

Pour la France en particulier, la nécessité d'un organisme national a été reconnue par le décret du 8 octobre 1880, qui a créé le Bureau national scientifique et permanent des Poids et Mesures, puis par la loi du 2 avril 1919 sur les unités de mesure, qui prescrit dans son article 3 que les étalons nationaux établis pour représenter les unités principales et les unités secondaires du Système métrique seront déposés au Conservatoire national des Arts et Métiers.

Le rôle du nouvel organisme, qui vient d'être créé au Conservatoire national des Arts et Métiers, a été défini par le Bureau national scientifique et permanent des Poids et Mesures dans les termes suivants (séance du 28 juillet 1933) :

« Le dépôt des étalons nationaux des unités du système métrique, créé au Conservatoire national des Arts et Métiers, conformément à la loi du 2 avril 1919, est chargé :

1° De la conservation des étalons représentant les unités principales et secondaires définies par ladite loi et de la détermination des équations respectives des divers étalons;

2° De la création et de la construction des étalons représentant l'ensemble des unités métriques prévues dans la loi du 2 avril 1919, ainsi que leurs multiples et sous-multiples;

3° De l'étalonnage des appareils de mesures employés pour la reproduction des unités principales et secondaires du système métrique;

4° De l'étude des principes à suivre pour la construction et l'emploi des étalons;

5° Des recherches tendant à obtenir une plus grande exactitude dans la détermination des constantes physiques, en vue d'accroître la précision des étalons ci-dessus mentionnés et des méthodes d'étalonnage des mesures métriques;

6° Des essais et contrôle demandés par les services publics ou les particuliers et qui nécessitent une haute précision, difficile à réaliser sans référence avec les étalons nationaux. »

Un bâtiment spécialement aménagé pour l'exécution de ce programme, et muni de l'outillage nécessaire, vient d'être installé au Conservatoire.

*
* *

Le 44e *Bulletin de l'Association des Propriétaires d'Appareils à vapeur du nord de la France*, relatif à l'exercice 1932-1933, contient un exposé de la *Sécurité dans la production et l'utilisation de la vapeur*, par M. Delacour, ingénieur en chef de cette association, exposé qui donne des indications utiles pour tous les usagers des chaudières à vapeur, en appelant leur attention sur une série de précautions, dont quelques-unes sont parfois omises.

Le même bulletin renferme une note du même ingénieur sur la *Surveillance et le maintien du plan d'eau dans les chaudières modernes.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CONSTRUIRE : la construction à Drancy, en 1933, d'un groupe d'habitations, édifiées au moyen d'éléments fabriqués d'avance, par l'Office public d'Habitations du département de la Seine.

(Film sonore de Jean BENOIT-LÉVY; réalisateur Ed. FOURY; musique de M. Jean WIENER, présenté lors de la séance solennelle de distribution des récompenses du 17 mars 1934)

par M. Jean SÉAILLES, *ingénieur, docteur en droit, lauréat de la Société d'Encouragement.*

Par un paradoxe singulier, l'industrie de l'habitation qui est une des plus anciennes du monde est aussi l'une de celles qui, d'un point de vue relatif tout ou moins, ont fait les progrès techniques les plus limités, en sorte que le prix de revient du bâtiment habitable demeure hors de proportion avec l'abaissement de ces mêmes prix de revient dans le reste de l'industrie.

Cette situation est d'autant plus singulière que, dans la technique toute voisine des grands travaux publics et de la construction industrielle, les progrès ont été véritablement gigantesques. Nous savons actuellement construire les grands ponts, les grands barrages, les canaux et les ports dans des conditions d'économie tout à fait remarquables, et cette connaissance de la construction économique s'étend jusqu'aux grands bâtiments industriels.

Pourquoi le bâtiment d'habitation reste-t-il ainsi en retard?

Les raisons ne manquent pas, mais la principale est peut-être dans les habitudes professionnelles de la plupart de ceux qui collaborent au bâtiment et qui se résignent traditionnellement à continuer à construire « au juger ».

D'autre part, on se heurte constamment dans le bâtiment à cette idée admise, et considérée comme un postulat nécessaire, que la précision est non seulement onéreuse mais pratiquement impossible.

Il en résulte qu'il n'est pas rare de trouver des erreurs dépassant le décimètre. J'ai eu par exemple à « rectifier » une salle à manger où il y avait 14 cm de différence entre la cote au sol et celle au plafond avec des hors d'équerre correspondants.

Il est juste de reconnaître, d'ailleurs, que cette façon de travailler au juger et avec le mètre de bois, dont la précision est de l'ordre du centimètre, s'expliquait et même se justifiait jusqu'à un certain point dans les techniques anciennes.

Le mur en moellons n'a pas, par définition, de mesure exacte; la pierre de taille n'est précise qu'au joint près; la brique comporte des tolérances de cuisson qui ne sont pas négligeables; le carreau de faïence ou de grès n'est ni plan ni à la cote; le bois lui-même n'admet qu'une précision momentanée.

Il faut bien, dès lors, avoir recours au ravalement, au replâtrage, au calfeutrement, avec tout ce que ces opérations impliquent de perte en matériaux et en main-d'œuvre.

D'autre part, tant qu'on ne dispose pas de matériaux homogènes, contrôlables, on est obligé d'exagérer les marges de sécurité. Tout se tient : le matériau étant imprécis ou irrégulier dans tous ses attributs, dimensions, résistance, etc., le constructeur subit et accepte obligatoirement cette imprécision et ses conséquences, et le technicien devient ou reste « un maçon ».

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Naturellement, les efforts pour sortir de ce cercle vicieux ont été nombreux. Il ne saurait être question de faire ici un historique, même succinct, des solutions qui ont été proposées ou même essayées.

Je voudrais seulement vous montrer très sommairement ce soir pourquoi et comment la remarquable réalisation de Drancy, dont le film va vous être présenté, prépare l'avenir.

Le problème de la construction économique n'est pas en soi différent du même

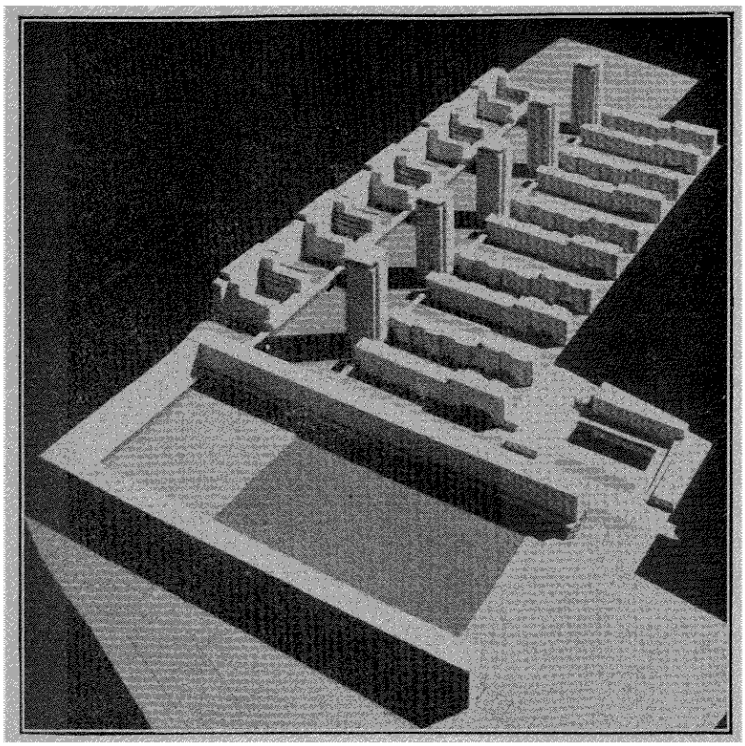


Fig. 1. — Maquette de la cité de la Mouette à Drancy (Seine).

(Au premier plan, entourant les terrains de jeux, les services généraux de la cité; à l'arrière-plan, les cinq tours de 45 m de hauteur, avec les 10 bâtiments d'habitation en dents de peigne, à droite, et le groupe d'immeubles à redans, à gauche.)

problème appliqué à n'importe quelle réalisation industrielle. Là, comme ici, il s'agit de réduire au minimum la dépense de matière et de main-d'œuvre, et, pour cela il faut introduire l'étude préalable complète et détaillée qui, avec la précision de l'usinage, permettra la rapidité et la simplicité du montage.

Mais dès qu'on aborde la réalité concrète, le problème se complique.

On ne construit pas un immeuble à la chaîne comme une automobile, une machine à coudre ou une montre, non pas tant à cause des différences de dimensions et de volume que pour des raisons bien plus essentielles qu'une simple question d'échelle.

Si l'automobile se construit aujourd'hui en série, à la chaîne, au moyen d'un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

outillage extrêmement onéreux, c'est parce que l'amortissement de cet outillage est cependant négligeable au regard de l'énorme quantité que l'on peut envisager de produire sans changement capital dans le modèle exécuté.

Or cette persistance relative du modèle dans le temps, pour un objet industriel quelconque, ne devient possible que lentement et au fur et à mesure que l'objet à produire arrive à ce que je vous demande la permisson d'appeler « l'âge adulte ».

Nous pouvons parfaitement concevoir, et ce fut l'idée première de Henri Sauvage,

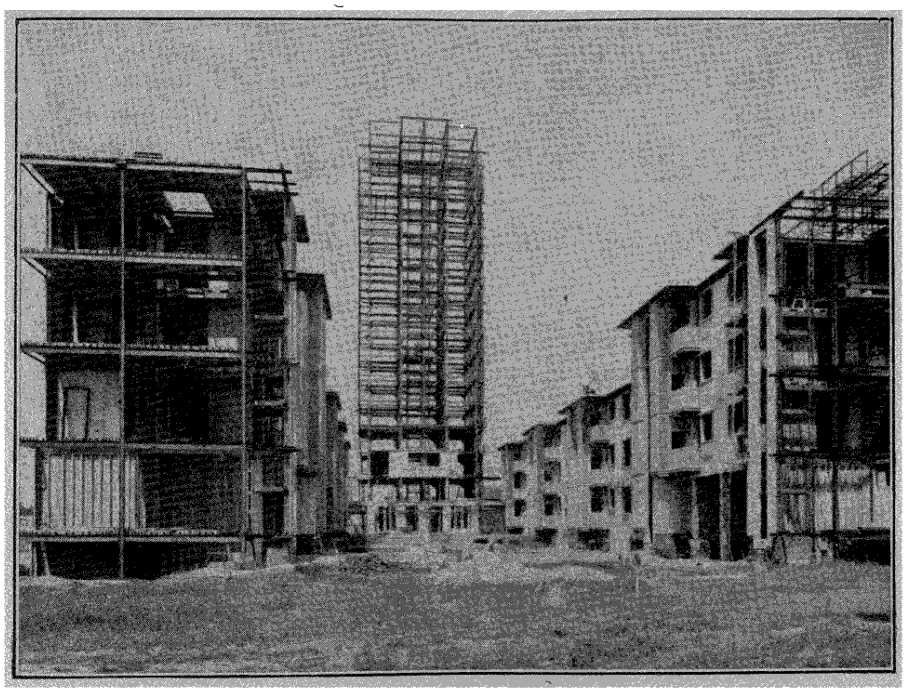


Fig. 2. — Le chantier en cours : Deux des bâtiments des dents du peigne et une des tours. (La charpente de la tour est montée; on commence la pose des éléments standards. Les bâtiments du peigne sont presque terminés.)

des immeubles composés de cellules usinées à la chaîne et simplement empilées les unes au-dessus des autres, avec attelage des canalisations d'une cellule à l'autre comme entre les voitures d'un même train; mais il faut bien reconnaître que cette solution est irréalisable dans le présent, non pas pour des raisons de possibilités techniques ou matérielles, puisque Sauvage a réalisé de telles cellules il y a déjà plusieurs années, mais pour une raison toute différente et très simple : l'immeuble d'habitation moderne, né d'hier, n'est pas encore à l'âge adulte; il est en pleine croissance et sa fabrication implique, en l'état actuel, des techniques telles que le progrès ne soit pas rendu impossible par l'obligation de continuer à fabriquer des types périmés pour en amortir l'outillage.

Il y a en effet, dans toute industrie et à toute époque, un rapport nécessaire

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

entre la masse des immobilisations qui constituent son outillage et la stabilité des caractéristiques essentielles du produit fabriqué.

A l'origine, il est indispensable de réduire la masse des immobilisations au profit de la mobilité des caractéristiques du produit pour permettre son évolution rapide vers des propriétés et des formes à peu près définitives. Au terme, la masse des immobilisations peut, au contraire, devenir considérable parce que le produit est pratiquement stable. Lorsqu'il s'agit d'architecture, il s'ajoute à ces considé-

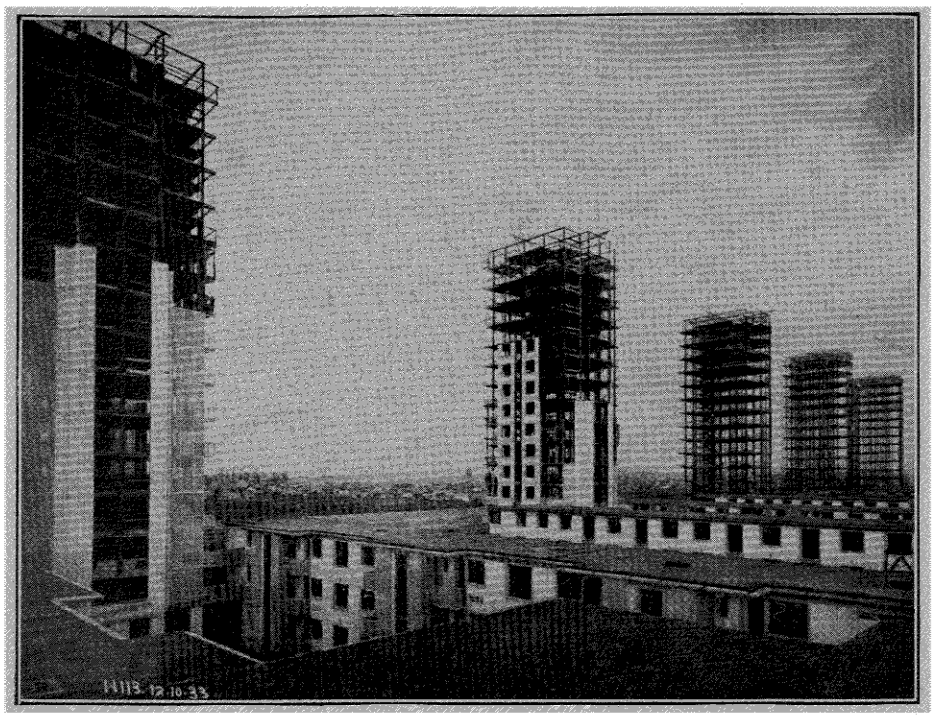


Fig. 3. — Les tours sont en cours d'achèvement. Les bâtiments du peigne sont terminés.

rations l'obligation d'être en présence d'un système de production qui reste assez souple pour ne pas entraîner l'uniformité, « mère de l'ennui ».

Cela est si vrai que, lorsque le grand précurseur Henri Sauvage, dont je vous parlais tout à l'heure, entreprit de réaliser effectivement son premier grand immeuble en éléments fabriqués d'avance, à Paris, rue Legendre, il fut immédiatement amené à adopter des solutions très voisines de celles qui ont été mises en œuvre à Drancy : charpente en éléments de béton moulés d'avance et assemblés en place ; planchers en éléments moulés, posés sur cette charpente ; panneaux de façade rapportés et fixés sur la charpente ; fabrication des éléments par des procédés n'impliquant que de faibles immobilisations.

Le système de construction conçu par M. Mopin en éléments standards, utilisé à Drancy, est fort intéressant comme vous allez le voir, en raison de sa souplesse et de l'ingéniosité des détails. Mais ce qui vous frappera certainement c'est la façon dont

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les architectes MM. Beaudouin (grand prix de Rome) et Lods (architecte diplômé par le Gouvernement) ont su concilier d'une façon magistrale la nécessité d'une discipline acceptée dans la partie constructive (éléments standards) avec la liberté nécessaire au maître de l'œuvre pour donner une expression esthétique à l'ouvrage réalisé.

Par une coïncidence curieuse et qui n'est pas l'effet du hasard, les mêmes procé-

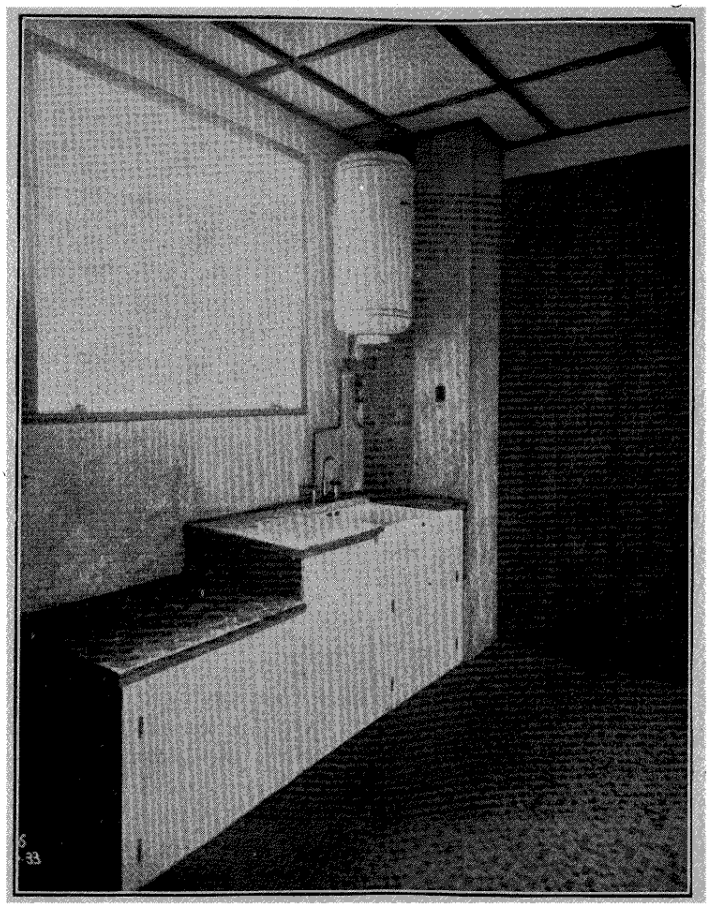


Fig. 4. — Une cuisine à Drancy.
(Revêtements, égouttoir et paillasse en Sanilap.)

dés de fabrication « Autobloc » qu'avait déjà utilisés Sauvage en 1928 pour la rue Legendre, ont été également employés à Drancy.

Ces procédés sont caractérisés par le bon marché de l'outillage spécial utilisé et la possibilité de l'amortir très rapidement, à ce point qu'après la réalisation par MM. Beaudouin et Lods d'un premier groupe d'immeubles type Mopin à Bagneux, on a pu mettre à la ferraille tout l'outillage existant parce qu'il était plus économique de le remplacer pour pouvoir faire mieux et moins cher à Drancy.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les procédés en question sont, comme vous le verrez, basés sur la fluidification rapide du béton par la vibration dans des moules appropriés. Le démoulage se fait en principe immédiatement par simple retournement sans démontage du moule. Le béton encore plastique se démoule sans difficulté et sans risque de fissuration.

Un seul moule arrive à produire de 20 à 100 pièces par journée de 8 heures, d'où cette conséquence très importante qu'il est possible d'utiliser des moules coûteux et compliqués pour obtenir l'élégissement maximum des pièces sans augmentation pratique du prix de revient.

A l'hôpital Beaujon, les pieux et palplanches de fondation nervurées d'un poids de 2 tonnes, étaient fabriqués par le procédé Autobloc, au rythme de plus de 20 par jour par une équipe de 5 hommes. La mise en œuvre coûtait aussi moins de 15 francs par mètre cube. Le moule, bien qu'étudié pour constituer en lui-même une véritable machine-outil spécialisée, représentait un amortissement inférieur à 2 francs par mètre cube. A la fin des travaux, il aurait pu servir à fabriquer encore des milliers de pièces.

Le film que vous allez voir maintenant comporte des titres qui vous permettront d'en suivre le développement sans nécessiter de commentaires particuliers. Vous remarquerez que l'étude de la standardisation a été appliquée non seulement au gros œuvre mais à tous les autres éléments de la construction : cloisons, huisseries, fenêtres, canalisations, ce qui a permis le montage véritable de l'ensemble sans percements ni retouches. Je voudrais seulement, pour terminer, rendre hommage aux auteurs de la réalisation qui va vous être présentée.

Les travaux de Drancy ont été exécutés pour l'Office public d'Habitations de la Seine que dirige avec une activité et une intelligence rares M. Henri Sellier comme administrateur-délégué, et que préside M. Grunebaum-Ballin. Les architectes sont MM. Beaudouin et Lods déjà nommés.

Le système de construction en éléments standards adopté est celui de M. Mopin, ingénieur civil.

Le gros œuvre est dû à l'entreprise Ferrus, Élambert et C^ie^, qui a réalisé les éléments en béton moulé nécessités par les procédés Autobloc.

Les cloisons des escaliers et des pièces sanitaires (cuisines, W.-C., douches) ont été réalisées par la Société d'Applications sanitaires en Sanilap (licence Lap, procédés Séailles). Les cloisons ont été fabriquées d'avance et posées à sec, de même que les cloisons en carreaux de plâtre, dont l'exécution a été confiée à MM. Christiani et Nielsen, qui ont fourni également l'isolement en béton cellulaire.

Les portes et huisseries métalliques ont été fournies et posées par les Établissements Adrien Claude. Les fenêtres métalliques ont été établies par les Ateliers Prouve.

Les installations intérieures sont dues aux Établissements Deschamps et à la Maison Kula pour la plomberie et l'appareillage sanitaire, pour lequel on a adopté les éviers Sarchey.

La Société Chauvin et Gerinckx a exécuté les installations électriques. Les Établissements Hatry ont été chargés du chauffage central. Les contreplaqués et l'insulite ont été fournis par la Société Luterma.

Nous citerons encore : MM. Munnier frères, pour les peintures et vitreries; — les Établissements Édoux Samain pour les ascenseurs; — M. Brochot pour les soudages; — les Établissements Beaudouin pour les carrelages; — les parquets Durament; — le paratonnerre Messien; — la Société Vema pour les caillebotis et séchoirs; — le Ridorail.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE DU 14 AVRIL 1934

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

La séance est ouverte à 17 h.

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

M. JAEGLÉ (E.), Ingénieur en chef d'Agriculture coloniale, chef du Bureau de la Documentation, conservateur de la Bibliothèque du Gouvernement général, Tananarive (Madagascar), présenté par MM. Blondel et Lemaire;

M. DE LEIRIS (Henri), Ingénieur principal du Génie maritime, 43, rue de Lille, Paris (7e), présenté par M. Dumanois;

M. HAVRE (Horace), Ingénieur géologue (mines et prospection), licencié ès sciences, ingénieur principal à la Société de Peñarroya, 5, rue Pérignon, Paris (15e), présenté par M. Heurteau.

M. Jaeglé et M. de Leiris sont lauréats de la Société d'Encouragement.

M. ALBY, *président.* — J'ai le très vif regret de vous annoncer la mort d'un des plus éminents membres de notre Conseil, M. Paul de Rousiers, décédé le 28 mars, à l'âge de 77 ans, et d'un des plus éminents membres de notre Société, M. Camille Matignon, décédé subitement au Collège de France, le 18 mars, à l'âge de 67 ans.

M. PAUL DE ROUSIERS était né le 16 janvier 1857 à Rochechouart. Dès l'École de Droit, où il prit sa licence, il orienta son activité vers les questions économiques et sociales. Son talent d'écrivain et d'orateur, la clarté de son esprit furent très rapidement remarqués par la direction du Musée social qui, dès 1890, lui confia plusieurs missions en Angleterre et aux États-Unis; il en rapporta de nombreuses études qui mirent en lumière ses facultés d'observation; ses premières études, quoique anciennes, font encore autorité.

En 1903, il contribua à la fondation du Comité central des Armateurs de France dont il fut le secrétaire général jusqu'en 1930, puis le vice-président délégué jusqu'à sa mort; grâce à sa diplomatie, il put aplanir dès le début les difficultés du nouvel organisme, aujourd'hui prospère, bien vivant et qui continue à rendre les plus grands services.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En 1909, P. de Rousiers était appelé à professer à l'École des Sciences politiques un cours sur les grandes industries modernes, cours auquel il dut renoncer en 1932 quand son état de santé ne le lui permit plus.

On doit à P. de Rousiers de nombreux ouvrages : *La vie américaine*, en deux volumes; *La question ouvrière en Angleterre*; *Les grands ports de France et leur rôle économique*; *Les syndicats industriels de producteurs en France et à l'étranger*, où il étudia les trusts et les cartels. Il revint sur la question dans *Les industries monopolisées et les trusts aux États-Unis*. Il enquêta successivement encore sur *Les trade-unions en Angleterre*, sur *Hambourg et l'Allemagne contemporaine*. Son ouvrage capital, résumé de son cours, restera *Les grandes industries modernes*, en cinq volumes. Il exposa enfin ses vues sur *L'élite dans la société moderne, son rôle*.

P. de Rousiers était secrétaire général de l'Association des Employeurs de main-d'œuvre des ports de France, depuis sa fondation en 1907; vice-président du Comité d'Études et de Défense fiscales; trésorier de la Société d'Expansion économique, membre du conseil d'administration du Musée social, membre de l'Académie de Marine, président de l'École des Roches, de 1907 à 1933.

Il était officier de la Légion d'honneur.

Plusieurs fois le Gouvernement confia à P. de Rousiers le soin de défendre les intérêts français dans les conférences internationales et à la Société des Nations.

A la Société d'Encouragement comme ailleurs, Paul de Rousiers a joué un rôle de premier plan. Il y entra en 1914 et fit partie du Comité de Commerce où ses avis étaient fort écoutés. Il nous donna de nombreux rapports sur des questions de navigation, d'économie politique et sociale, ainsi que des analyses d'ouvrages traitant de ces questions. La confiance de ses collègues l'avait porté à la vice-présidence de notre Société et il était l'un de nos plus anciens censeurs.

P. de Rousiers resta jusqu'à sa mort un des plus fermes partisans du libéralisme économique, de la réalité de la loi de l'offre et de la demande, aussi bien pour le travail humain que pour les produits. Son grand cœur et sa générosité étaient souvent en contradiction avec la rigueur de ses doctrines économiques, et il reconnaissait ce que les lois économiques ont quelquefois d'inique ou de contraire à l'équité. Aucune infortune ne le laissait indifférent.

C'était un homme aimable, bienveillant, d'un commerce agréable et extrêmement sympatique. Sa mort ne laisse que des regrets à tous ceux qui l'ont connu. Nous perdons en lui un de nos collègues les plus dévoués.

Nous adressons à sa famille et à ses nombreux amis nos très vives condoléances.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CAMILLE MATIGNON était né à Saint-Maurice-aux-Riches-Hommes (Yonne), le 3 janvier 1867. Il entra en 1886 à l'École normale supérieure et devint à sa sortie de cette école, en 1889, préparateur de Marcelin Berthelot, au Collège de France. Il y prépara sa thèse de doctorat qu'il soutint en 1892, et pour laquelle il obtient le prix Saintour du Collège de France. En novembre 1893, il fut nommé maître de conférences à l'Université de Lille.

Après avoir été nommé professeur-adjoint à l'Université de Lille en 1897, Camille Matignon devint en 1898 maître de conférences à la Sorbonne et fut chargé, en même temps, par son maître, Marcelin Berthelot, de le remplacer au Collège de France. Il devait y devenir quelques années plus tard, en 1903, professeur suppléant puis professeur titulaire de chimie minérale.

Les premiers travaux de Camille Matignon se rattachent à ceux de Berthelot, et ont été faits en collaboration avec lui, au moyen de la bombe calorimétrique. Ils sont très nombreux et valent surtout par les lois générales qu'ils ont permis de préciser ou de dégager. Parmi ces lois, il faut citer tout d'abord la suivante : la substitution d'un radical dans une molécule organique fait varier l'énergie interne de cette dernière d'une quantité qui est fonction à la fois de la nature de la substitution et de la grandeur de l'atome servant de liaison au radical. Il faut aussi signaler l'extension aux réactions chimiques de la loi de Trouton de laquelle il a déduit plusieurs conséquences importantes, relatives notamment aux moyens de prévoir, *a priori* et en toute certitude, l'allure d'une réaction donnant naissance à un gaz.

M. C. Matignon avait été élu membre de l'Académie des Sciences en 1926; il était président de la Société chimique de France et de la Société de Chimie industrielle dont il a été un des fondateurs un peu avant la fin de la guerre. Dans le périodique *Chimie et Industrie*, organe de cette dernière société, il donnait tous les mois un article substantiel et très vivant sur les questions de chimie industrielle à l'ordre du jour.

Notre collègue s'est signalé surtout par ses travaux sur les engrais chimiques et notamment sur ceux qu'on fabrique par fixation de l'azote atmosphérique. Le 24 mai 1913, alors que quelques-unes de ces fabrications venaient à peine d'entrer dans le domaine industriel, il en fit l'objet d'une remarquable conférence devant notre société.

Pendant la guerre, C. Matignon fut amené à orienter son activité vers la synthèse des composés azotés pour la fourniture desquels nous étions tributaires de l'étranger.

M. Camille Matignon était officier de la Légion d'honneur.

Nous adressons à la famille de notre regretté collègue l'expression de notre sympathie émue.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. ALBY, *président.* — J'ai le plaisir de vous annoncer que notre collègue du Conseil, M. SCHRIBAUX, membre du Comité d'Agriculture, a été élu membre de l'Académie des Sciences le 19 mars dans la Section d'Économie rurale en remplacement de Calmette. Au nom de notre Société tout entière, je lui adresse nos très vives félicitations.

M. Alfred QUINQUET, membre de la Société d'Encouragement, Boîte postale 17, Paris (11e) a déposé cinq plis cachetés :

le 26 février 1934, deux plis concernant un *accouplement hélicoïde progressif*, et les *ressorts lamellaires;*

le 12 avril 1934, trois plis cachetés, concernant : l'*entretien des poinçons et matrices*; des *perfectionnements aux outils de coupe, cisaillement, tranchage;* à la *stabilisation-fixation.*

M. A. Quinquet autorise la Société d'Encouragement à ouvrir ces plis cachetés et à en faire tel usage qu'elle voudra si M. Quinquet n'en a pas demandé l'ouverture ou effectué le retrait dans un délai de cinq ans à compter du jour de leur dépôt.

M. Ch. DE FRÉMINVILLE et G. WERY, *secrétaires généraux*, présentent et analysent des ouvrages entrés récemment dans la *Bibliothèque.*

M. DE FRÉMINVILLE présente les ouvrages suivants :

Les rayons X, au laboratoire, à l'hôpital, à l'usine, par Marc PRIVAULT (Actualités scientifiques et industrielles). Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1934;

Manuel des aciéries, par R. BARNERIAS. (Bibliothèque professionnelle). Paris, J.-B. Baillière et fils, 1934;

L'utilisation des sciures de bois comme combustible, par L. NOTTIN. 2e édition. Paris, Éditions de « L'Usine », 15, rue Bleue (9e). (Don de l'auteur, membre de la Société);

Les deux masses. Hypothèses sur la force et la mécanique dans la nature, par Louis FANTOZZI. Paris, Marcel Rivière, 31, rue Jacob (6e), 1934;

Ernest Thierry-Mieg, par Eugène JAQUET (ex *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, décembre 1933). Mulhouse, Imprimerie Bader et Cie, 1933. (Don de la Société industrielle de Mulhouse);

Détermination graphique du flux lumineux et de la puissance des lampes dans les projets d'éclairage d'espaces clos, par A. VALLAT (ex *l'Électricien*, n° 1582, 15 février 1934). Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e).

M. WERY, présente les ouvrages suivants :

Le matériel des industries chimiques, par Camille ROCHES. (Encyclopédie de chimie industrielle). Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1934;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le zinc. Les minerais de zinc. La technologie du zinc. Le zinc métal, par René VANDERSCHUEREN. (Encyclopédie industrielle). Paris, J.-B. Baillière et fils, 1934;

Croissance des végétaux. (Principes d'agronomie. II), par Albert DEMOLON. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1934. (Don de l'auteur);

Détermination de l'état d'un sol en vue de l'étude rationnelle d'un tracteur agricole, par Tony BALLU (ex *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. 198, 12 février 1934). Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e). (Don de l'auteur).

M. F. BLONDEL, Ingénieur en chef des Mines, membre du Conseil de la Société d'Encouragement, fait une communication sur *La situation réelle de l'industrie minière des États-Unis.*

On est habitué en Europe à considérer les États-Unis comme un pays regorgeant de richesses naturelles de toute sorte et quasi inépuisables. M. Blondel examine si cette opinion, déjà reconnue fausse par quelques Américains clairvoyants, est justifiée pour les richesses minérales.

Il est vrai que l'industrie minière des États-Unis joue un rôle de premier plan dans l'économie mondiale, mais cela tient à deux causes : l'étendue considérable du pays, l'audace de ses habitants; les richesses minérales n'y sont pas plus grandes, exception faite pour le pétrole, qu'en Europe, à laquelle les États-Unis doivent être comparés tant par l'étendue du territoire que par les besoins et l'état d'avancement de la technique. On constate en effet que les États-Unis n'ont pas été plus favorisés que l'ensemble de l'Europe. Cela tient, dit M. Blondel, à ce que les richesses minérales sont assez régulièrement réparties sur le globe. D'ailleurs, cette constatation est à l'honneur des Américains : elle souligne que si leur production minérale est élevée, ils le doivent à leur travail et à leur science, car ils ont su tirer parti de gisements, très étendus sans doute, mais extrêmement pauvres.

Les États-Unis fournissent les deux tiers de la production mondiale du *pétrole*, mais c'est dans ce pays que l'industrie du pétrole est née, en 1860, et c'est à leur exemple qu'on a cherché du pétrole ailleurs, d'où une avance qu'ils perdent d'ailleurs de jour en jour, car on a découvert des gisements énormes de pétrole qui étaient totalement inconnus il y a 40 ans; rien ne dit que, comme au Maroc, où l'on vient de trouver un sondage jaillissant au Djebel Tselfat alors qu'on était sur le point d'abandonner toute recherche, on n'en découvrira pas d'autres.

Pour le *charbon*, la production de l'Europe a toujours été supérieure à celle des États-Unis, sauf pendant la guerre. En 1929, dernière année de prospérité, ils en produisaient 549×10^6 t et l'Europe $638 \times 638\ 10^6$ t.

Pour la *fonte*, on arrive à des conclusions semblables : 51×10^6 t en Europe en 1929, et 43×10^6 t aux États-Unis.

Pour ce qu'on appelle les mines métalliques, c'est-à-dire toutes celles qui ne concernent ni les combustibles, ni le fer, la situation est toute différente, notamment pour le groupe dit du cuivre : le cuivre, le zinc, le plomb, l'argent et l'or.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans la production mondiale, les États-Unis n'ont fourni en 1929 que 47 p. 100 du *cuivre*; 39 p. 100 du *zinc*; 34 p. 100 du *plomb*; pour l'*argent*, ils ne sont qu'au second rang, après le Mexique; pour l'*or*, au troisième rang, après l'Afrique du Sud et le Canada.

A égalité de conditions géologiques, pour le cuivre, les États-Unis ne sont pas plus favorisés que le Mexique ou l'Amérique du Sud; pour le zinc et le plomb, pas plus que l'Europe. Pour l'or et l'argent, la comparaison est difficile car l'Europe, exploitée depuis longtemps, a presque épuisé ses richesses et on ne sait ce qu'elle a produit auparavant.

Aux États-Unis, les gisements riches de cuivre, de zinc et de plomb sont déjà presque épuisés : on n'y exploite plus guère que des gisements pauvres titrant de 1,15 à 1,6 p. 100 pour le cuivre; de 2,26 à 3,11 p. 100 pour le zinc; de 4,5 p. 100 pour le plomb. A ces teneurs, jugées trop faibles partout ailleurs, ces gisements ne sont exploitables que parce qu'ils sont immenses et qu'on a pu imaginer des procédés économiques d'extraction du minerai et du métal.

Malgré cela les États-Unis importent déjà du cuivre et du plomb depuis 1930; ils n'exportent presque plus de zinc; pour ces trois métaux, ils ont peine à satisfaire à leur consommation et se trouvent dans la même situation que l'Europe; ce fait est la démonstration d'une règle formulée par M. Blondel : « la richesse du sous-sol d'un pays très évolué ne lui permet pas de suffire à sa consommation ». Si l'Amérique doublait seulement sa population, et sa densité serait encore deux fois moindre qu'en France, elle devrait faire appel à l'étranger dans des proportions considérables pour se ravitailler en cuivre, zinc et plomb.

D'ailleurs, aux États-Unis comme en Europe, les petites mines sont nombreuses; mais, là aussi, leur influence sur la production totale est insignifiante, et la majeure partie de la production est due à un petit nombre de grandes mines.

Enfin, les États-Unis ne produisent pas d'aluminium et de manganèse en quantité suffisante pour leurs besoins; ils n'ont pas ou presque pas d'étain, de chrome, de nickel, d'antimoine, de bismuth, de cobalt, de platine, de tungstène, de vanadium, de terres rares, de radium.

Le lancement des affaires de mines, même les meilleures, ne se fait aux États-Unis ni sans difficultés, ni sans perte de temps et d'argent. C'est ainsi que le grand gisement de cuivre de Bingham, dans l'Utah, connu depuis 1864, n'a commencé à être exploité qu'en 1905; la dernière société qui s'en est occupée et avait dépensé 23 millions de dollars en 1931, a déjà distribué 185 millions de dollars de dividendes.

La conclusion de M. Blondel est que notre domaine colonial, dont la géologie est encore mal connue, doit certainement renfermer autant de richesses minérales que les autres régions; nous pourrions d'abord chercher à les découvrir, comme on l'a fait au Congo belge, puis les exploiter au bénéfice de la métropole si, comme les Américains, nous faisions preuve de plus d'esprit d'audace et si nous avons foi dans la réussite.

E. L.

M. Maurice Waton. — J'ai pu vérifier par moi-même, en ce qui concerne les immenses territoires de la Russie d'Europe et de la Sibérie, combien est vraie la thèse de M. Blondel, paradoxale en apparence. Après avoir

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

accompli de nombreux voyages en France et en Italie comme ingénieur des forges et des mines, j'ai rempli des missions comme tel, en 1899, dans la Russie d'Europe, que j'ai parcourue dans tous les sens, et dans une partie de la Sibérie. De 1902 à 1914, j'ai été chef d'industrie en Russie dans de grandes houillères, des forges et des exploitations minières.

Avant mon départ, de nombreux personnages m'avaient représenté l'Empire des Tsars comme un Eldorado, riche en gisements minéraux. La réalité a été décevante : j'ai constaté qu'il n'était pas particulièrement riche, sauf pour certaines substances comme le platine et le manganèse. Et grâce à mes constatations, j'ai pu empêcher qu'un milliard de francs-or de plus aillent se perdre en Russie, qui en avait déjà englouti trois dans des affaires industrielles.

Le quasi monopole du platine s'explique par un enrichissement heureux d'alluvions de l'Oural provenant de la destruction de roches vertes basiques; le minerai de manganèse (pyrolusite) doit sa richesse à ce qu'il est en couches. Quant au gisement de naphte de Bakou, il est très exceptionnel : quand je l'ai visité, 10 millions de tonnes étaient produites dans un périmètre comparable à celui de notre Bois de Boulogne. Il en est de même du gisement ferrifère de la montagne magnétique dans les steppes du Sud de l'Oural, et très probablement aussi de celui qui a été récemment découvert près de Koursk en Russie d'Europe.

Un des points qui ont frappé M. Blondel dans les exploitations minières des États-Unis, c'est le désir d'assurer la sécurité des ouvriers dans les mines. En Russie, on avait le mépris de la vie humaine, et il était partagé d'ailleurs par les travailleurs manuels eux-mêmes. J'ai échoué dans mes tentatives de substituer les méthodes modernes de remblayage au foudroyage dans les mines grisouteuses. Au demeurant, et pour de nombreuses raisons, le rendement des houillères était peu rémunérateur.

M. Alby, *président*. — Je remercie M. Blondel de sa très intéressante communication. Déjà, dans trois conférences faites ici devant nous, il s'est révélé comme un pionnier, aux conceptions hardies et propres à nous encourager dans l'exploitation de nos richesses coloniales. A l'appui de sa thèse, il apporte des arguments décisifs, et qui, nous l'espérons, finiront par convaincre les plus hésitants. Si la publication de sa conférence dans notre *Bulletin* contribue à obtenir ce résultat, nous nous estimerons très heureux.

La séance est levée à 18 h. 30 m.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 28 AVRIL 1934

Présidence de M. ALBY, *président*.

La séance est ouverte à 17 h.

M. CORNU-THÉNARD présente, au nom de la Commission des Fonds, un rapport sur l'exercice financier de l'année 1932.

Ce rapport, mis aux voix, est approuvé à l'unanimité[1].

Lecture est donnée du rapport que le regretté Paul DE ROUSIERS, *censeur* avait rédigé, au nom des Censeurs, sur l'exercice financier de l'année 1932[2].

Ce rapport, mis aux voix, est approuvé à l'unanimité.

M. DE FRÉMINVILLE et G. WERY, *secrétaires généraux*, présentent et analysent des ouvrages récemment entrés dans la *Bibliothèque*.

M. de Fréminville présente les ouvrages suivants :

Programme raisonné d'un système de géographie fondé sur l'usage des mesures décimales, d'un méridien 0^{grade} international et des projections stéréographiques et gnomoniques, étudié en vue de l'unification des travaux géographiques et géologiques et du développement complet de la systématisation décimale des mesures, par A.-E. BÉGUYER DE CHANCOURTOIS. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1884. (Don de M. Ed. Sauvage, membre du Conseil d'Administration);

Dilatation et retrait en soudure autogène. Tensions, déformations, cassures, par Marcel PIETTE. Paris, Office central de l'Acétylène et de la Soudure autogène, 32, boulevard de la Chapelle (18e);

Revue de la Soudure autogène. — Numéro spécial du 25e anniversaire, 1909-1934 (février 1934). Paris, 32, boulevard de la Chapelle (18e);

Description des dispositifs utilisés dans les essais entrepris par la Société pour le Perfectionnement de l'Éclairage en vue de la détermination des caractéristiques réfléchissantes des divers revêtements utilisés dans les voies publiques, par Merry COHU (ex *Revue générale de l'Électricité*, 3 février 1934). Paris, 12, place de Laborde (8e), 1934;

John Holker. Un des fondateurs de l'industrie cotonnière normande, par Camille LION. (ex *Bulletin de la Société industrielle de Rouen*, n° 4, juillet-août, 1933). Rouen, Imprimerie Desvages, 58, rue des Carmes, 1934. (Don de la Société industrielle de Rouen);

(1) On trouvera le texte de ce rapport dans le prochain numéro du *Bulletin*.
(2) On trouvera le texte de ce rapport dans le prochain numéro du *Bulletin*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les nouvelles locomotives à marchandises, type 1-5-1 (série 151. A) de 3.000 chevaux au crochet de traction du tender des Chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée, par A. PARMANTIER. (ex *Revue générale des Chemins de fer*, janvier 1934). Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1934. (Don des Chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée, membre de la Société);

La cristallisation des métaux. Conférences de métallurgie faites à l'École royale des Mines, Collège impérial, sous les auspices de l'Université de Londres, par le colonel N. T. BELAIEW. Traduit de l'anglais par M. G. R. DELBART. Revu et mis à jour par le colonel BELAIEW avec la collaboration de Mlle L. BOCH-SÉE. Paris, Institut de Soudure autogène, 32, boulevard de la Chapelle (18e), 1934;

Dons du périodique : *le Génie civil* :

Courbes relatives aux opérations du classement et du lavage des charbons. Applications diverses. Procédés de détermination, par O. DUPUIS et E. EVRARD. Paris, Librairie Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères (6e), 1933;

Fabrication de l'acier au convertisseur basique, scorie Thomas, par Marcel LAFFARGUE. Paris, Librairie Ch. Béranger, 1933;

La résistance des bétons en fonction de leur dosage, par Maurice TARDE. Paris, Librairie Ch. Béranger, 1932;

Technique administrative des entreprises. Traité pratique d'administration et de contrôle à l'usage des chefs d'entreprise et de service, des administrateurs et commissaires de sociétés, par L. CASTELAIN, L. MAL, avec la collaboration de G. PROOST. Bruxelles, A. de Bœck, 265, rue Royale. Paris, Ch. Béranger, 15, rue des Saint-Pères (6e), 1934.

M. WERY présente les ouvrages suivants :

La théorie des ions et l'électrolyse, par Auguste HOLLARD. 2e édition entièrement refondue. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1912. (Don de l'auteur);

Les bois résineux des montagnes françaises. Journées forestières organisées par l'Association nationale du Bois, sous le haut patronage et avec la collaboration de l'Administration des Eaux et Forêts. Pontarlier 8-9 juillet 1933. Paris, Association nationale du Bois, 23, avenue de Messine (8e). (Don de M. Bourdel, membre du Conseil d'Administration);

Société des Ingénieurs civils de France. — Séance du 12 janvier 1934. — Discours de M. Jean Rey, président sortant. — Discours de M. Ch. de Fréminville, nouveau président. Paris, 19, rue Blanche (9e), 1934. (Don de M. Ch. de Fréminville, secrétaire général de la Société);

Le acque minerali d'Italia. Quaderno primo : Lazio. (Comitato per la Chi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mica del Consiglio delle Ricerche. — Direzione generale della Sanità pubblica). Roma, Via Quattro Novembre, 154, 1933;

Dons du *Génie civil* :

Défauts du tissage. Traité pratique à l'usage des fabricants, directeurs et contremaîtres de tissage et des écoles industrielles. 3e partie : Les métiers à boîtes multiples, par Adolphe HULLEBROECK. Paris, Librairie Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères (6e), 1934;

Recherches sur les bois bakélisés : t. I : *Propriétés physiques et mécaniques*, par J. CAMPREDON; — t. II : *Étude microscopique*, par R. ROL (ex *Annales de l'École nationale des Eaux et Forêts et de la Station de Recherches et Expériences forestières*, Tome IV, fasc. 1, 1931). Nancy-Paris-Strasbourg, Imp. Berger-Levrault;

Égouts publics. Généralités. Données et études préliminaires. Établissement des éléments du projet. Tables et diagrammes, par CH. DUBOSCH, 2e édition. Liége, Éditions « La Technique des Travaux », 1933.

M. Pierre BURGART, Ingénieur à l'Office national des Combustibles liquides, fait une communication sur *La protection contre le feu dans les raffineries et les dépôts de pétrole.*

Grâce à l'expérience acquise dans les centres pétrolifères, aux connaissances précises que l'on a aujourd'hui sur les particularités que présente la combustion des différents produits pétroliers, grâce aussi à l'emploi de moyens efficaces pour combattre un incendie déclaré, le feu est beaucoup moins à craindre qu'autrefois dans les dépôts et raffineries de pétrole. Le plus souvent, ce que l'on croyait devoir être une catastrophe se ramène à un simple accident d'exploitation.

Pour mettre le feu à du pétrole, il faut réunir les quatre conditions suivantes :

1° le liquide doit déjà être en partie vaporisé;

2° la vapeur formée doit être au contact de l'air;

3° les proportions du mélange d'air et de vapeur doivent se trouver entre les limites d'inflammabilité;

4° l'inflammation doit être amorcée par une flamme ou un point chaud d'une capacité calorifique suffisante.

La tendance à la vaporisation est déterminée par la tension de vapeur aux différentes températures; lorqu'elle atteint 10, 5 g/cm², il y a en général assez de vapeur dégagée pour former au-dessus du liquide un mélange inflammable; la température à laquelle cette tension est atteinte définit *grosso modo* ce qu'on appelle le point d'éclair du liquide. L'essence a un point d'éclair très bas (— 15° à — 20°); exposée à l'air libre, elle est donc immédiatement inflammable. Il n'en est pas de même pour les produits pétroliers plus lourds, et il faut les chauffer pour les transformer en vapeur. Si leur vaporisation exige 9 à 18 fois moins de chaleur que l'eau, le volume de vapeur dégagée n'est que le 1/6 du volume de vapeur dégagée par le même

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

volume d'eau. Toutes les vapeurs d'hydrocarbures quoique très tenues sont 3 ou 4 fois plus denses que l'air et coulent comme un liquide vers les points bas.

Les limites d'inflammabilité de l'essence sont voisines et basses, de 1 à 6 de vapeur pour 100 d'air (acétylène de 2,5 à 82 p. 100); mais comme elle est très volatile, la limite supérieure est pratiquement toujours dépassée dans l'espace libre des réservoirs; pour les produits lourds, on est généralement au-dessous de la limite inférieure. Les hydrocarbures les plus dangereux sont donc les produits intermédiaires : essences lourdes et pétroles lampants.

Pour allumer, le point chaud doit être à 350° au moins; la flamme qu'il provoque se propage par conductibilité calorifique à la vitesse d'environ 4,50 m/sec; mais la vitesse de combustion est limitée par la chaleur spécifique et la chaleur de vaporisation du liquide.

Presque toujours, en certains points de l'usine ou du dépôt, une des quatre conditions précitées est réalisée : espace libre au-dessus du liquide dans les réservoirs, salles de pompes, de remplissage, chaufferies, ateliers de soudure.

L'auteur signale comme une cause de danger, peut-être la plus redoutable, les phénomènes d'électrisation dont les pétroles et leurs récipients peuvent être le siège, soit sous l'influence du champ électrique de l'atmosphère, soit par le frottement des liquides en mouvement; les meilleurs modes de protection sont respectivement : une mise à la terre excellente pour laquelle il existe des modèles parfaitement efficaces, la filtration électrique de l'essence à chaque extrémité de la tuyauterie; il faut en outre éviter que le liquide tombe de très haut en chute libre, et qu'il se déplace dans les tuyauteries sous une forte pression; les tuyaux doivent être de diamètre aussi grand que possible.

En ce qui concerne les mesures propres à limiter la propagation du feu, par exemple d'un réservoir aux réservoirs voisins, des expériences faites récemment à Petit-Couronne, près de Rouen, ont montré qu'il faut surtout tenir compte dans la disposition et l'écartement des réservoirs, de la direction des vents dominants. En général les réservoirs ne s'éventrent pas au cours d'un incendie, si violent qu'il soit.

Le stockage des pétroles bruts et de certains mazouts exige des précautions particulières, car, à l'inverse des produits raffinés, ils bouillonnent au lieu de brûler tranquillement; le bouillonnement, qui peut provoquer un débordement, se déclare un certain temps après le commencement de la combustion; il ne s'observe que dans les pétroles formés de fractions de densités et de points d'ébullition très différents et qui contiennent de l'eau.

Pour différentes raisons, l'emploi de l'eau n'est un bon moyen d'extinction que dans le cas des feux de petite surface, à moins qu'on ne puisse la faire tomber en une pluie fine uniformément répartie sur toute cette surface.

Pour éteindre les incendies, on dispose : des gaz inertes, de la vapeur d'eau ou de la mousse dite hydrochimique. Avec la mousse, on peut combattre avec succès un feu dans un réservoir de très grandes dimensions à condition que les solutions et poudres qui, par leur mélange, dégagent la mousse, ne soient pas détériorées et que le débit de mousse soit suffisant pour qu'elle recouvre totalement la surface en combustion avant que la mousse se soit désagrégée. Il y a intérêt, pour que la consommation de mousse soit minime, à ce qu'elle soit débitée simultanément par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plusieurs ajutages et déposée sans choc aussi près et aussi tangentiellement que possible de la surface enflammée. Ces résultats peuvent être obtenus par l'emploi de dispositifs spéciaux et plus ou moins automatiques. E. L.

M. le col. JANVIER. — On a lu dans les journaux que, pour éteindre le feu du sondage de pétrole qui vient de jaillir au Maroc, on avait placé, sur l'orifice, des tôles qu'on avait ensuite recouvertes de terre et de sable. Est-ce vraisemblable?

M. P. BURGART. — C'est exact. Le sable est un bon agent de lutte contre le feu.

M. le col. JANVIER. — Connaît-on la cause de l'incendie de ce sondage jaillissant?

M. P. BURGART. — Il est probable que c'est un court-circuit. Il s'est produit au moment même où le pétrole, faisant irruption, a détruit toute l'installation qui était à l'orifice du trou de sonde.

M. MARTIN. — Il y a environ un mois, un incendie s'est déclaré à bord d'un navire pétrolier à Rouen. En connaît-on les causes?

M. P. BURGART. — Elles sont connues et très simples, comme il résulte de l'enquête officielle qui a été faite; mais je ne puis en dire davantage ayant moi-même pris part à l'enquête.

M. ANDROUIN. — Pour éteindre les réservoirs en feu, on a préconisé l'emploi d'une pluie d'eau qui tomberait automatiquement dès qu'une température limite serait atteinte au-dessus du liquide. Est-ce réalisé?

M. P. BURGART. — Oui, ce moyen est employé pour le mazout.

M. ANDROUIN. — Est-il efficace?

M. P. BURGART. — L'efficacité dépend de la hauteur de la pluie qui peut avoir à traverser une zone épaisse à température élevée. Elle dépend aussi des dimensions du réservoir et de la nature du produit qu'il renferme. Le moyen réussit surtout avec les petits réservoirs et avec le mazout.

M. ALBY, *président*. — Je remercie vivement M. Burgart de nous avoir parlé d'une question qui est tout à fait d'actualité et qui nous intéresse tous plus ou moins directement puisque, grâce au nouveau régime d'importation et de raffinage des pétroles bruts en France, une nouvelle industrie vient d'être créée dans notre pays. Nos sociétaires liront avec intérêt dans notre *Bulletin* le mémoire détaillé sur cette question que M. Burgart voudra bien, je l'espère, nous remettre à cet effet.

La séance est levée à 18 h. 30 m.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE EN AVRIL 1934

BÉGUYER DE CHANCOURTOIS (A.-E.). — **Programme raisonné d'un système de géographie** fondé sur l'usage des mesures décimales, d'un méridien 0grade international et des projections stéréographiques et gnomoniques, étudié en vue de l'unification des travaux géographiques et géologiques et du développement complet de la systématisation décimale des mesures. In-8 (25 × 16) de LVI + 74 p., V pl. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1884. (*Don de M Ed. Sauvage, membre du Conseil d'Administration.*) **18340**

HOLLARD (AUGUSTE). — **La théorie des ions et l'électrolyse.** 2e édition entièrement refondue. In-8 (22 × 14) de VII + 220 p., 15 fig., I pl. Paris, Gauthier-Villars, 1912. (*Don de l'auteur.*) **18341**

Les bois résineux des montagnes françaises. Journées forestières organisées par l'Association nationale du Bois, sous le haut patronage et avec la collaboration de l'Administration des Eaux et Forêts. Pontarlier, 8-9 juillet 1933. In-8 (24 × 16) de VIII + 78 p., 4 fig., X pl. Paris, Association nationale du Bois, 23, avenue de Messine (8e). (*Don de M. Bourdel, membre du Conseil d'Administration.*) **18342**

PIETTE (MARCEL). — **Dilatation et retrait en soudure autogène.** Tensions, déformations, cassures. In-8 (21 × 14) de 91 p., 113 fig., Paris, Office central de l'Acétylène et de la Soudure autogène, 32, boulevard de la Chapelle (18e). **18343**

Le acque minerali d'Italia. Quaderno primo : **Lazio** (Comitato per la Chimica del Consiglio delle Ricerche. Direzione generale della Sanità pubblica). In-8 (26 × 18) de VIII + 243 p., XII pl., 18 cartes. Roma, Via Quattro Novembre, 154, 1933. **18344**

BELAIEW (Colonel N. T.). — **La cristallisation des métaux.** Conférences de métallurgie faites à l'École royale des Mines, Collège impérial, sous les auspices de l'Université de Londres. Traduit de l'anglais par M. G. R. DELBART. Revu et mis à jour par le Colonel BELAJEW avec la collaboration de Mlle L. BLOCH-SÉE. In-8 (21 × 14) de 128 p., 75 fig. Paris, Institut de Soudure autogène, 32, boulevard de la Chapelle (18e), 1933. **18345**

COMITÉ DE NORMALISATION DE LA MÉCANIQUE (Fédération de la mécanique, 92, rue de Courcelles, Paris (8e). — **Feuilles de normes** (février 1934), **CNM 4018** : *Outils de lamage. 1° Diamètre extérieur des outils.* — **CNM 4019** : *Outils de lamage. 2° Pilotes.* — **CNM 4020** : *Outils de lamage. 3° Choix des diamètres d'outils et de pilotes.* — **CNM 5005** : *Joints à la cardan pour faibles efforts. Dimensions d'interchangeabilité.* — **CNM 6020** : *Raccords en acier, au pas du gaz. Mamelons doubles.* — **CNM 6021** : *Raccords en acier, au pas du gaz. Manchons et écrous de joint.* — **CNM 6022** : *Raccords en acier, au pas du gaz. Tés.* — **CNM 6023** : *Raccords en acier, au pas du gaz. Vue d'ensemble.* **17836**

***

JAQUET (EUGÈNE). — **Ernest Thierry-Mieg** (ex *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, décembre 1933). In-8 (25 × 16) de 6 p., I pl. Mulhouse, Imprimerie Bader et Cie, 1933. (*Don de la Société industrielle de Mulhouse.*) **Pièce 13837**

BALLU (TONY). — **Détermination de l'état d'un sol en vue de l'étude rationnelle d'un tracteur agricole** (ex *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. 198, 12 février 1934). In-4 (27 × 21) de 3 p. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e). (*Don de l'auteur.*) **Pièce 13838**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

VALLAT (A.). — **Détermination graphique du flux lumineux et de la puissance des lampes dans les projets d'éclairage d'espaces clos** (ex *L'électricien*, n° 1582, 15 février 1934). In-4 (27 × 21) de 8 p., 3 fig. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e). **Pièce 13839**

COHU (MERRY). — **Description des dispositifs utilisés dans les essais entrepris par la Société pour le Perfectionnement de l'Éclairage en vue de la détermination des caractéristiques réfléchissantes des divers revêtements utilisés dans les voies publiques** (ex *Revue générale de l'Électricité*, 3 février 1934). In-4 (27 × 22) de 11 p., 11 fig. Paris, 12, place de Laborde (8e), 1934. **Pièce 13840**

LION (CAMILLE). — **John Holker.** Un des fondateurs de l'industrie cotonnière normande (ex *Bulletin de la Société industrielle de Rouen*, n° 4, juillet-août, 1933). In-8 (27 × 18) de 19 p. Rouen, Imprimerie Desvages, 58, rue des Carmes, 1934. (*Don de la Société industrielle de Rouen.*) **Pièce 13841**

PARMANTIER (A.). — **Les nouvelles locomotives à marchandises, type 1-5-1 (série 151. A) de 3 000 chevaux au crochet de traction du tender des Chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée** (ex *Revue générale des Chemins de fer*, janvier 1934). In-4 (30 × 22) de 19 p., 17 fig., I pl. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1934. (*Don des Chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée, membre de la Société.*) **Pièce 13842**

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE. — Séance du 12 janvier 1934. — **Discours de M. Jean Rey, président sortant. — Discours de M. Ch. de Fréminville, nouveau président.** In-8 (24 × 16) de 28 p. Paris, 19, rue Blanche (9e), 1934. (*Don de M. Ch. de Fréminville, secrétaire général de la Société.*) **Pièce 13843**

Revue de la Soudure autogène. — Numéro spécial du 25e anniversaire, 1909-1934 (février 1934). In-4 (28 × 21) de 92 p. Paris, 32, boulevard de la Chapelle (18e). **Pièce 13844**

*
* *

Dons du périodique « Le Génie civil » :

HULLEBROECK (ADOLPHE). — **Défauts du tissage.** Traité pratique à l'usage des fabricants, directeurs et contremaîtres de tissage et des écoles industrielles. 3e partie : *Les métiers à boîtes multiples.* In-8 (25 × 16) de 143 p., 83 fig., IV pl. Paris, Librairie Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères (6e), 1934. **18263**

LAFFARGUE (MARCEL). — **Fabrication de l'acier au convertisseur basique. Scorie Thomas.** In-8 (23 × 14) de VI + 158 p., 30 fig. Paris, Librairie Ch. Béranger, 1933. **18346**

TARDE (MAURICE). — **La résistance des bétons en fonction de leur dosage.** In-8 (24 × 14) de VIII + 161 p., 32 fig. Paris, Librairie Ch. Béranger, 1932. **18347**

CASTELAIN (L.), MAL (L.) avec la collaboration de PROOST (G.). — **Technique administrative des entreprises.** Traité pratique d'administration et de contrôle à l'usage des chefs d'entreprises et de service, des administrateurs et commissaires de sociétés. In-8 (24 × 16) de 492 p. Bruxelles, A. de Bœck, 265, rue Royale; Paris, Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères (6e), 1934. **18348**

DUBOSCH (CH.). — **Égouts publics.** Généralités. Données et études préliminaires. Établissement des éléments du projet. Tables et diagrammes. 2e édition. In-8 (25 × 16) de 206 p., 75 fig. Liége. Éditions « La Technique des Travaux », 1933. **18349**

DUPUIS (O). et EVRARD (E.). — **Courbes relatives aux opérations du classement et du lavage des charbons.** Applications diverses. Procédés de détermination. In-8 (23 × 14) de 43 p., fig. Paris, Librairie Ch. Béranger, 1933. **Pièce 13845**

Recherches sur les bois bakélisés. *Propriétés physiques et mécaniques*, par J. CAMPREDON. — II. *Étude microscopique*, par R. ROL (ex *Annales de l'École nationale des Eaux*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et Forêts et de la Station de Recherches et Expériences forestières, Tome IV, fasc. 1, 1931). In-8 (25 × 16) p. 85-107, II pl. Nancy-Paris-Strasbourg, Imp. Berger-Levrault.

Pièce 13846

***

INSTITUT DES RECHERCHES AGRONOMIQUES (41 *bis*, rue de Bourgogne, Paris (7e). (Ministère de l'Agriculture). — **Rapport sur le fonctionnement de l'Institut des Recherches agronomiques pendant l'année 1932**. Paris, Imprimerie nationale, 1933. **Pér. 9**

Annuaire-Agenda des auteurs, éditeurs, imprimeurs, relieurs-brocheurs, libraires-papetiers et des industries connexes. 7e année, **1934**. Paris, Brodard et Taupin, 4 et 6, rue Saint-Amand (15e). **Pér. 92**

ASSOCIATION DES INGÉNIEURS DE L'ÉCLAIRAGE. — **Annuaire de l'éclairage, 1934**. Suresnes (Seine), 11, rue du Pont. **Pér. 92**

COMITÉ ÉLECTROMÉTALLURGIQUE DE FRANCE. — **Annuaire 1934**. Paris, 13, rue Lafayette (9e). **Pér. 92**

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE. — **Annuaire de 1934**. Paris, 19, rue Blanche (9e). **Pér. 313**

ASSOCIATION AMICALE DES ANCIENS ÉLÈVES DE L'INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE (Ingénieurs agronomes. Promotions 1876 à 1931). — **Annuaire**. Années **1933-1934**. Paris, 5, quai Voltaire (7e). **Pér. 92.**

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 XIV : *Comptes rendus des travaux en 1932*. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1933. **Pér. 188**

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. — **Recueil de lois, ordonnances, décrets, règlements et circulaires concernant les services dépendant du Ministère des Travaux publics**, dressé par les soins de l'Administration centrale. 2e série. Tome XL, année **1932**. Paris, Imprimerie nationale, 27, rue de la Convention (15e), 1933. **Pér. 144**

Annales des Mines. — Table des matières de la 12e série décennale, 1922-1931. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1934. **Pér. 109**

ANNALES DE LA SCIENCE AGRONOMIQUE. — **Table générale des mémoires originaux parus de 1906 à 1930.** **Pér. 420**

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES. — **Mémoires**, n° 29 (Vol. 4, n° 6) : *La leptura cordigera. Biologie, anatomie, physiologie*, par E. BUGNION, p. 329-364, fig. 1933. Lausanne (Suisse), Imprimerie commerciale, avenue de l'Université, 5. **Pér. 209**

INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS. — **Proceedings**. Vol. **125**, **1933** (May-December). London, Storey's Gate, St. James's Park, S. W. 1. **Pér. 114**

IRON AND STEEL INSTITUTE. — **Journal**. Vol. CXXVIII. **1933**, n° 2. London, 28, Victoria Street, S. W, 1. **Pér. 157**

IRON AND STEEL INSTITUTE. — **Carnegie Scholarship Memoirs**. Vol. XXII, **1933**. London. **Pér. 157**

INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. — **Minutes of Proceedings**. Vol. **234**, **1931-32**, (part 2). London, Great George Street, Westminster, S. W. 1. **Pér. 189**

INTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. — **Selected Engineering Papers** (1932). Nos **121** : *The stabilizing of a quay-wall*, 14 p., 6 fig. — **122** : *An experiment on quay-walls at King George's dock, Calcutta*, 16 p., 5 fig. — **123** : *Repairs to a rolling lift bridge over the river*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lee at Cork, 12 p., 4 fig. — **124** : *The critical depth of flow in open channels*, 19 p., 6 fig. — **125** : *Energy considerations in dredging*, 16 p. — **126** : *River lee navigation improvements*, 8 p., 1 fig. — **127** : *The Sittang river and its vagaries*, 16 p., 4 fig., I pl. — **128** : *The torsional properties of structural and other sections*, 20 p., 16 fig, — **129** : *A new method of analysis of the time factor in gas-producer and blast-furnace operation*, 21 p., 6 fig. — **130** : *Surface-water and subsoil-water drainage in Singapore*, 19 p., 9 fig. — **131** : *The mechanical and mathematical stress analysis of steel building frames*, 43 p., 13 fig. — **132** : *The construction and bridging of main roads in Burma*, 31 p., 9 fig. — **133** : *The graphical determination of expansion thrusts and stresses in steam pipes*, 38 p., 14 fig. London, Great George Street, Westminster, S. W. 1. **Pér. 189**

INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. — **Vernon-Harcourt Lecture, 1931-32** : *The mechanical handling of coal at ports*, 47 p., 7 fig., III pl. London, Great George Street, Westminster, S. W. 1. **Pér. 189**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Miscellaneous Publications**, nos **142** : *A study of the removal of sulphur dioxide from library air*, 9 p., 4 fig. — **143** : *Psychrometric charts*, 1 p., II pl. 1933. **Pér. 61**

U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE (Washington). — **Miscellaneous Publications**, nos **27** (revised 1933) : *Black currant spreads white-pine blister rust*, 8 p., 4 fig. — **162** : (1933) : *Our forest. What they are and what they mean to us*, 34 p., 19 fig. **Pér. 410**

U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE (Washington). — **Technical Bulletin**, no **377** (1933) : *Character and behavior of organic soil colloids*, 32 p. **Pér. 410**

SMITHSONIAN INSTITUTION. — **Report of the United States National Museum, 1933**. Washington, D. C. **Pér. 27**

GEOLOGICAL INSTITUTION OF THE UNIVERSITY OF UPSALA. — **Bulletin**. Vol. XXIV. Upsala, 1933. **Pér. 221**

L'agent général, gérant,

E. LEMAIRE.

BRODARD ET TAUPIN, Coulommiers-Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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

ÉTAT FINANCIER DE LA SOCIÉTÉ

1° Rapport présenté par M. Cornu-Thenard, au nom de la Commission des Fonds, sur les comptes de l'exercice 1932.

MESSIEURS,

Conformément à l'article 31 de vos statuts, la Commission des Fonds a examiné les comptes de votre Société pour l'exercice 1932; c'est le rapport financier établi par ses soins que j'ai l'honneur de vous présenter aujourd'hui.

Voici, tout d'abord, dans l'ordre accoutumé, les recettes et les dépenses afférentes aux Fonds généraux :

1re PARTIE : FONDS GÉNÉRAUX

RECETTES	fr c	DÉPENSES	fr c
1° Cotisations annuelles des membres ordinaires de la Société	58.318,03	1° Bulletin et autres publications de la Société (excédent de dépenses)	30.537,64
2° Arrérages et intérêts divers	76.269,66	2° Service de la Bibliothèque	8.928,95
3° Subvention du Ministère de l'Agriculture	1.999,50	3° Frais d'administration	75.972,80
4° Recettes diverses	703,95	4° Immeubles (excédent de dépenses)	15.694,75
		5° Conférences	1.057,00
		6° Pension	3.600,00
		7° Allocation à la Réserve	1.500,00
Total des recettes	137.291,14	Total des dépenses	137.291,14

L'absence du chapitre « Prélèvement sur la Réserve » risque, au premier examen, de donner l'impression d'un redressement complet de la situation par rapport aux années antérieures; cette impression n'est malheureusement pas conforme à la réalité. Il faut, en effet, reconnaître que les efforts de compression, déployés ingénieusement par chacun dans tous les domaines — s'ils ont conduit à des améliorations substantielles — n'ont cependant pas suffi à éviter à votre Société les effets généralisés du désordre économique qui a paralysé, plus encore en 1932 qu'en 1931, les activités de l'industrie et du commerce nationaux.

Les résultats obtenus — vous allez le constater — sont pourtant loin d'être négligeables. Pour ce qui est des économies réalisées, par exemple, on constate que le Service de la *Bibliothèque* intervient seulement pour 8.928,95 fr en 1932 contre 13.042,75 fr en 1931, et les frais d'administration pour 75.972,80 fr contre 80.677 fr; de même, l'entretien de vos immeubles, dans lesquels des travaux importants avaient été exécutés précédemment, a pu, l'an dernier, être réduit au minimum,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avec un excédent des dépenses sur les recettes de 15.694,75 fr contre 30.490,55 fr.

Mais, d'une part, les ressources normales qui alimentent votre trésorerie ont continué à fléchir, aussi bien du fait de la diminution du nombre des cotisants que de l'amenuisement des arrérages, intérêts ou recettes de diverses natures; en outre, l'opération de conversion des rentes françaises, qui constituent le placement fondamental de votre portefeuille, n'a pas été sans contribuer à la baisse de vos revenus et y contribuera de façon plus directe encore dans l'avenir.

D'autre part, votre Conseil a jugé utile de maintenir, sous les formes que la tradition et la faveur du public ont consacrées, les manifestations tangibles de votre activité, telles que le *Bulletin* et autres publications de la Société; dans ces conditions, et malgré toutes les économies réalisées, les décaissements se sont trouvés dépasser les rentrées normales de plus de 49.000 fr, contre 53.155,85 fr l'année précédente. Cette différence n'a pu être prélevée sur la Réserve, épuisée — vous le savez — au cours des derniers exercices; toutefois, cette année-ci, elle a été comblée jusqu'à concurrence de 18.776,61 fr grâce à la générosité spontanée d'un certain

nombre de vos collègues pour	3.780,00 fr
et par un appel à la Fondation Fauler pour	1.000,00 fr
à la Fondation Legrand pour	2.500,00 fr
à la Fondation de Milly pour	1.500,00 fr
et au Fonds Fremont pour	9.996,61 fr
Total	18.776,61 fr

Ces affectations exceptionnelles, décidées, conformément à vos Statuts, par votre Conseil, dans sa séance du 27 mai 1933, ont permis de rétablir l'équilibre en ramenant à 30.537,64 fr l'excédent de dépenses dont il s'agit.

Les autres chapitres n'appellent aucune observation particulière.

2e PARTIE : FONDS SPÉCIAUX ET FONDATIONS

Nous vous signalons avec satisfaction l'inscription, comme membre à vie, de M. Jean Matheron, votre distingué trésorier, qui a bien voulu assumer une charge remplie, pendant de longues années, avec un dévouement, une compétence et un succès auxquels nous avons tous rendu hommage, par votre président en exercice.

Dans un but d'économie, nous renonçons à vous présenter, cette année encore, le jeu détaillé des comptes relatifs à chacun des Fonds spéciaux et à chacune des Fondations; les chiffres inscrits au Bilan vous permettent, d'ailleurs, d'avoir une vue d'ensemble de l'emploi qui a été fait de ces capitaux. Nous vous indiquons en outre, ci-dessous, la composition des portefeuilles commun et individuels des fonds dont vous avez la gestion :

116.323 fr de rentes françaises de différents types et
825 obligations de chemins de fer.

Enfin, voici la répartition des sommes affectées, en 1932, aux récompenses et subventions diverses :

1° Prix	6.000,00 fr
2° Médailles aux contremaîtres et ouvriers	4.790,00 —
3° Subventions et brevets d'invention	21.006,50 —
4° Subventions à des auteurs de mémoires parus dans le *Bulletin*.	3.937,50 —
Total.	35.734,00 fr

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1932

ACTIF

	fr c	fr c
Immeuble 44, rue de Rennes	600.000 »	
Immeuble 15, rue Saint-Benoît	141.452,50	2.926.419,86
Portefeuille de la Société (valeur d'achat)	2.184.967,36	
Portefeuille des fondations (valeur d'achat)	1.225.688,96	
Portefeuille du Fonds d'accroissement (fondation Jollivet) (valeur d'achat)	340.414,55	1.566.103,51
Portefeuille commun (valeur d'achat)		6.357,96
Caisse, siège social	1.074,45	
Chèques postaux	5.582,10	
Compagnie algérienne	10.163,87	20.172,39
Comptoir national d'Escompte	3.351,97	
Débiteurs divers		81.843,86
Fondation Carré	35,77	
— Osmond	110,54	
Table décennale	1.295 »	29.093,63
Subvention du Fonds Loutreuil	497,50	
Legs Carrion	104,70	
Réserve de la Société	27.050,12	
TOTAL DE L'ACTIF		4.629.991,21

PASSIF

		fr c
Valeurs mobilières et immobilières appartenant à la Société.		2.926.419,86
Valeurs des fondations		1.566.103,51
Fondation Argenteuil	8.044,18	
— Bapst (secours)	1.939,40	
— Bapst (recherches)	2.783,40	
— Christofle	394,20	
— Galitzine	385,16	
— Fauler	395,88	
— Legrand	757,91	
— Christofle et Bouilhet	996,54	
— de Milly	451,37	
— de Baccarat	986,92	
— Menier	701,48	
— Roy	2.753,55	
— Baude	4.274,97	
— Giffard	2.029,43	
— Meynot	507,76	
— Melsens	692,93	
— Classe 50 (1867)	565,94	
— Parmentier	1.305,30	
— Classe 51 (1889)	392,86	58.589,08
— — 21 (1889)	214,09	
— — 63 (1889)	1.063,27	
— de Salverte	85,86	
— Massion	4.528,94	
— Danton	759,46	
— Armengaud	1.093,75	
— Classe 65 (1900)	76,08	
— Robin	1.306,36	
— Bourdon	2.700 »	
Legs Farcot	413,56	
Fonds Fremont	2.991,44	
Souscriptions perpétuelles et à vie	385,29	
Fragilité des aciers	2.581 »	
Dons spéciaux	503 »	
Legs Richard	1.953,75	
— Letort	1.591,55	
— Bardy	5.482,50	
Souscriptions au Sanatorimm universitaire de Leysin	500 »	
Créditeurs divers		78.878,76
TOTAL DU PASSIF		4.629.991,21

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En vous proposant d'approuver les comptes tels qu'ils vous sont présentés, nous croyons, Messieurs, interpréter fidèlement votre pensée en remerciant très vivement votre Conseil — sans oublier l'ensemble de ses collaborateurs — des soins éclairés et du dévouement qu'il n'a cessé d'apporter à sa gestion et grâce auxquels le cap d'un exercice économiquement difficile a pu encore être doublé dans des conditions satisfaisantes.

Le Rapporteur,
CORNU-THENARD.

Lu et approuvé en assemblée générale, le 28 avril 1934.

2° Rapport des Censeurs sur les comptes de la Société pour l'exercice 1932, présenté par l'un d'eux, M. Paul de Rousiers.

MESSIEURS,

L'examen des comptes de votre société pour l'année 1932 permet aux censeurs d'en constater la régularité et la sincérité. Il y a correspondance exacte entre les différentes écritures de votre comptabilité. La situation financière de la Société est donc fidèlement représentée par ses livres.

M. Cornu-Thénard vous a clairement indiqué par les chiffres que fournit son rapport, comment cette situation se caractérise : c'est grâce à de généreux concours fournis par certains de vos collègues que l'excédent de dépenses afférent à nos publications a pu être ramené à un chiffre permettant d'équilibrer les recettes et les dépenses imputables aux fonds généraux. Encore a-t-il fallu recourir, pour obtenir ce résultat, à un appel important (14.996.61 fr) aux fonds disponibles de certaines fondations. Les affectations exceptionnelles que votre Conseil a ainsi décidées, ont résolu le problème pour l'exercice 1932. Mais elles ne seront pas indéfiniment renouvelables, tandis que les causes de diminution de nos recettes et d'augmentation de nos dépenses, malgré la sévère économie imposée à tous nos services, ont un caractère chronique. Si donc, nous devons nous féliciter d'avoir franchi une étape difficile, il ne faut pas nous dissimuler que d'autres étapes non moins critiques lui succéderont à peu près sûrement et qu'il y aura lieu, par conséquent, de prendre des mesures probablement pénibles pour assurer la bonne marche future de la Société.

En ce qui concerne les fonds spéciaux et les fondations dont vous avez la gestion, la seule observation que nous ayons à présenter a trait à la diminution de recettes que subit forcément un portefeuille où figurent principalement des rentes françaises dont plusieurs ont fait l'objet de conversions.

Sous le bénéfice de ces diverses observations, nous vous proposons d'adopter les comptes tels qu'ils vous sont présentés et nous adressons à votre Conseil — ainsi qu'à ses collaborateurs de tous les degrés — les remerciements qui leur sont dus pour le dévouement dont ils font preuve dans une période particulièrement difficile.

L'un des Censeurs,
PAUL DE ROUSIERS

Lu et approuvé en assemblée générale, le 28 avril 1934.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LA SITUATION RÉELLE DE L'INDUSTRIE MINIÈRE DES ÉTATS-UNIS [1]

par M. F. BLONDEL, *Ingénieur en chef des Mines,*
membre du Conseil de la Société d'Encouragement.

Je n'aurais presque pas osé présenter cette étude il y a deux ans, car on l'aurait trouvée invraisemblable. Il y a six mois à peine, dans un court article [2], j'ai développé quelques-unes des idées que j'ai l'intention de présenter ici et certaines personnes ont bien voulu me dire que ces idées paraissaient paradoxales. Aussi je me crois obligé, même dans les circonstances présentes, à un court préambule.

Mon intention est naturellement, en premier lieu, de fournir une information aussi objective que possible sur l'industrie minière des États-Unis qui joue, comme on sait, un rôle de premier plan dans l'économie mondiale. Je voudrais montrer que, pour des raisons assez simples d'ailleurs, l'image que la plupart des Européens se font de la richesse naturelle des État-Unis est très exagérée ; mais, en outre, mon intention va plus loin : je voudrais profiter de l'occasion pour esquisser une thèse qui me paraît essentielle lorsque l'on se préoccupe de la répartition des richesses minérales dans le monde et, *a fortiori*, de leur recherche.

Il semble que le plus grand hasard, la plus grande fantaisie aient régné dans la répartition de ces richesses, que certains pays aient été largement favorisés et d'autres, au contraire, mal servis par une nature ingrate. Je voudrais montrer qu'en gros, ce point de vue n'est pas exact : la répartition générale des richesses minières peut se prévoir, dans l'ensemble, à partir des données géologiques; seul, le détail à l'intérieur de petites étendues ne paraît encore obéir à aucune loi. Quant à l'importance de la production minière, elle dépend, non seulement — ce qui est évident — de la richesse réelle du sous-sol, mais aussi de la peine que l'on s'est donnée pour rechercher cette richesse et pour la mettre en valeur.

Conditions géologiques générales et développement effectif : telles sont les données essentielles qui président à la répartition de la puissance minière dans le monde. Contrairement à ce que l'on croit, le hasard joue un rôle secondaire. J'ajouterai tout de suite que, ainsi qu'il est normal dans des questions analogues, il ne peut s'agir que d'une certaine approximation : la nature ne se laisse pas enfermer dans des règles mathématiques; mais c'est déjà quelque chose que d'entrevoir des règles assez générales pour que leurs exceptions soient pratiquement négligeables [3].

Le cas des États-Unis me paraît extrêmement favorable pour établir cette thèse. Si l'on arrive à montrer, en effet, que, contrairement à ce que l'on croit, les États-Unis n'ont pas été plus favorisés que d'autres régions en ce qui concerne leurs richesses minérales, on aura apporté, du moins je le pense, une contribution très

(1) Communication faite en séance publique par l'auteur le 14 avril 1934.

(2) F. BLONDEL, *Quelques caractères de l'industrie des mines métalliques aux États-Unis* (Paris, *Chronique des Mines coloniales*, n° 20, 1er novembre 1933, p. 476-488).

(3) On pourrait être tenté de citer le Transvaal comme une exception très importante; en réalité ce n'est là qu'une exception apparente dont la discussion mérite cependant une étude spéciale qui sera donnée ailleurs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

saisissante à la thèse que je viens d'esquisser et que je me propose de reprendre ailleurs après avoir donné des études de détail préliminaires [4].

Je dois ajouter encore un mot pour terminer ce préambule dont je m'excuse. On ne fait pas injure aux Américains en montrant que la richesse minérale de leur pays n'a pas le caractère fantastique et exceptionnel que les Européens sont tentés de lui attribuer. On souligne au contraire, de cette manière, que les résultats acquis par les États-Unis dans ce domaine sont dus, non pas à une faveur de la nature, mais au travail et à la science de leurs habitants. C'est un point de vue que je voulais signaler tout de suite, mais sur lequel je reviendrai plus longuement à la fin de cet exposé.

*
* *

Il peut paraître invraisemblable de dire que les États-Unis n'ont pas reçu en partage une richesse minérale très supérieure à celle du reste du monde. « Consultez « les statistiques, me dira-t-on, et vous verrez que les États-Unis occupent la pre- « mière place pour toutes les productions minérales. » Je vais dire dans un instant que ce n'est pas exact et qu'il y a un nombre assez important de substances minérales pour lesquelles les États-Unis n'occupent pas la première place. Mais je ne me contenterai pas de cette remarque et je voudrais, tout de suite, souligner la cause essentielle, selon moi, de toutes nos illusions à ce sujet.

On sait bien que les États-Unis sont très grands, mais on oublie ce fait lorsqu'on les compare aux autres pays du monde : il est aussi déraisonnable de comparer les États-Unis à la France ou à la Grande-Bretagne que de mettre ces mêmes pays en parallèle avec la Suisse ou la Belgique. Quelque idée qu'on se fasse sur les lois de répartition des richesses minérales, on admettra bien que plus la surface d'un territoire est grande, plus les chances sont elles-mêmes élevées d'avoir un plus grand nombre de gisements. C'est un point de vue que je défends, d'ailleurs, depuis déjà plusieurs années [5].

Étant données les différences d'étendue, il est à peu près obligatoire que les États-Uuis viennent en tête dans un classement des différentes nations. Aussi, si l'on veut avoir une idée juste, convient-il de mettre en face des États-Unis, non pas telle ou telle nation de l'Europe mais l'Europe tout entière. Cette comparaison ne peut pas toujours se faire aisément parce qu'en général, les statistiques ne sont pas conçues dans ce sens et parce qu'également, au point de vue politique, les deux blocs : États-Unis, d'un côté, Europe, de l'autre, ne sont pas des éléments de même poids. C'est cependant ce que nous ferons ici et nous allons être assez étonnés de constater que la vieille Europe, dans bien des cas, n'a pas été plus défavorisée que le continent américain.

*
* *

Commençons cet examen par la substance minérale pour laquelle la suprématie industrielle des États-Unis est hors de doute : le *pétrole*.

Ici, aucune discussion, car les États-Unis fournissent à eux seuls les deux tiers

(4) Une première étude de ce genre sur le zinc et le plomb a été donnée récemment à la Société géologique de France : F. BLONDEL, *La répartition mondiale des gisements de zinc et de plomb* (Paris, *Bull. Soc. géol. Fr.*, 1934).

(5) Voir notamment à ce sujet : F. BLONDEL, *L'industrie minière dans les colonies françaises, son présent, son avenir* (Paris, *Bull. Soc. Encouragement*, juillet-août-septembre 1930, p. 602-653) ; — F. BLONDEL, *La production minière de l'Empire britannique d'outre-mer* (Saint-Etienne, *Rev. Indust. minér*, 1er août 1931).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de la production mondiale (fig. 1). On peut évidemment admettre que les États-Unis ont été particulièrement favorisés en pétrole; je ne puis pas cacher qu'il me reste cependant un doute dans l'esprit et je me demande si la richesse apparente des États-Unis en pétrole ne provient pas du fait que les Américains ont été de beaucoup les plus audacieux dans la recherche de l'huile minérale. C'est chez eux que l'industrie du pétrole est née; en 1860, ils fournissaient 99 p. 100 de la production mondiale et encore 87 p. 100 en 1880. Il faut cependant remarquer qu'ils ont été effectivement dépassés par l'Europe de 1898 à 1901, par suite de l'accroissement relativement rapide de la Russie. Mais c'est à leur exemple qu'on est allé chercher du pétrole ailleurs, lorsqu'on s'est rendu compte de l'importance économique et politique de ce produit exceptionnel. Or, dans ces dernières années, on a découvert des gisements énormes de pétrole qui étaient totalement inconnus il y a 40 ans et

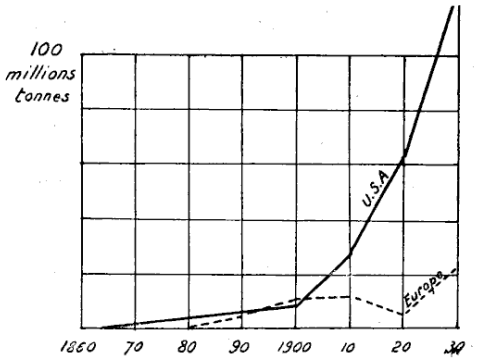


Fig. 1. — Production du pétrole.

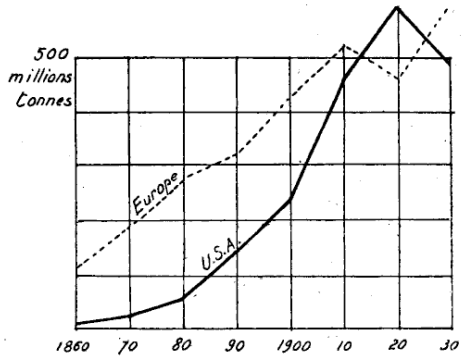


Fig. 2. — Production de la houille.

qu'on ne soupçonnait même pas auparavant. Leur recherche et leur découverte ont coûté des capitaux formidables qui n'ont pu être dépensés que moyennant un esprit d'audace caractéristique de la manière américaine et que les autres peuples ont su imiter plus ou moins bien. Sur une échelle beaucoup plus modeste, et sans vouloir faire aucun pronostic, me permettra-t-on de dire que, avant de trouver le sondage jaillissant du Djebel Tselfat, on a dû dépenser, au Maroc, 60 millions de francs et qu'il n'y a pas encore très longtemps, le pessimisme le plus noir régnait au sujet de ces recherches; on était bien près de les abandonner.

Je n'ai pas les éléments positifs assez sûrs pour être absolument affirmatif, mais je ne serais pas étonné si l'avenir montrait que, même en ce qui concerne le pétrole, où la prédominance américaine est particulièrement nette, cette prédominance a été due non pas à une faveur spéciale de la nature, mais bien à la hardiesse des Américains.

Je n'aurai pas besoin de telles hypothèses pour les autres substances minérales. Si nous passons au *charbon*, en effet, on voit tout de suite (fig. 2) — et contrairement à ce que l'on croit — que la production de l'Europe a toujours été supérieure à celle des États-Unis, sauf pendant la période de guerre. Cette dernière restriction n'étonnera personne : on sait bien que la guerre a eu comme conséquence de déplacer le pôle de l'activité industrielle vers l'Amérique, et, naturellement, on va retrouver

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour la plupart des substances minérales, une baisse de la production européenne pendant la guerre et un dépassement par la production américaine pendant le même temps. Mais, en dehors de cette période troublée et exceptionnelle, l'Europe a toujours produit plus de charbon que l'Amérique; c'est ce que montre très clairement le petit graphique ci-joint. Encore convient-il de dire que, dans cette comparaison, on a fait aux États-Unis la part belle, car on n'a pas tenu compte, en ce qui concerne l'Europe, de la production de lignite qui est très élevée, tandis que la production américaine correspondante est très faible.

La différence entre les deux productions est-elle grande? Voici quelques chiffres. En 1913, à la veille de la guerre, l'Europe produisait 605 millions de tonnes, alors que les États-Unis n'en fournissaient que 517. En 1929, après la période troublée, l'Europe a extrait 638 millions de tonnes, alors que les États-Unis n'en ont donné que 549. On voit donc que la différence n'est pas négligeable. Si l'on veut bien se souvenir que, suivant une formule banale, le charbon est le pain de l'industrie, il y a là un indice qui n'est pas sans signification en ce qui concerne la situation relative de l'industrie européenne et de l'industrie américaine.

Il ne m'est pas possible, naturellement, d'entrer dans le détail de toute la discussion. On dira que si les États-Unis produisent moins de charbon, c'est parce qu'ils emploient plus de pétrole. En revanche, on pourrait faire remarquer que l'Europe utilise plus d'énergie hydraulique. Je veux simplement montrer que les richesses minérales de l'Amérique en houille ne sont pas tellement supérieures à celles de l'Europe, puisque la production européenne est plus élevée que la production américaine.

Le troisième élément essentiel dans notre civilisation occidentale est le *fer*. Si l'on considère la fonte produite en Europe et aux États-Unis (fig. 3) on arrive à des conclusions à peu près identiques à celles que je viens de dire pour le charbon : l'Europe a toujours produit plus de fonte que les États-Unis, sauf pendant la période de guerre. Le rapport entre les chiffres est du même ordre que celui qui est relatif à la houille; c'est ainsi, par exemple, qu'en 1929, l'Europe a produit 51 millions de tonnes de fonte et les États-Unis, seulement 43. Là aussi je ferai remarquer qu'au point de vue statistique, je fais la part un peu belle aux États-Unis en parlant de fonte et non de minerai de fer, car alors la production européenne paraîtrait encore plus grande; mais la comparaison ne serait pas équitable, parce qu'une partie très importante de la production européenne de minerai de fer, à savoir la production française, est constituée par des minerais à plus basse teneur que ceux des États-Unis. Il n'empêche que, rapproché de la même constatation en ce qui concerne la houille, ce fait étonnera peut-être quelque peu, car je crois bien qu'il ne correspond pas à ce qu'intuitivement la plupart des Européens peuvent penser.

Voilà donc les éléments établis pour les trois principaux produits miniers : pétrole, houille et fer : prédominance des États-Unis pour le pétrole, mais avec cette réserve qu'elle n'est peut-être due qu'à leur hardiesse; supériorité de l'Europe en ce qui concerne la houille et le fer.

*
* *

Après ces têtes de liste, nous passerons maintenant à ce qu'on est convenu d'appeler les *mines métalliques*, expression qui est logiquement inexacte, car le fer

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

est un métal, mais son importance industrielle est telle qu'il est d'usage de le mettre dans une place spéciale.

Les mines métalliques sont dominées par quatre métaux principaux : le cuivre, le plomb, le zinc et l'étain. Ce sont ces quatre métaux dont on cite les cours dans les mercuriales ordinaires. La géologie ne rassemble pas ces quatre métaux : elle met l'étain à part; au contraire, elle place avec le cuivre, le plomb et le zinc, deux autres métaux, l'or et l'argent, qui, au point de vue commercial, ont un aspect très particulier en raison de leur emploi monétaire universel ou limité. Nous commencerons donc par ce groupe que, pour simplifier, j'appellerai le *groupe du cuivre*, étant entendu que, par là, je désigne l'ensemble des 5 métaux : cuivre, plomb, zinc, or et argent.

Quelle est la situation des États-Unis pour ce groupe du cuivre? Situation prépondérante, sans aucun doute et, si l'on admettait la thèse d'une répartition inégale

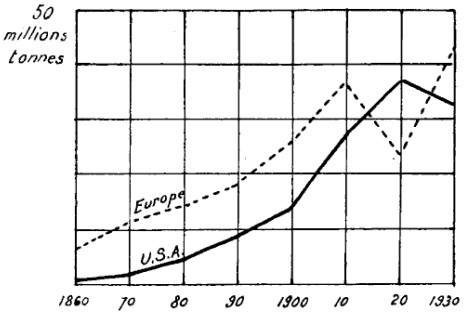


Fig. 3. — Production de la fonte.

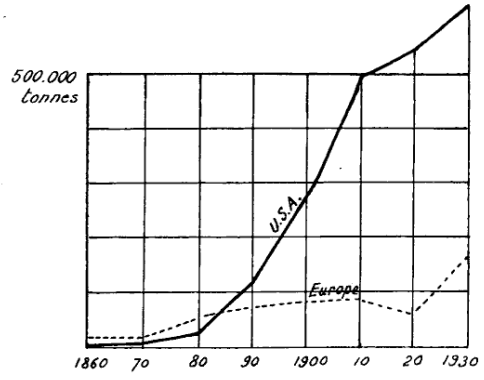


Fig. 4. — Production du cuivre.

des richesses minérales dans le monde, on pourrait dire que les États-Unis ont été favorisés en ce qui concerne le groupe du cuivre. Je vais essayer de montrer que cette faveur est due beaucoup plus à l'activité humaine qu'à l'action de la nature.

Voyons d'abord la situation brutale. Les États-Unis sont en tête de la production mondiale du cuivre dont ils ont fourni, en 1929, 47 p. 100; même avantage pour le zinc où, cependant, la proportion est déjà un peu plus faible : 39 p. 100; même chose pour le plomb, où la proportion est encore plus faible : 34 p. 100; mais déjà pour l'argent les États-Unis ne sont plus qu'au second rang de la production mondiale, après le Mexique, et ils ne fournissent que 23 p. 100; enfin, pour l'or, ils sont tombés au troisième rang en 1931, après l'Union de l'Afrique du Sud et le Canada, en ne produisant que 10 p. 100 environ de l'extraction mondiale.

Précisons un peu leur position par rapport à l'Europe, comme nous l'avons fait pour le charbon et le fer[6]. Pour le *cuivre* (fig. 4), prédominance absolue, l'Europe étant une région très pauvre en cuivre; cela, d'ailleurs, n'est pas étonnant si l'on tient compte des conditions géologiques. Une étude de la répartition mondiale du

(6) Les chiffres qui ont servi à construire ces graphiques se rapportent au métal contenu dans les minerais nationaux et non au métal effectivement produit, dont la quantité peut être très différente, en raison des importations de minerais étrangers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cuivre montrerait facilement qu'il ne faut pas s'attendre à trouver des gisements importants de cuivre en Europe et que ces gisements importants sont surtout placés dans la Cordillère américaine dont la nature géologique est assez spéciale. Si l'on veut, on peut dire que les Américains ont été favorisés en venant habiter un pays où se trouvaient de telles conditions géologiques, mais, à égalité de conditions géologiques, ils ne sont pas plus favorisés que le Mexique ou l'Amérique du Sud.

Pour le *zinc* (fig. 5) et le *plomb* (fig. 6), la situation est assez différente. Il n'y a pas très longtemps que la production américaine a dépassé la production européenne; ce phénomène se place vers 1908 ou 1909 pour le plomb et n'est dû qu'à la guerre pour le zinc. Pour ces deux métaux, l'Europe était très en avance sur les États-Unis et, comme les mines métalliques sont généralement assez limitées, l'Europe a entamé

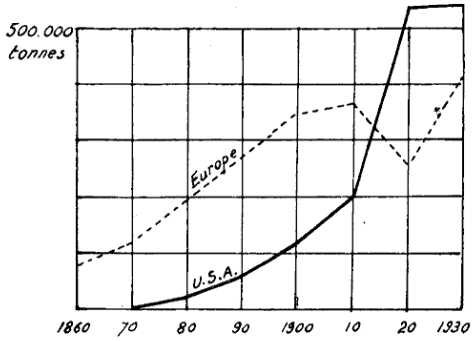


Fig. 5. — Production du zinc.

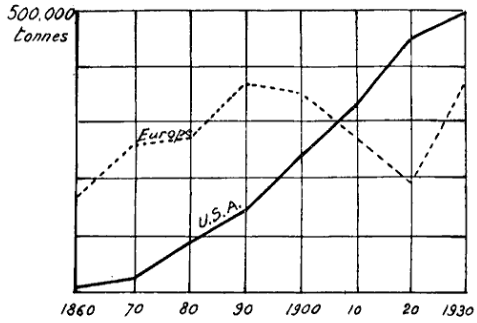


Fig. 6. — Production du plomb.

ses réserves avant l'Amérique. De toute façon, on ne peut dire d'une manière certaine que l'une des deux régions ait été sensiblement plus favorisée que l'autre.

Pour l'*or* et l'*argent*, la comparaison serait très difficile parce que l'extraction de ces deux métaux précieux est très ancienne en Europe et qu'en conséquence, il est très difficile de savoir quelles ont été les richesses réelles du continent européen.

Cette première analyse de la situation statistique est déjà intéressante; mais, comme je le disais au début, l'action de l'homme aux États-Unis a fait rendre à la nature beaucoup plus qu'en Europe et j'en arrive maintenant à montrer la situation spéciale de ces mines américaines de cuivre, zinc, plomb.

L'un des caractères les plus frappants de ces gisements américains, pour le visiteur européen, est leur faible teneur. Là aussi, les États-Unis n'ont pas échappé à la loi générale : les gisements riches à teneur élevée ne constituent qu'une faible fraction du tonnage minéralisé et, plus ou moins rapidement — mais généralement beaucoup plus rapidement qu'on ne le croit — on épuise ces gisements riches et l'on doit passer à l'exploitation de gisements plus pauvres. Deux faits, cependant, distinguent les États-Unis dans cette évolution générale, au moins en ce qui concerne le groupe du cuivre; le premier caractère est que la période des exploitations riches a été extrêmement courte; le second, que les Américains ont pu, avec des gisements pauvres, constituer des exploitations considérables.

Il est difficile, à la vérité, de trouver des éléments quantitatifs qui permettraient de savoir si la rapidité de l'épuisement des gisements riches américains est due à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'intensité de l'exploitation ou à une moindre importance relative de leurs parties riches; mais, bien que, sur ce point, on en soit réduit à des impressions personnelles, on ne peut pas ne pas être frappé par la vue de districts miniers tels que ceux du Comstock, dans le Nevada, ou de Leadville et de Cripple Creek, dans le Colorado, qui ont été extrêmement célèbres dans un passé récent, qui sont classiques au même titre que la Vieille-Montagne ou Freiberg, en Europe, mais qui, maintenant, sont des districts morts. En moins de 60 années, on a complètement épuisé ces gisements riches.

Bien plus frappants encore sont les chiffres des teneurs exploitées. La moyenne de la production du cuivre, aux États-Unis, correspond à des minerais dont la teneur n'est que de 1,4 p. 100; la moyenne de la production de l'Arizona, qui est le principal état américain pour le cuivre, a été, en 1929, légèrement plus élevée : 1,6 p. 100; mais l'un des principaux districts, celui de Globe, extrait des minerais à 1,15 p. 100 de cuivre. Cette teneur voisine de 1 p. 100 se retrouve, d'ailleurs, dans tous les gisements analogues, dits gisements porphyriques, qui constituent la grosse masse de la production de cuivre aux États-Unis. Pour prendre le cas le plus frappant, la mine de Bingham, dans l'Utah, qui est la mine métallique la plus importante des États-Unis ayant donné, en 1929, pour plus de 1,5 milliard de francs de cuivre, a une teneur moyenne de 0,99 p. 100.

Lorsqu'on suit dans le temps la variation des teneurs des exploitations de cuivre des États-Unis, on constate que cette teneur s'est abaissée rapidement pour se stabiliser autour des chiffres actuellement pratiqués [7]. Il ne paraît pas douteux que les gisements à haute teneur étaient relativements peu importants et qu'on doit considérer qu'ils sont maintenant presque totalement épuisés.

Les mêmes remarques peuvent être faites pour le zinc, bien qu'il soit plus difficile de donner des chiffres globaux. C'est ainsi que, dans le principal district, celui du Tri-State, on note les chiffres suivants qui pourront paraître extraordinaires pour des gisements de zinc : dans le Kansas, la teneur moyenne est de 2,93 p. 100 de zinc; dans le Missouri, 2,26; et dans l'Oklahoma, 3,11. On croirait à peine qu'on puisse économiquement exploiter des gisements de zinc ne contenant que 3 p. 100 de ce métal et, pourtant, il s'agit du district qui, en 1929, a fourni 43 p. 100 de la production du zinc de l'Amérique. De même pour le plomb, on peut estimer que la teneur moyenne ne doit pas dépasser 4,5 p. 100. Nous sommes loin des chiffres généralement admis comme teneur limite pour les exploitations situées en dehors des États-Unis.

Les teneurs des gisements d'or, en nous limitant aux gisements d'or proprement dits, sont ordinairement plus rapprochées de celles auxquelles nous sommes habitués. La moyenne des exploitations filoniennes de Californie, par exemple, correspond à 11 g à la tonne.

Si l'on transforme ces chiffres de teneurs en valeur du métal contenu dans une tonne extraite de la mine, on arrive, même avec les cours élevés de 1929 et en tenant compte des métaux associés au métal principal, à ce résultat qu'en moyenne l'exploitation des mines métalliques aux États-Unis a travaillé pour extraire 5 à 6 dollars par tonne. Exceptionnellement, ce chiffre peut atteindre 15 dollars pour

(7) F. Blondel, *Sur la teneur moyenne de l'extraction des minerais de cuivre* (Paris, *C. R. Ac. Sc.*, t. 196, 6 mars 1933, p. 712).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le Montana, mais, bien souvent, il est en-dessous de 5 dollars et notamment dans l'Utah (4,85) et le Nevada (4,50). Enfin, pour les états du Kansas, de l'Oklahoma et du Missouri, qui contiennent surtout du zinc et du plomb, ces chiffres descendent à 4 et même 3,40 dollars. La faiblesse de ces chiffres prend toute sa signification si l'on veut bien se rappeler qu'ils correspondent à l'année particulièrement prospère de 1929.

Il n'est pas douteux que la situation statistique prépondérante des États-Unis, dans le cuivre, le plomb et le zinc, tient au fait qu'ils exploitent des mines à teneur plus basse que dans le reste du monde, l'abaissement de la teneur-limite mettant ainsi à leur disposition des tonnages très considérables. On peut se demander comment cette situation est possible économiquement. Il y a à cela plusieurs raisons : la première est que, pour ces métaux, comme d'ailleurs pour beaucoup d'autres substances, les États-Unis vivent quasiment en économie fermée. Cette affirmation aurait paru peut-être un peu étrange à beaucoup il y a quelques années et, maintenant, elle est devenue presque banale; néanmoins, je citerai quelques chiffres pour bien établir cette situation.

Le cuivre extrait des minerais américains se montait, en 1927, à 904.000 t. Compte tenu des importations, les exportations nettes ne se sont montées qu'à 11.000 t, soit à peine 1,5 p. 100 de la production domestique. D'ailleurs, dès 1930, la situation s'est renversée et les importations ont dépassé les exportations d'une faible quantité, de l'ordre de 20.000 à 30.000 t, ce qui montre que, pour le cuivre, l'Amérique vit en économie fermée. Elle a d'ailleurs aggravé cette situation en établissant, en juin 1932, un droit d'entrée qui tend à fermer complètement les portes, puisqu'il dépasse 50 p. 100 *ad valorem*.

Le zinc, dont la production nationale était de 555.000 t en 1929, permettait une exportation assez notable il y a quelques années avec une importation assez réduite. Cette exportation est devenue très faible, quelques milliers de tonnes, et tous ceux qui sont au courant de la situation de ces métaux savent qu'il existe désormais deux marchés distincts du zinc : le marché américain et le reste du monde, situation d'ailleurs stabilisée par un droit d'entrée aux États-Unis, également de l'ordre de 50 p. 100 *ad valorem*.

Pour le plomb, la situation est encore plus nette. Alors que la production nationale était de 609.000 t en 1929, l'importation a dépassé l'exportation de 16.000 t; l'excédent s'est maintenu dans ces dernières années; cependant, l'industrie américaine du plomb est également protégée par un droit de douane considérable qui dépasse 50 p. 100 *ad valorem*.

Ainsi, pour ces substances qui paraissent privilégiées, les États-Unis vivent à peu près en économie fermée et ont quelque peine à satisfaire à leur propre consommation au moyen de leur production nationale. Ce résultat ne doit pas nous étonner; c'est la démonstration la plus évidente d'une règle que j'ai essayé d'établir dans une étude antérieure[8], à savoir que la richesse du sous-sol, en général, ne permet pas d'alimenter la consommation minérale d'une nation très évoluée. Encore conviendrait-il de remarquer que la densité de population des États-Unis est relativement faible, le cinquième environ de celle de la France. Si l'Amérique était seu-

(8) F. BLONDEL, *Le ravitaillement de la France en produits minéraux* (Paris, *Le Génie civil*, 1er et 8 juillet 1933).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lement deux fois plus peuplée — ce qui ne constituerait pas une densité humaine bien grande — elle devrait, comme on s'en rend compte aisément, faire appel à l'étranger dans des proportions considérables pour son ravitaillement en cuivre, en zinc et en plomb. Cependant, si cette situation nous paraît normale et conforme à ce que l'on peut supposer de la richesse moyenne de la terre, elle montre néanmoins que l'abondance de la minéralisation américaine ne dépasse pas cette moyenne, même pour les métaux où elle paraît être le plus largement privilégiée. Nous comprenons d'ailleurs bien maintenant que ce privilège n'est qu'apparent, puisqu'il est dû au fait que, protégée par des barrières douanières considérables, l'Amérique exploite des gisements plus pauvres que le reste du monde.

Une seconde raison, qui a permis économiquement ces exploitations, est leur grand tonnage et c'est là, il est vrai, une faveur relative, que l'on ne retrouve pas, tout au moins avec la même importance, dans d'autres régions, mais dont il ne serait pas difficile de préciser la raison géologique, ce qui revient toujours à notre idée générale.

On peut cependant, ouvrir une parenthèse. S'il existe aux États-Unis des gisements considérables et de très grandes entreprises, il ne faudrait pas croire que les petites mines sont rares. Il est curieux de constater que l'Amérique n'a pas échappé à cette loi qui paraît s'appliquer aux mines métalliques : les petites mines sont très nombreuses, mais leur influence totale est faible, la plus grosse partie de la production étant fournie par un nombre très limité de grandes mines. Ce caractère se retrouve dans tous les pays du monde; il a été souvent perdu de vue, d'ailleurs, dans les études économiques relatives à l'industrie minérale[9]. Sans vouloir faire une analyse détaillée de la question, je pourrai cependant donner quelques indications relatives aux deux principaux états américains en ce qui concerne le groupe du cuivre : l'Arizona et l'Utah.

La production totale de l'Arizona, en 1929, pour le groupe du cuivre, a été de 156 millions de dollars dans laquelle la part des mines que l'on peut qualifier de mines de cuivre a été, en tenant compte des métaux associés, de 153 millions de dollars; les 4/5 proviennent de 8 mines principales, dont la production moyenne est ainsi de 15 millions de dollars. On voit très clairement, par ces chiffres, le phénomène que j'indiquais plus haut : le gros de la production est fourni par un petit nombre de grandes mines et, par suite, l'influence économique des petites mines est faible. Celles-ci, au nombre de 212, ont produit à peine en moyenne 150.000 dollars par mine, avec naturellement des chiffres beaucoup plus bas pour les plus petites.

L'Utah a fourni de même 96 millions de dollars, dont 58 millions pour le cuivre avec 42 mines. Mais à elle seule, une mine, celle de Bingham, dont je parlais tantôt, a donné 55 millions de dollars, laissant seulement 3 millions pour les 41 autres, soit environ 70.000 dollars par mine.

En multipliant les exemples, on verrait que l'on peut trouver aux États-Unis, à côté de mines énormes comme celle de Bingham (1,5 milliard de francs), des mines minuscules ne produisant que quelques dizaines de milliers de francs. Des chiffres

(9) Voir à ce sujet : F. BLONDEL, *Problèmes d'économie minérale. Le cas de l'or* (Paris, *Le Génie civil*, 4 et 11 avril 1934).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

inférieurs à 100.000 dollars (2,5 millions de francs) sont très courants. Mais cela montre simplement que les États-Unis n'ont pas échappé à la loi générale. Cependant, d'après cette loi générale elle-même, pour apprécier l'effort américain qui a permis de mettre en œuvre des gisements à basse teneur, il faut ne regarder que les grandes exploitations qui ont, seules, une véritable influence économique. Or, ces grandes exploitations n'ont été possibles que grâce à un choix judicieux de méthodes d'exploitations massives et peu coûteuses que les conditions particulières des gisements, permettaient d'utiliser. Il n'entre pas dans mon intention d'examiner ici en détail ces méthodes dont certaines sont assez caractéristiques des gisements américains[10].

Je me suis un peu étendu sur ce cas particulier du groupe du cuivre parce qu'il est assez typique du problème. Au premier abord, il semble que, pour ces mines, les États-Unis aient été très favorisés; dès qu'on passe à l'examen de la situation, on se rend compte que le privilège est assez limité et que la supériorité statistique américaine provient surtout, d'une part, de son économie fermée et, d'autre part, de la hardiesse de l'exploitation qui a su tirer avantage des conditions naturelles des gisements, compensant ainsi par des méthodes appropriées le désavantage des basses teneurs.

*
* *

Faut-il continuer plus longuement cet examen de la situation minérale des États-Unis? L'étude que nous venons de faire des principales substances minérales n'est-elle pas déjà en elle-même assez typique et démonstrative de ma thèse? J'ai quelque scrupule à analyser les autres substances, car, pour elles, même d'une manière absolue, les États-Unis n'ont plus de situation prépondérante.

Disons cependant encore quelques mots de l'*aluminium* qui est le métal le plus important après les 5 précédents et dont la production est réalisée dans des conditions très différentes.

La production de la bauxite aux États-Unis a beaucoup diminué depuis quelques années; le maximum a été atteint en 1928 avec 380.009 t. A titre de comparaison, on dira que la production de bauxite en France, en 1929, a été de 643.000 t : la France, comme on sait, est le principal pays producteur de bauxite. En fait, la production américaine est limitée par la concurrence de la bauxite à haute teneur des Guyanes britannique et hollandaise, dont une partie des gisements est, il est vrai, sous contrôle américain. En conséquence, les importations aux États-Unis sont relativement élevées, du même ordre de grandeur que la production domestique. Les exportations sont également importantes, en presque totalité sur des usines canadiennes. On voit donc que, pour ce métal, le sous-sol américain ne fournit plus des quantités suffisant à la consommation du pays.

La situation est encore moins satisfaisante pour le *manganèse* dont les États-Unis ont cependant le plus grand besoin en raison de leur énorme industrie sidérurgique. En dépit de l'établissement de droits protecteurs de la production locale, l'Amérique a dû importer, en regard des 60.000 t de minerais extraits de son sous-sol, plus de 650.000 t de l'étranger. On peut donc dire que le ravitaillement

(10) Pour plus de détails, voir (2).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des États-Unis en manganèse dépend pour 80 à 90 p. 100 de l'étranger, même après l'application de tarifs favorables à la production domestique. Lors des discussions des tarifs de 1930, les consommateurs n'ont d'ailleurs pas manqué de faire remarquer que le droit de douane de 1922 n'avait pas beaucoup amélioré la situation, ce qui soulignait involontairement la pauvreté en manganèse du sol américain.

Si important que soit le manganèse pour la vie industrielle américaine, son importation ne coûte pas autant aux États-Unis que celle de l'*étain*. La production domestique de ce métal est nulle, alors que l'importation a atteint, en 1929, 88.000 t qui ont coûté plus de 90 millions de dollars.

L'Amérique n'est pas mieux partagée pour le chrome et le nickel, ces deux autres métaux essentiels de la sidérurgie moderne : elle doit importer plus de la moitié de la production mondiale de minerai de *chrome* et la valeur de cette importation a dépassé, en 1929, 25 millions de dollars. Tout le *nickel* produit aux États-Unis provient du raffinage du cuivre; encore la quantité produite est-elle très faible et l'étranger leur en vend une grande quantité qui, en 1929, leur a coûté plus de 18 millions de dollars.

Parmi tous les autres petits métaux que l'on pourrait ensuite étudier, les États-Unis ne se trouvent à la tête de la production mondiale que pour le molybdène et, dans une certaine mesure, pour l'arsenic. On comprend assez bien la raison de cette situation pour l'*arsenic* qui n'est, en fait, qu'un sous-produit des mines de plomb et de cuivre. Il faut, d'ailleurs, ajouter que les États-Unis doivent importer une quantité d'arsenic à peu près aussi grande que celle qu'ils produisent. En ce qui concerne le *molybdène*, qui provient pratiquement d'une seule mine du Colorado, on est en droit de se demander si les autres nations n'ont pas méconnu des gisements de molybdène peut-être plus riches que le gisement américain.

Les États-Unis produisent également une part notable du *mercure* mondial : le 1/5 environ, mais la relation avec le groupe du cuivre est assez évidente et, d'ailleurs, une quantité égale sensiblement au tiers de la production doit être importée de l'étranger. Enfin, la production américaine est largement déficitaire pour un grand nombre d'autres petits métaux : l'*antimoine*, le *bismuth*, *le cobalt*, le *platine*, le *tungstène*, le *vanadium*, le *strontium*, le *tantale*, le *sélénium*, les *terres rares*, le *titane*, le *radium*, etc.

La pauvreté relative des États-Unis en certains métaux n'a pas échappé aux Américains et l'un de ceux qui étudient avec le plus de soin ces questions, C. K. Leith, l'actuel président de la Geological Society of America, écrivait, en 1931 : « Si l'on examine l'avenir et si l'on tient compte de l'accroissement de la « consommation et de la diminution des sources de production, on doit conclure « qu'avant peu de temps, il deviendra nécessaire, uniquement pour satisfaire nos « propres besoins, de faire appel au reste du monde pour nous procurer des quan- « tités croissantes de pétrole, de cuivre, de fer, de plomb et d'un grand nombre « d'autres minéraux que nous employons en plus petite quantité. »

Comme on vient de le voir, cette remarque n'était pas une prophétie, puisque déjà elle était réalisée pour un grand nombre de substances minérales.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

On voit donc que, si l'Amérique est arrivée à une situation très remarquable en ce qui concerne l'industrie minérale, elle ne le doit pas nécessairement à une richesse exceptionnelle de son sous-sol, mais aussi — et peut-être surtout — au travail et à l'audace de ses habitants. Il ne faudrait pas croire, cependant, qu'il suffit d'avoir une mine en Amérique pour que, immédiatement, on trouve tous les concours nécessaires pour la mettre en valeur. Pas plus que dans le vieux monde les choses ne se font toutes seules et je voudrais en donner un exemple en résumant brièvement l'histoire de l'une de leurs mines les plus brillantes, la mine de Bingham, dans l'Utah, qui, d'ailleurs, n'a pas eu des difficultés particulièrement grandes à se réaliser. J'emprunte cette histoire à un ouvrage qui a été publié sous le contrôle de certains des acteurs de cette aventure[11].

Bingham Canyon, l'un des districts les plus anciens de l'Utah, avait été le lieu de travaux de mines plus ou moins avantageux depuis 1864. Au début, ainsi que cela est arrivé fréquemment dans les districts cuprifères importants, on a recherché d'abord des minerais d'or et d'argent; cependant, le cuivre n'était pas inconnu. Comme dans la plupart des cas analogues, on ne dit rien de ces premiers mineurs et la première découverte est enveloppée d'obscurité. On remarquera qu'elle a été longtemps ignorée ou négligée, ce qui montre — ce qu'on oublie le plus souvent — que les plus grands gisements eux-mêmes peuvent passer entièrement inaperçus. En juillet 1887, l'une des figures les plus curieuses de ce monde de l'Ouest américain, le colonel Enos A. Wall, visita Bingham. Il faut ajouter que ce colonel était le premier à admettre que son titre militaire ne signifiait rien, sinon l'amabilité de ses amis. Toutefois, le colonel n'était déjà plus le prospecteur pittoresque que nous montre un tableau assez classique, en ce sens qu'il n'était pas sans moyens financiers : avec E.-A. Wall, nous arrivons déjà à un niveau social plus élevé. La visite de Bingham attira son attention et, très rapidement, il acheta ou se fit attribuer toute une série de concessions qu'il commença à faire prospecter et cette première prospection lui coûta environ 20.000 dollars, c'est-à-dire environ 500.000 de nos francs actuels. Il n'est pas inutile d'attirer l'attention sur les chiffres que je cite ici et qui auraient effrayé ou fait reculer bien des Européens.

Le colonel Wall offrit en 1895, une option des trois quarts sur ses concessions au capitaine Joseph R. de Lamar, qui était encore, lui aussi, un capitaine un peu irrégulier, bien que son titre se référât à son ancienne profession de capitaine de vaisseau de commerce. De Lamar fit faire l'étude des gisements par des ingénieurs considérés comme éminents à l'époque et qui rejetèrent toute possibilité d'exploitation.

En 1889, c'est-à-dire 12 ans après le début de la prospection par le colonel Wall et 35 ans après les premiers travaux miniers dans la région, une nouvelle étude fut faite par Gemmell et Jackling. Ce sont ces derniers que l'on doit considérer comme les véritables inventeurs du gisement, en ce sens que, dans leur rapport de septembre 1899, ils avaient étudié à fond la question et montré la possibilité de l'exploitation économique, à condition d'opérer sur une assez grande échelle. En fait, la

(11) A. B. PARSONS, *The Porphyry Coppers* (New York, *The American Institute of Mining and Metallurgical Engineers*, 1933).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

comparaison entre les chiffres qu'ils ont donnés en 1899 et ceux qui ont été effectivement réalisés en 1829 montre qu'ils avaient réellement compris le problème sans d'ailleurs pouvoir le chiffrer exactement, car les nombres réels ont été bien différents des nombres annoncés. En voici quelques exemples : la teneur moyenne, au lieu d'être de 2 p. 100, a été en fait de 1,2. Heureusement, il y a eu certaines compensations. C'est ainsi que le prix d'extraction au cubic yard, au lieu d'être de 0,75 dollar, est tombé à 0,30 et que la production annuelle, au lieu d'être de 720.000 t, a été en fait de 17 millions de tonnes; de même, en ce qui concerne la préparation mécanique : au lieu d'avoir une récupération de 75 p. 100, elle a été de 83 p. 100. Tout compte fait, au lieu d'un bénéfice mensuel de 162.000 dollars, le bénéfice effectivement réalisé en 1929 a été de 2.500.000. Il serait à souhaiter que tous les rédacteurs de rapports se trompent dans le même sens. Cela montre aussi que, si, dans l'appréciation de gisements encore inexploités, il ne faut pas se départir d'une certaine prudence, la fortune ne sourit réellement qu'aux audacieux.

En dépit de ce rapport, le capitaine de Lamar ne poursuivit pas l'affaire et, à cette époque, on publia un article dans un journal technique hautement apprécié où l'on voit s'étaler le scepticisme qui entourait toute cette affaire. C'est par l'intermédiaire de Jackling que l'on put franchir la troisième étape en intéressant certains financiers importants. En juin 1903, MacNeill, Spencer Penrose, R. A. F. Penrose, qui s'étaient largement enrichis dans les mines du Colorado, allèrent visiter Bingham. On raconte que, le soir de cette visite, Jackling donna un dîner à cette occasion dans un vieil hôtel de Salt Lake City et la légende veut que ce dîner ait coûté à Jackling ses derniers 100 dollars. Mais, grâce à l'appui des Penrose, la société fut enfin fondée au capital de 500.000 dollars.

Un premier essai d'exploitation fut tenté, ainsi qu'un premier essai de traitement, car tout le problème était justement de voir s'il était possible de récupérer du cuivre avec profit dans un minerai à teneur aussi faible. C'est après cet essai réel et d'ailleurs satisfaisant que l'étape définitive fut franchie et que le groupe important des Guggenheim entra en action. Mais, avant de se décider, ils envoyèrent sur place une mission et cette mission reprit toute l'étude de la question. Ce travail ne coûta pas moins de 150.000 dollars, soit 3.750.000 de nos francs actuels; quelle somme pour une simple étude! Mais à la suite de ce rapport, les capitaux nécessaires furent fournis par le groupe Guggenheim et la société Utah Copper fut définitivement lancée en 1905. Les résultats tiennent en quelques mots : on peut estimer qu'à la fin de 1931, moyennant un capital effectivement versé de 23 millions de dollars, la société avait distribué 185 millions de dollars de dividendes, soit plus de 8 fois son capital.

J'ai passé sous silence, de manière à abréger, bien des difficultés de ce lancement qui a été, d'ailleurs, un des moins difficiles des grandes mines américaines. On remarquera simplement combien il a fallu de temps avant d'arriver à une situation financière stable : près de 20 ans; combien aussi il a fallu procéder par approximations, si l'on peut dire, contrairement à ce que l'on croit d'habitude en ce qui concerne les affaires américaines. On n'a pas débuté tout de suite par une énorme entreprise, mais ce sont successivement des personnalités dont les moyens financiers étaient de plus en plus puissants qui se sont intéressées à l'affaire et qui ont réussi à la mettre sur pied. Derrière eux se sont trouvés quelques hommes ayant foi dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la réussite et n'abandonnant jamais leurs projets, quelques échecs temporaires qu'ils pussent rencontrer.

On pourrait donner d'autres exemples où l'on verrait des détails analogues, mais avec des difficultés encore plus grandes. Ces exemples n'apprendraient rien de plus, sinon que, par leur répétition, ils mettraient encore mieux en évidence les faits que nous voulons signaler.

*
* *

Quelle leçon devons-nous tirer de tout cela? Tout d'abord, évidemment, qu'il y a peut-être lieu de reviser certaines des notions trop simplistes que l'on peut avoir sur les États-Unis et sur leurs fabuleuses richesses naturelles. En sens inverse, qu'une revision s'impose de notre opinion sur la vieille Europe que nous avons peut-être trop facilement calomniée parce qu'elle nous était plus familière. Cela, c'est une leçon évidemment intéressante, mais un peu statique.

Un autre point est, probablement, comme je l'annonçais au début, que la richesse minérale est plus également répartie qu'on ne pourrait le supposer. Il y a des lois de cette répartition; elles ne sont peut-être pas extrêmement évidentes, il y a peut-être à revoir un certain nombre de notions classiques à leur sujet, mais ce serait un procédé trop commode que d'éviter le problème en faisant intervenir le hasard. C'est là une leçon d'ordre technique dont le développement ne serait pas à sa place ici.

Il y a une leçon plus générale et peut-être plus intéressante pour nous, Français. Nous nous sommes laissés éblouir par les Américains, il faut bien le reconnaître; certains d'entre nous ont cherché à imiter ce qu'ils croyaient être les méthodes américaines en n'en prenant que l'extérieur; d'autres, un peu plus paresseusement peut-être, se sont dit que le succès américain était dû à une dotation exceptionnelle de la nature et qu'en conséquence, nous ne pouvions rien faire d'analogue. On peut se demander si la véritable formule ne serait pas de partir d'une idée contraire, de croire que les chances sont sensiblement les mêmes pour tous et que la réussite, tôt ou tard, va vers les plus méritants et les plus audacieux. Il est trop facile de dire, quand on a un domaine à mettre en valeur, qu'il n'y a rien dans ce domaine et qu'il faut s'en désintéresser. Si tous les Américains avaient raisonné de la même manière, ils seraient demeurés bien sagement dans leurs États de l'Est, assez pauvres d'ailleurs, et seraient restés un dominion moyen comme peut l'être l'Australie. Certains ont eu plus d'audace et ils ont cherché à voir ce qu'il y avait au-delà.

Il faut dire qu'ils ont été largement favorisés par le fait très simple que tout leur domaine était d'un seul tenant; on comprendra qu'en disant ces mots, je fais la comparaison entre les États-Unis et notre domaine colonial. Partir de Philadelphie ou de Baltimore pour aller à Chicago, puis ensuite de Chicago pour se rendre dans les Montagnes Rocheuses était bien plus facile pour un esprit aventureux que de se rendre de Paris à Dakar, puis de Dakar en Haute-Volta. Dans le premier cas, il n'y avait pas, somme toute, de solution de continuité et les ponts n'étaient pas rompus avec l'arrière; au pire, si l'expérience n'avait pas réussi, on en aurait été réduit à reprendre son chariot et à retraverser les grandes plaines du centre pour revenir à Chicago, grande ville où tout être actif pouvait trouver quelque chose à faire. Bien mieux, on avait également la ressource de continuer son voyage vers l'Ouest et d'arriver à San Francisco, autre pôle d'activité. Dans l'autre cas, au contraire, le fait

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'avoir pris un bateau, ce qui coûte déjà beaucoup plus cher que de prendre un chariot, entraîne une rupture avec tout le passé et toute la métropole, et Dakar peut difficilement se comparer à Chicago comme position de repli possible. Enfin, il n'y a pas de pôle tel que San Francisco pour attirer toujours plus loin.

Un autre phénomène naturel ne simplifie pas les choses : sans doute, la traversée des régions plus ou moins désertiques de l'Arizona ou du Nevada n'était-elle pas particulièrement engageante, mais c'était un désert relatif avec de nombreuses coupures, tandis que la traversée de la forêt équatoriale est un autre problème.

Sans vouloir insister, on comprend que cette colonisation américaine vers l'Ouest pouvait être le fait d'individualités puissantes, mais dépourvues de moyens matériels bien grands, tandis que la colonisation française de notre domaine africain ne réussirait pas avec les mêmes procédés. Cela montre que s'il est sage de tirer de l'expérience américaine cette conclusion que les ressources naturelles dans le monde ne sont pas réparties avec une inégalité telle qu'elle doive nous décourager, il ne serait pas raisonnable de transplanter sans correction les méthodes qui ont pu réussir dans un cas et qui échoueraient dans d'autres. Ce qu'il faut conserver, c'est — me semble-t-il — uniquement l'esprit d'audace, la foi dans la réussite. Ce sont là les éléments communs qui sont les conditions essentielles du succès. Il ne paraît pas que, dans le passé, notre peuple ait manqué d'individualités possédant ces qualités au plus haut point; on dirait que la veine s'en est maintenant un peu tarie. Sans doute est-ce là une apparence et peut-être demain nous montrera-t-il que l'on peut en trouver d'autres exemples.

Si cette analyse de la richesse minière américaine avait eu seulement comme conséquence de faire naître des réflexions chez ceux dont l'action peut être efficace, je me féliciterais d'avoir osé aborder un tel sujet.

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

par M. Ed. SAUVAGE, *membre du Conseil de la Société d'Encouragement.*

Le système métrique.

D'une notice publiée par le Conservatoire national des Arts et Métiers, à l'occasion du dépôt des étalons nationaux dans cet établisement, par application de l'article 3 de la loi du 2 avril 1919 sur les unités de mesure, nous extrayons quelques indications historiques.

Création du système métrique par l'Assemblée constituante en 1790.

Étude des règles destinées à la mesure des bases par BORDA et LAVOISIER, 1793.

L'unité de longueur appelée le mètre [1] est définie : « la dix-millionième partie du quart du méridien terrestre ».

Système provisoire de mesure adopté par l'Assemblée législative en 1792. Un décret de la Convention, en date du 1er août 1793, le rendit obligatoire à partir du 1er août 1794.

(1) La définition du mètre est actuellement la suivante : « *longueur* définie à la température de 0° par le prototype international en platine iridié qui a été sanctionné par la Conférence générale des Poids et Mesures tenue à Paris en 1889, et qui est déposé au Pavillon de Breteuil, à Sèvres ».

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Commission temporaire des Poids et Mesures, 1793-1795.

Loi du 18 germinal an III (17 avril 1795) instituant le système métrique décimal.

Création de l'Agence temporaire des Poids et Mesures, 1795.

Présentation au Corps législatif du mètre et du kilogramme étalons et leur dépôt aux Archives, 4 messidor an III.

Loi du 19 frimaire an VIII, fixant les valeurs du mètre et du kilogramme.

Commission internationale du Mètre, 1870-1872.

Convention internationale du Mètre, 20 mai 1875; création du Bureau international des Poids et Mesures.

Loi du 11 juillet 1903 sur les étalons prototypes.

Loi du 2 avril 1919, instituant le système M. T. S.

Conférences générales des Poids et Mesures de 1921 et 1927 modifiant la Convention internationale de 1875 et étendant les attributions du Bureau international aux unités électriques.

ÉTALONS. — Étalon du mètre provisoire, en laiton, 1795.

Étalons du mètre et du kilogramme, en platine, 1795 à 1799. (Ces étalons sont déposés aux Archives nationales.)

Étalons prototypes internationaux en platine iridié à 10 p. 100, 1889. (Ces étalons, déposés au Pavillon de Breteuil, sont la propriété commune des états adhérents à la Convention du Mètre).

Étalons du mètre et du kilogramme en platine pour la France et les colonies françaises : Copie n° 8 pour le mètre; — Copie n° 35 pour le kilogramme (Dépôt des étalons nationaux, Conservatoire national des Arts et Métiers, loi du 2 avril 1919).

Le moteur Diesel.

Deux faits principaux sont à signaler dans l'évolution du moteur Diesel : légèreté et rapidité substituées à la lourdeur et à la lenteur primitives; remplacement de l'air comprimé pour l'injection du combustible par une pompe à action directe.

Le *Bulletin de l'Association technique maritime et aéronautique*, dans son 37e numéro (session 1933), donne sur ce moteur de fort intéressantes notices, dues à M. Heyler et à M. Gautier.

M. HEYLER étudie *L'injection mécanique du combustible dans les moteurs Diesel*. Dans sa conclusion, il indique que « l'injection mécanique confère au moteur un meilleur ralenti; la rapidité et la sûreté des manœuvres de mise en route sont également augmentées ».

Par contre, « le passage de l'injection pneumatique à l'injection mécanique s'accompagne d'une diminution sensible de la capacité de surcharge du moteur ».

Une première notice de M. GAUTIER est intitulée : *La combustion dans le moteur Diesel à injection mécanique en rapport avec les progrès de ce type de moteur.* L'auteur y mentionne des moteurs d'aviation pesant moins de 1,5 kg/ch, fonctionnant avec une pression moyenne effective de 6,3 kg/cm² et une vitesse moyenne du piston de 10 m/sec, développant 14 ch par litre de cylindrée.

Une seconde notice du même auteur traite l'importante question de l'*Utilisation des huiles végétales comme combustible dans les moteurs Diesel.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

HYGIÈNE DES INSTALLATIONS MINIÈRES ET CHANTIERS COLONIAUX [1]

par le Dr P. NOEL BERNARD, *Directeur des Instituts Pasteur d'Indochine.*

L'organisation des chantiers de travaux publics, de mines, de plantations sous les tropiques exige la création de collectivités ouvrières réunissant des centaines et des milliers de travailleurs. Il est exceptionnel que cette main-d'œuvre soit fournie par de grandes agglomérations indigènes, fixées dans le voisinage. Dans presque tous les cas, ces travailleurs sont transportés de leur pays d'origine, parfois très éloignés, dans des régions à peu près inhabitées et le plus souvent malsaines. Il est donc indispensable de constituer de toutes pièces ces collectivités et d'assurer, dans tous les détails, leurs moyens d'existence. S'il s'agit de travaux de route, de chemins de fer, de canaux d'irrigation, les chantiers se déplacent progressivement sur de grandes distances. Au contraire, les plantations, les mines auront le plus grand intérêt à s'organiser de telle sorte que les indigènes se fixent dans leur nouvelle résidence, y fassent souche et préparent ainsi pour l'avenir un recrutement facile d'ouvriers spécialisés dès l'adolescence et intéressés à la prospérité de l'entreprise qui les fait vivre. C'est là un des problèmes les plus complexes de la colonisation auquel l'hygiène et la médecine préventive apportent dès aujourd'hui une solution satisfaisante.

*
* *

Les premiers contingents ouvriers amenés à pied d'œuvre se trouveront placés dans les conditions les plus défavorables. Les indigènes arrachés à leur milieu familial, à leurs habitudes sociales et alimentaires, aux horizons qui leur sont familiers, exposés aux promiscuités des campements provisoires et inconfortables, à des disciplines nouvelles, à un effort physique auquel ils ne sont pas adaptés, seront particulièrement sensibles aux contagions interhumaines, aux atteintes des maladies endémiques, si redoutables dans les pays chauds. C'est donc dès la première heure que tous les moyens de défense sanitaire devront entrer en jeu. Ils seront dictés par les expériences souvent désastreuses faites dans les temps héroïques de la colonisation et par les progrès si nombreux de l'hygiène et de la médecine préventive réalisés dans le dernier quart de siècle.

Jusqu'aux années qui ont précédé la guerre, les travailleurs indigènes et les cadres européens qui les dirigeaient ont payé un lourd tribut à la maladie et à la mort. Les connaissances acquises à cette époque nous portaient à soigner et à nous efforcer de guérir les malades. Les ambulances, les hôpitaux luttaient contre la fonte des effectifs ouvriers engagés sur les chantiers dont il fallait sans cesse renouveler la main-d'œuvre rapidement indisponible. Les jeunes coloniaux qui prennent aujourd'hui les routes, les chemins de fer conquis autrefois sur la forêt vierge, les marécages, la brousse inexplorée, ont le devoir de saluer avec émotion le souvenir de ceux qui ont dépensé tant d'efforts obscurs, d'énergie et de persévérance pour

(1) Conférence faite par l'auteur le 27 février 1934, au Muséum national d'Histoire naturelle.
Cette étude fait partie d'un ouvrage en préparation par les soins du Bureau d'Études géologiques et minières coloniales et qui sera publié dans quelques mois sous le titre « Introduction aux études minières coloniales » (Éditeur, Soc. d'édit. géog. Paris).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

préparer les voies de l'avenir. Cependant, au jour le jour, les progrès accomplis dans l'étude de la pathologie exotique, grâce aux découvertes géniales de Pasteur et aux travaux de ses disciples, étaient adaptés à la défense sanitaire. A l'heure actuelle, le plus grand nombre des problèmes essentiels ont été approfondis et résolus. Les administrations coloniales ont établi une législation du travail, une protection éclairée des populations d'outre-mer. En 1931, le Parlement votait une attribution de 300 millions sur les grands emprunts coloniaux, exclusivement destinée au développement des races indigènes.

Toutefois, la loi ne donne tous ses effets utiles que si elle est librement acceptée, comprise et appliquée par tous, dans une collaboration permanente. Ingénieurs, planteurs, colons, hygiénistes doivent s'efforcer de connaître leurs préoccupations et leurs obligations respectives et se donner un mutuel appui. L'hygiéniste n'oublie pas que l'hygiène est la science des possibilités. Pour chacun des dangers qu'il prévoit il fait connaître l'ensemble des mesures théoriquement les plus sûres. Informé des difficultés locales d'application, il adapte ces mesures aux réalités en indiquant les limites au delà desquelles les moyens suggérés deviendraient inopérants. L'ingénieur sait que la dépense à engager pour éviter la diminution du rendement des ouvriers, leur indisponibilité momentanée, leur hospitalisation, leur rapatriement, se traduit, en dernière analyse, par une économie matérielle considérable, par une influence morale dont son entreprise retirera les plus grands bénéfices. Des exemples fréquents démontrent que cet accord n'est pas toujours facile à établir. En présence d'une situation sanitaire mauvaise, le directeur d'une exploitation ne négligera rien pour enrayer la maladie et la mort. Il n'hésitera pas à grever son budget des plus lourdes charges de soins médicaux, contre-partie évidente d'un cas de force majeure. S'agit-il au contraire d'engager une dépense très inférieure pour tuer dans l'œuf un péril éventuel, l'ordre de grandeur de cette dépense, la gêne momentanée du service, due aux mesures d'exécution, peuvent être plus impressionnants que la possibilité d'un danger inapparent et, par suite discutable. L'espoir d'échapper au fléau est plus fort que la crainte de son apparition incertaine. Cet état d'esprit se retrouve dans toutes les applications de la médecine préventive. Combien d'entre nous, par exemple, commettent la négligence de se soustraire à la vaccination antityphoïdique pour éviter la journée de malaise qui suit chacune des injections sous-cutanées de vaccin alors que nous connaissons tous l'efficacité de cette vaccination et la gravité de la fièvre typhoïde déclarée?

La preuve est faite que, dans la défense sanitaire des populations indigènes aux colonies, la médecine curative individuelle, assurée par les consultations et les hôpitaux qui traitent les malades, doit devenir le complément de la médecine préventive collective qui a pour conséquence de supprimer la cause des maladies. L'hygiène, dans le sens le plus général du mot, est la science qui apprend à rendre l'organisme plus résistant pour qu'il vive en pleine santé et à le protéger contre les maladies évitables. Elle est, a dit J. Courmont, la plus scientifique de toutes les branches de la médecine. Elle considère les causes en elles-mêmes des maladies. Sur les données certaines de l'étiologie, elle formule les lois précises de la prophylaxie. Le bacille typhique étant connu, il est plus facile, plus rapide et plus sûr de protéger des milliers d'individus contre la fièvre typhoïde par des précautions alimentaires, par l'eau pure de toute souillure, par la vaccination, que de guérir quelques cas de maladie déclarée, dont les modalités varient pour chacun des individus atteints.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans une région où sévit le paludisme, lorsqu'un groupement humain est en présence de sujets porteurs du microbe spécifique de cette infection et des moustiques qui le transmettent de l'homme infecté à l'homme sain, se borner à soigner et à guérir individuellement chacun des cas déclarés est un effort très coûteux et socialement inopérant. La seule mesure économique et efficace consiste à protéger la collectivité par la suppression des porteurs de germes, la modification des conditions favorables à la multiplication des moustiques transmetteurs et à leur contact avec les hommes sains.

Les facteurs qui interviennent dans l'épidémiologie des maladies transmissibles sont très nombreux. Leur étude et la recherche des moyens propres à les combattre, l'exécution des mesures prophylactiques mettent à contribution les connaissances les plus diverses des sciences physiques, naturelles et médicales, de l'économie politique, de la sociologie. Les réalisations sur le terrain des prescriptions de l'hygiène ont acquis une précision suffisante pour faire naître une spécialité dans l'orientation des ingénieurs. L'ingénieur sanitaire est désormais associé au médecin hygiéniste, au chimiste, au microbiologiste, à l'entomologiste, au vétérinaire, dans l'assainissement des régions insalubres, qui a pour conséquence de protéger le capital humain, celui dont dépend, en dernière analyse, la prospérité d'une entreprise coloniale.

Un exposé d'ensemble des conditions hygiéniques des chantiers et des installations minières aux colonies devrait s'étendre à l'épidémiologie de toutes les maladies transmissibles. Le domaine d'outre-mer de la France est si vaste qu'il comprend toutes les variétés de climats et qu'il embrasse tous les problèmes de la pathologie exotique. En outre, les grands fléaux sociaux (tuberculose, syphilis, cancer), les maladies infectieuses des climats tempérés s'y développent à des degrés divers. Enfin, chacune de nos colonies a ses caractères particuliers. Partout le paludisme est un des plus grands obstacles à la colonisation. Mais c'est la trypanosomiase qui dépeuple l'Afrique équatoriale et les régions périphériques, la fièvre jaune qui est la menace permanente de l'Afrique occidentale, la peste qui sévit à Madagascar, les maladies intestinales et en particulier le choléra qui sont les caractéristiques de l'Indochine. Le grand mérite des médecins coloniaux français est d'avoir, en moins de cinquante ans, effectué la prospection sanitaire de races indigènes si nombreuses qui comptent 53 millions d'habitants, répartis sur 11 millions de kilomètres carrés, établi les possibilités d'application de la médecine préventive, et entrepris l'assainissement de ces immenses territoires où la nature a accumulé tant de richesses inexploitées.

Créer dans une région déterminée une collectivité ouvrière pour mettre en valeur une de ces richesses latentes conduit à concentrer sur un périmètre limité tous les facteurs pathologiques du pays dans les conditions les plus favorables à leur développement. L'installation d'une mine ou d'un chantier comporte des prescriptions générales et des indications spéciales à chaque cas particulier.

Cet exposé devrait donc se limiter aux moyens de protection sanitaire qui ont un caractère général. Pour le rendre plus objectif, prenons comme base de notre démonstration le danger du paludisme, commun à toutes nos grandes colonies. Il sera aisé de comprendre, par cet exemple, comment s'organise la défense sanitaire contre une maladie endémique transmise par un insecte et comment elle est complétée par les mesures préventives qu'il convient d'appliquer à toutes les collectivités indigènes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

L'exemple du *paludisme* permet de montrer à quelle précision peuvent atteindre, d'une part les études biologiques dans la recherche des causes d'une maladie infectieuse et, d'autre part, les moyens à mettre en œuvre pour la prévenir.

Le paludisme, on le sait, est une maladie causée par un microbe spécial, l'hématozoaire de Laveran, qui parasite les globules rouges du sang. Elle se transmet naturellement de l'homme malade à l'homme sain par l'intermédiaire d'un insecte, le moustique anophèle. Il existe de nombreuses espèces d'anophèles, parmi lesquelles certaines espèces sont particulièrement aptes à transmettre la maladie.

Dans l'organisme humain, l'hématozoaire se multiplie par division d'une cellule initiale en de multiples cellules filles dont chacune pénètre dans un globule sanguin, se multiplie à son tour, disperse dans le sang une nouvelle éclosion de cellules filles. L'anophèle s'infecte en piquant un sujet malade, en absorbant certaines formes d'évolution de l'hématozoaire (gamètes) susceptibles de présenter dans l'organisme du moustique le phénomème de la fécondation et de se reproduire. Ces formes de reproduction gagnent les glandes salivaires. L'insecte ainsi infecté communique la maladie à l'homme sain en inoculant par piqûre un peu de salive contaminée. Il ne s'agit donc pas d'un simple transport de l'élément infectieux. L'anophèle est un hôte intermédiaire dans l'organisme duquel le parasite subit des transformations profondes et se régénère.

Les anophèles pondent leurs œufs à la surface de l'eau. De ces œufs sortent des larves aquatiques qui donnent naissance en douze jours à un insecte ailé. Le choix des lieux de ponte varie d'une espèce à l'autre et nous verrons plus loin l'importance de cette observation. Il faut connaître les conditions d'existence de chaque espèce pour avoir quelque chance de la détruire.

Dans un groupement humain déterminé, le problème du paludisme repose sur les données suivantes :

a) la proportion des sujets humains parasités capables d'infecter les anophèles;

b) la proportion des espèces d'anophèles capables de transmettre activement l'infection;

c) la nature de ces anophèles vecteurs et leur biologie;

d) la fréquence des contacts effectifs possibles entre l'homme et l'insecte.

Puisque l'hématozoaire du paludisme subit une évolution cyclique nécessairement composée de trois stades : homme malade — anophèle — homme sain, la lutte antipalustre sera envisagée rationnellement de trois façons :

1° destruction des hématozoaires chez l'homme malade;

2° protection de l'homme sain contre la piqûre de l'anophèle;

3° suppression de l'anophèle, qui transmet le parasite.

Théoriquement, une seule de ces mesures rigoureusement appliquée suffirait à la suppression du paludisme. Pratiquement, dans les pays tropicaux, il est nécessaire de recourir à l'utilisation combinée de ces trois moyens qui compense les insuffisances d'exécution de chacun d'eux.

L'emploi de la *quinine* est le traitement spécifique du paludisme. Il est heureusement complété par l'action de la plasmochine et des dérivés du stovarsol. On arrive ainsi à détruire les hématozoaires chez l'homme malade, à stériliser les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

porteurs de germes. Il est possible de mettre l'organisme en état de détruire les formes jeunes d'hématozoaires au moment de la piqûre de l'anophèle, en faisant absorber aux sujets sains des doses journalières peu élevées de quinine. C'est la méthode de défense par la quinine préventive.

L'usage de la *moustiquaire* et des maisons grillagées est le moyen de protection contre les piqûres de l'anophèle, applicable aux Européens ou aux petits groupements. Pour les collectivités importantes, la mesure la plus efficace consiste à éloigner les cantonnements à une distance telle des points d'eau que la puissance de vol de l'anophèle ne puisse la franchir.

C'est la *destruction des moustiques* qui est la méthode la plus sûre. Elle s'adresse, d'abord aux insectes ailés, dans les locaux habités, par la capture manuelle au moyen de filets, la désinfection chimique, l'enfumage, l'emploi de pièges. Mais c'est la lutte contre les larves aquatiques qui a surtout retenu l'attention depuis l'assainissement de régions hyperendémiques comme Ismaïlia, sur le canal de Suez, et « la zone du canal » à Panama. Tout petit réservoir d'eau qui est vidé tous les huit jours ne peut servir de berceau aux moustiques dont l'évolution de l'œuf à l'insecte parfait demande au moins 12 jours dans les pays chauds. De très nombreux procédés sont employés simultanément pour la destruction des larves : l'assèchement des marécages par le comblement, le drainage, l'aménagement des cours d'eau, par la régularisation de leurs bords, le faucardage, la transformation des bords par le débroussaillement, les pâturages, les jardins potagers, le peuplement en poissons, crustacés, batraciens voraces qui se nourrissent de larves, la modification des gîtes par l'épandage à la surface des eaux mortes d'une mince pellicule de pétrole, de mazout, qui asphyxie les larves, ou de toxiques, le stoxal, le vert de Paris qui les empoisonnent. On emploie même aujourd'hui les avions pour projeter ces substances à la surface des grands marécages [2].

Encore faut-il pour déterminer le moyen efficace, connaître les anophèles de la région intéressée et leur biologie. *Anophèles Vagus* et *A. Kochi* se multiplient dans les gîtes boueux, malodorants. *A. Umbrosus* pullule à l'abri de la végétation la plus dense. *A. Maculatus* recherche, au contraire, les eaux claires courant sur un fond rocheux ensoleillé. *A. Minimus* et *A. Aconitus* se rencontrent dans les méandres des cours d'eau protégés contre le soleil par de grandes herbes. Ces différences biologiques expliquent les retours offensifs de la maladie dans certaines régions, à la suite des premiers travaux d'assainissement qui ont produit une amélioration manifeste. La modification du terrain nuisible à une espèce déterminée a créé des conditions favorables à la multiplication d'une autre. Une étude insuffisante de la faune anophélienne peut entraîner des sacrifices matériels inutiles et faire naître des doutes sur la valeur de la lutte antilarvaire. Une liaison permanente est donc indispensable entre l'hygiéniste, l'entomologiste, l'ingénieur sanitaire, les chefs d'exploitation, consciente de la complexité du problème qui se pose dans chaque cas particulier et des ressources variées d'une prophylaxie qui repose sur des données scientifiques précises.

(2) Henry G. S. Morin et P. Martin (*Archives des Instituts Pasteur d'Indochine,* avril 1933); — Henry G. S. Morin et L. Robin, *Indications pratiques pour le drainage des terres en vue de la prophylaxie antipaludique* (*Bulletin économique de l'Indochine,* septembre-octobre 1933).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

L'installation d'une mine ou d'un chantier est décidée. L'emplacement est choisi. Les travaux vont commencer. A quel moment les services d'hygiène vont-ils intervenir?

Il ne suffit pas que la direction de l'exploitation fixe le choix des emplacements où s'élèvera la cité ouvrière, d'après la commodité du service ultérieur, avec la préoccupation de prendre les mesures opportunes dictées par des constatations superficielles. Il existe dans la région de petits villages d'indigènes autochtones dont l'état de santé paraît bon, un cours d'eau dont la limpidité sur un lit de roche écarte tout soupçon. Aucun danger apparent.

Une enquête méthodique ne tardera pas à montrer combien ces observations sont trompeuses. Ces autochtones sont des porteurs « silencieux » d'hématozoaires qui vivent dans une sorte d'équilibre avec leurs parasites et s'accommodent au moins relativement de leur présence. En effet, la mortalité infantile est considérable. Seuls résistent les sujets particulièrement robustes. Mais ces enfants privilégiés présentent presque tous une rate volumineuse, ils ont de fréquents malaises au cours desquels il est aisé de déceler dans le sang circulant l'hématozoaire de Laveran, signature certaine de l'infection palustre. Les adultes eux-mêmes sont sujets à des indispositions bénignes de même origine. Les rives du cours d'eau sont creusées d'anfractuosités protégées contre le courant; des larves de moustiques pullulent parmi lesquelles l'entomologiste reconnaît des espèces d'anophèles, vectrices de l'hématozoaire. Que les premières équipes d'ouvriers sains campent sur le bord du cours d'eau au voisinage des villages et les trois éléments nécessaires et suffisants pour déterminer une véritable épidémie de paludisme seront réunis : homme infecté — anophèle — homme sain. En quelques mois, l'effectif sera indisponible, les cadres européens n'échapperont pas à l'infection. De nombreux décès jetteront sur le chantier un discrédit qui rendra le recrutement des travailleurs de plus en plus difficile. Le danger est-il reconnu, les cantonnements seront construits dans un endroit surélevé, bien ventilé, hors de portée des anophèles, à une distance suffisante des villages d'autochtones. Tous les moyens de prophylaxie seront mis en œuvre. Si le paludisme n'est pas totalement supprimé, il est immédiatement enrayé dans des conditions suffisantes pour permettre la mise en marche de l'exploitation.

Une prospection sanitaire avant le commencement de l'installation est donc indispensable.

*
* *

Dans un pays neuf, paludéen, les premiers travaux de déboisement, de terrassement sont confiés d'ordinaire à la main-d'œuvre résistante et peu coûteuse, recrutée dans les environs les plus immédiats du chantier. Les premières équipes d'ouvriers spécialisés, importés de régions souvent très éloignées sont chargées des ouvrages plus délicats. Ainsi se trouvent en contact immédiat des sujets autochtones, porteurs silencieux d'hématozoaires, et des sujets importés, très sensibles à l'infection.

S'il n'existe pas d'anophèles dans la région où ces éléments sont réunis, le paludisme ne se manifeste pas. C'est ainsi que, au Cambodge, un plateau de 15.000 ha a pu être défriché et planté dans les meilleures conditions sanitaires malgré le contact d'un contingent autochtone impaludé et d'un contingent sensible importé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce plateau, couvert de forêts, ne présentait pas de cours d'eau ou de marécages favorables à la multiplication des anophèles. L'insecte vecteur faisait défaut.

Mais voici un cas tout différent rapporté par les frères SERGENT. Sur le chemin de fer de Turenne à Marina (Algérie), deux chantiers étaient situés de part et d'autre de l'Oued Tafna dont le lit encaissé servait de gîte à de nombreuses larves d'*anophèles Maculipennis*, le seul gîte de la région. Ils étaient distants tous les deux de 1.500 m de l'oued à la même altitude. L'un des chantiers où travaillaient uniquement des Européens resta indemne. Le second, où travaillaient des Européens et des Marocains et près duquel était installée une smala importante, fut le siège d'une grave épidémie de paludisme qui atteignit 67 p. 100 de l'effectif. Dans le premier se trouvaient des individus sains et des insectes vecteurs; manquaient les porteurs d'hématozoaires. Dans le second, les trois éléments nécessaires à la contagion étaient réunis.

Citons enfin un troisième exemple qui complète la démonstration. En 1928, les contingents ouvriers employés à la construction des piles du pont de la Lagna (à la frontière de la Cochinchine et de l'Annam) sont durement frappés par le paludisme. Les décès sont nombreux. Le chef de chantier européen ne peut rester plus de trois mois et est évacué gravement malade. Quelques mois plus tard, une autre entreprise procède à la pose d'une passerelle provisoire Eiffel sur les piles du pont. Les travailleurs ne souffrent pas de paludisme. Les conditions sont en apparence les mêmes. Dans le lit de la rivière, les eaux raréfiées en saison sèche présentent des larves d'anophèles, certainement dangereuses. Les campements sur les bords du Song Lagna sont situés sur les mêmes emplacements. Une seule différence : les équipes de coolies autochtones, les Moïs, travaillaient au déboisement et aux échafaudages avec le premier contingent annamite employé à la construction des piles, les campements étaient voisins. Au contraire, au moment de la pose de la passerelle, ces équipes autochtones s'étaient éloignées et habitaient à 2 km au delà. L'éloignement des porteurs d'hématozoaires avaient rompu le cycle de la contagion et ne laissait en présence que les individus sains et les insectes vecteurs lesquels ne pouvaient plus s'infecter [3].

Quelles que soient les précautions prises, les premières équipes appelées sur un chantier pour procéder à l'aménagement du terrain et des cantonnements échappent difficilement aux affections endémiques du pays et de sa population autochtone. Elles constituent un foyer de contagion pour les nouveaux arrivants. Il est donc indiqué d'éloigner ces travailleurs contaminés avant l'arrivée des contingents ouvriers définitifs, qui prendront place dans des cantonnements assainis et bien aménagés, où ils ne trouveront ni porteurs d'hématozoaires, ni anophèles récemment infectés.

*
* *

Quelles sont les conditions hygiéniques des cantonnements ouvriers sur les chantiers?

Toutes conditions d'hygiène étant égales d'ailleurs, l'emplacement des habitations est le facteur dominant d'un bon état sanitaire des collectivités indigènes dans les régions palustres. La condition essentielle est de mettre les cantonnements hors de

(3) MESNARD et BORDES, *L'importance du réservoir du virus autochtone dans la lutte contre le paludisme en Indochine* (*Bulletin de la Société de Pathologie exotique*, 1930).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

portée des anophèles, à 1.500 ou 2.000 m par exemple, des gîtes d'élection des insectes transmetteurs, du moins à une distance telle que la densité anophélienne à l'arrivée soit réduite pour ramener les dangers de contamination à des proportions pratiquement négligeables.

Les habitations seront construites sur un sol bien asséché, défriché, dont les abords seront mis en jardins potagers ou en pâturages. Un déboisement étendu assurera une ventilation et une insolation les plus larges. Ce sont tous les progrès de la vie humaine, la destruction de la nature sauvage, l'extension des cultures qui, suivant l'expression de ROUBAUD, « rompant les rapports intimes entre l'homme et l'anophèle, font régresser le paludisme ».

Contrairement à un préjugé très répandu, la nature des matériaux de construction des habitations est une considération d'ordre secondaire. Mieux vaut un campement de paillotes sur un terrain bien choisi et bien aménagé que les maisons de briques les plus confortables près des cours d'eau, des mares, des sources, gîtes d'élection des anophèles.

Le type des maisons peut être variable; qu'il s'agisse de cases familiales ou de maisons compartimentées, l'état du sol retiendra particulièrement l'attention. Il devra en tout cas constituer une surface unie et résistante. Des caniveaux, cimentés de préférence, bien entretenus assureront l'écoulement des eaux ménagères dans des drains d'évacuation.

Les greniers à grains, les magasins où seront mis en réserve les substances alimentaires seront placés hors des cantonnements et protégés contre l'invasion des rats. Les réserves de bois à brûler, où nichent souvent des rongeurs, seront placées à une certaine distance des maisons. La puce du rat transmet la peste à l'homme. Toute mortalité annoncée sur les rats commande une enquête immédiate du service d'hygiène.

La multiplication des rats est sous la dépendance de la richesse de leur nutrition. Les débris alimentaires, déchets de cuisine, seront recueillis et détruits tous les jours. Tout cantonnement sera pourvu de fours d'incinération où seront enfermés tous les détritus balayés quotidiennement. Le modèle des fours de campagne utilisés pendant la guerre, notamment à l'armée d'Orient, d'une construction simple et peu coûteuse, suffit à cet usage.

L'incinération des ordures ménagères, qui, par suppression des déchets alimentaires, éloigne les rats dans les forêts voisines, empêchera en même temps la pullulation des mouches. Ces insectes sont des agents de transmission fréquents et actifs des dysenteries, de la fièvre typhoïde, du choléra, etc.

Les mouches se multiplient dans les lieux d'aisance. A défaut de fosses septiques et de moyens d'incinération, les matières fécales seront émises dans des fosses sur un terrain choisi de telle sorte que la contamination des points d'eau par infiltration ne soit pas à redouter. Ces puits, de 3 à 6 m de profondeur, seront utilisés jusqu'au moment où leur contenu arrivera à 3 m de la surface du sol. A ce moment, ils seront comblés et déplacés. Un puits, dans ces conditions, peut être utilisé par 60 individus pendant 200 jours. Entre 6 et 3 m de profondeur, l'accès de la lumière et de l'air est insuffisant pour permettre l'éclosion des œufs de mouches.

Ce dispositif met en outre à l'abri d'un autre danger, l'*ankylostomiase*. Bien connue en Europe sous le nom d'anémie des mineurs, elle est due à un ver némathelminthe qui habite à l'état adulte l'intestin grêle (duodénum) et dont les œufs

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sont rejetés avec le contenu intestinal. Ces œufs éclosent à la surface du sol et donnent naissance à des larves qui pénètrent dans l'organisme humain par la peau des pieds et des jambes pour arriver à la fin d'un long voyage à travers nos organes, dans le duodénum où elles atteignent l'état adulte. Les ankylostomes se nourrissent essentiellement de muqueuse intestinale qu'ils broutent en provoquant de petites hémorragies intestinales. Ils exercent en même temps une action spoliatrice, une action toxique par les toxines qu'ils sécrètent, une action traumatique par les petites plaies qu'ils déterminent, lesquelles permettent aux microbes de l'intestin d'envahir l'organisme. Dans les cas les plus graves on a pu compter de 1.000 à 3.000 parasites dans l'intestin grêle d'un seul individu. La présence de 1.000 ankylostomes, 500 mâles et 500 femelles, correspond à l'émission de 15.000 à 18.000 œufs par gramme de matière fécale. On conçoit avec quelle rapidité l'émission sur le sol des œufs de ce parasite redoutable peut retentir sur l'état sanitaire d'un groupement indigène. Le rendement peut être diminué pour cette seule cause de 10 à 80 p. 100 de la capacité de travail. Ce danger existe dans toutes nos colonies. Or la larve d'ankylostome peut parcourir même dans une direction verticale jusqu'à 3 m le long de parois humides de terre ou de maçonnerie. La fermeture des fosses d'aisance à une distance minimum de 3 m de la surface suffit à la destruction du parasite.

Dans les galeries de mines, les larves éclosent dans la boue ou sur le sol humide et s'accumulent sur les parois et sur les boisages. Les œufs n'éclosent pas au-dessous de 14° et au-dessus de 37°. En Europe, il est possible d'abaisser la température par une aération et une ventilation énergiques, résultat beaucoup plus difficile à obtenir dans les pays chauds. L'emploi d'antiseptiques tels que le lysol, le lait de chaux, le sulfate ferreux peut rendre des services. Mais il est évident que les mesures préventives seront beaucoup plus efficaces : guérison des porteurs de vers, lutte contre le péril fécal à la surface du sol, éducation hygiénique des chefs de chantiers et des travailleurs.

L'eau peut être le véhicule d'une foule de maladies : choléra, dysenteries amibiennes (abcès du foie) et bacillaire, fièvre typhoïde, diarrhées diverses et notamment infantile, helminthiases (vers intestinaux), etc., etc. Même en dehors des maladies nettement hydriques, la morbidité et la mortalité d'une population diminuent notablement à mesure que la quantité et la qualité de l'eau s'améliorent. Cette règle d'hygiène générale est commune à tous les climats. Elle revêt une importance capitale sous les tropiques.

Installer les cantonnements ouvriers sur le bord des cours d'eau, c'est la solution du moindre effort qui fournit à la fois l'eau courante en abondance à proximité et l'égout collecteur. Elle a l'inconvénient, nous l'avons vu, de rapprocher les individus sensibles des gîtes de certains anophèles redoutables, vecteurs du paludisme. En Afrique, l'habitat de prédilection de *Glossina palpalis*, ou mouche tsé-tsé, est la forêt-galerie qui entoure le lit des grands fleuves africains. C'est à l'ombrage de leurs berges qu'elles déposent leurs pupes. Elles piquent les individus venant au fleuve pour se laver, puiser de l'eau, et leur transmettent la *maladie du sommeil*.

Tout groupement humain doit par suite être éloigné des points d'eau naturels. D'où la nécessité d'élever l'eau des cours d'eau dans les cantonnements ou de creuser des puits pour utiliser l'eau de la nappe souterraine. Quelle que soit la dépense de telles installations, elle répond à des dangers si connus qu'elle ne saurait être différée lorsque les services sanitaires les prescrivent dès le début des travaux. Le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

problème de l'approvisionnement en eau ne peut être résolu que par l'hygiéniste et le laboratoire.

Les eaux de lavage seront employées brutes. L'eau destinée à la *boisson*, lorsqu'elle est impure, ce qui est le cas le plus fréquent, doit être épurée et stérilisée par l'une des nombreuses méthodes bien connues qui réalisera le maximum de sécurité et de facilité d'emploi. La javellisation sous ses formes diverses est le plus souvent la technique de choix pour la stérilisation. Quel que soit le procédé choisi, son application devra être correcte. A l'eau chaude, malodorante et de goût désagréable, l'indigène préférera toujours l'eau de la mare ou du cours d'eau voisin. Les demi-mesures dans l'assainissement de l'eau sont des dépenses inutiles.

Mais en évitant les dangers naturels des points d'eau, il faut se garder de créer de nouveaux dangers artificiels. Protection des puits, fermetures grillagées de leurs orifices, écoulement de l'eau répandue aux points où elle sera puisée, empierrement des abords des abreuvoirs où piétinent les animaux, sont des précautions élémentaires. Les jarres et récipients divers devront être renversés et vidés une fois par semaine. En admettant même que les cantonnements aient été mis hors de portée des anophèles, insectes sauvages, les récipients divers placés autour des habitations peuvent devenir des milieux de culture pour les larves de moustiques qui vivent près de l'homme, insectes domestiques, tels que le *Stégomia* (*aedes*) qui transmettent la fièvre jaune, certaines filarioses, la dengue et les culex, vecteurs de filarioses.

* * *

Voilà donc entièrement constituée, par un premier contingent de travailleurs, avec tous les aménagements hygiéniques nécessaires, la cité ouvrière dont l'état sanitaire est la condition première du bon rendement de l'exploitation. Le moment est venu d'y transporter les indigènes, recrutés dans les régions assez peuplées pour fournir une main-d'œuvre inemployée.

L'expérience a prouvé que certaines transplantations donnent de mauvais résultats. A Madagascar, le Hova, bon ouvrier sur les hauts plateaux, fournit à la côte un rendement médiocre. En Afrique occidentale, les indigènes originaires des régions sèches du Soudan ont présenté une moindre résistance sur les chantiers de chemin de fer de la Côte d'Ivoire. Au Cameroun, l'état sanitaire des populations forestières du Sud a été beaucoup plus mauvais, dans les mêmes conditions d'existence, sur les chantiers de chemin de fer hors de la forêt, que l'état sanitaire des cultivateurs venus du Nord. En Indochine, les Annamites des deltas résistent mieux sur les chantiers des plaines que dans les hautes régions montagneuses. La surveillance sanitaire devra donc être d'autant plus attentive que les différences climatiques seront plus marquées entre les pays d'origine du travailleur et les régions colonisées.

Quoi qu'il en soit, un triage devra être effectué parmi les indigènes recrutés, pour sélectionner les sujets robustes et indemnes d'affection transmissible. Question d'appréciation pour le service médical, d'une rigueur absolue pour les affections telles que la lèpre, la tuberculose, la maladie du sommeil, le pian, le paludisme grave, les gros ulcères phagédéniques, plus tolérant vis-à-vis des affections banales dont l'exclusion rendrait impossible tout recrutement important.

Les engagés devront subir la vaccination antivariolique. Les races colorées manifestent vis-à-vis de cette maladie épidémique, qui règne dans toutes les parties du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

monde, une réceptivité plus grande encore que l'Européen. Si ce fléau redoutable de nos populations coloniales a progressivement disparu sous notre influence, il reste un danger latent qui reparaît dès que notre vigilance se ralentit. Les autres vaccinations préventives n'interviendront, en raison de la durée limitée de l'immunité qu'elles confèrent, qu'en présence de menaces épidémiques précises.

Dans une région où sévirait la fièvre récurrente transmise par les poux, il serait indiqué de procéder à l'épouillage des nouvelles recrues, sans se dissimuler toutefois la difficulté de protéger des collectivités indigènes contre des parasites dont les offensives incessantes triomphent souvent des mesures de protection. Ce sont encore les poux qui transmettent le typhus exanthématique.

Mentionnons, en passant pour n'y plus revenir, le danger des tiques, insectes qui transmettent une forme de fièvre récurrente, la fièvre pourprée des Montagnes Rocheuses, la fièvre fluviale du Japon, et qu'il faut détruire comme les punaises de nos pays par la désinfection des habitations, du sol, du couchage et des vêtements.

Groupés au point de départ, les indigènes auront parfois à parcourir, en plusieurs étapes, de longues distances. Ce voyage ne doit pas être livré au hasard. Des gîtes d'étapes seront préparés à l'avance sur les points du parcours les plus sains et abriteront les travailleurs contre le froid, le vent et les pluies torrentielles. Les moyens de transport rapides, bateaux, chemin de fer, cars automobiles, lorsqu'ils sont utilisables, réduisent aujourd'hui la durée du déplacement. La longueur des étapes à pied sera fixée d'avance. La quinine préventive sera donnée tous les soirs à l'arrivée à l'étape, dans les régions palustres, etc. La nourriture sera surveillée. Trop souvent l'indigène recevant au départ les rations nécessaires pour le voyage les a vendues ou jouées avant de se mettre en route. Tous les moyens seront mis en œuvre pour éviter le surmenage, la sous-alimentation, les intempéries, qui rendent l'indigène plus vulnérable aux maladies endémiques latentes dans les régions qu'il traverse.

Dès que, en Afrique, on mobilise des indigènes, dans leur pays même, on voit fréquemment apparaître, sous l'influence de la fatigue et du refroidissement, deux affections redoutables par la mortalité qu'elles entraînent : la pneumonie, avec les complications septicémiques et méningées, et la dysenterie bacillaire. Transmises par contact d'hommes à hommes, par les souillures du sol et par les mouches, elles déciment rapidement les collectivités ouvrières en déplacement et même les agglomérations sédentaires.

Le danger qui résulte des intempéries et du refroidissement a déterminé certains gouvernements coloniaux à imposer la fourniture aux travailleurs de vêtements chauds et de couvertures dès l'embauchage, en prévision des risques du transport du pays d'origine sur les chantiers, et non au point d'arrivée. Cette mesure tend heureusement à se généraliser. Encore faudra-t-il apprendre à l'indigène à se servir de ces vêtements qu'il met volontiers et qu'il ne veut plus quitter même pendant les heures chaudes de la journée, s'exposant ainsi à une sudation abondante, cause de refroidissement brusque au moindre courant d'air.

La distribution de jambières recouvrant les jambes jusqu'au cou-de-pied est recommandée pour éviter les ulcères phagédéniques, qui se développent insidieusement à partir d'une lésion initiale minime de la peau, atteignent la dimension de la paume de la main et détruisent profondément les tissus, maladie chronique qui arrive à créer des indisponibilités très nombreuses et de durée très prolongée. En

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1905, aux chantiers de chemin de fer du Haut Tonkin, 50 p. 100 des Annamites de certains contingents ont présenté ces ulcères rebelles provoquant des indisponibilités et des rapatriements très nombreux.

*
* *

Enfin, arrivés dans les conditions les plus favorables dans des cantonnements bien aménagés, ces indigènes vont connaître une vie nouvelle.

Le problème de l'alimentation retiendra tout d'abord l'attention. L'administration coloniale a imposé presque partout la distribution aux ouvriers de vivres en nature sur la base de la ration des troupes locales. Dans leurs villages, ayant à leur disposition toute la variété des produits alimentaires auxquels leur goût est adapté, les indigènes sont, en général, insuffisamment alimentés, sinon en quantité du moins en qualité. Leur ration alimentaire est mal équilibrée et la préparation culinaire est défectueuse. D'ordinaire, les hydrates de carbone représentent l'élément dominant au détriment des matières grasses et azotées. La preuve matérielle en a été fournie par le développement du poids, l'embonpoint, par l'état de santé florissant des troupes indigènes transportées en France pendant la guerre et soumises en grande partie à l'alimentation européenne.

Cette sous-alimentation s'aggrave lorsque l'absence de centres indigènes naturels, rend le ravitaillement très difficile, et que la suppression de la vie familiale met la préparation des aliments entre les mains de cuisiniers improvisés. Les travailleurs en sont alors réduits au riz, au miel, au poisson sec, aux légumes secs, souvent trop cuits, et manquent presque totalement de viande fraîche, de légumes, de fruits. C'est alors qu'apparaissent les avitaminoses, les œdèmes indéterminés, le béribéri aggravé par l'ankylostomiase, ou anémie des mineurs, maladies parmi lesquelles un certain nombre de symptômes communs, difficiles à dissocier, créent un des problèmes les plus complexes de la pathologie exotique. Elles favorisent le développement et l'aggravation des maladies endémiques, de toutes les infections et conduisent inévitablement au rapatriement de malades que les soins hospitaliers ne peuvent plus rendre à l'activité des chantiers.

Jusqu'au moment où une exploitation définitivement fixée a réussi, par un assainissement méthodique, à rendre possible la vie familiale dans les villages où se développe l'existence normale des indigènes, les cultures maraîchères traditionnelles, l'élevage des animaux domestiques, les relations commerciales avec les régions habitées les plus proches, la direction d'une exploitation doit subvenir à l'alimentation saine, abondante et variée de ses ouvriers, contrôler la préparation et la distribution des repas.

Cette sollicitude est un des principaux éléments du bon état moral des indigènes, essentiel au bon rendement des travaux entrepris. Cet état moral sera favorisé par un groupement heureux des travailleurs d'après leurs lieux d'origine, la similitude de leurs goûts. La vie sociale doit reprendre son rythme normal par les jeux, les danses, les chants nationaux, qui seront heureusement complétés par les exercices sportifs et même des films cinématographiques bien choisis, qui pénètrent de plus en plus dans les grands centres indigènes.

La création d'une école pour les enfants, sous la direction d'un instituteur indigène, est, au point de vue qui nous intéresse, un moyen très efficace de dépister à l'origine, sur ces sujets très sensibles, les facteurs pathologiques qui menacent la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

collectivité, exercer une surveillance constante sur leur état de santé et faire l'éducation hygiénique des jeunes générations.

Enfin, les nouveaux arrivants seront entraînés progressivement à l'effort qui leur sera demandé. La durée de la journée de travail et les heures de repos et d'activité seront variables avec les saisons. Dans les pays paludéens, tout travail de nuit sera interdit. Il serait, en effet, fort dangereux d'exposer, pendant la nuit, à la piqûre des anophèles sur les chantiers, les hommes pour la protection desquels tant de précautions auront été prises dans leurs cantonnements. Des imprudences de cet ordre peuvent réduire à néant le résultat heureux des mesures prophylactiques exécutées pour combattre le paludisme.

*
* *

Le médecin d'un chantier ou d'une mine aux colonies a la direction de deux services distincts :

1° Le *service médical proprement dit*, qui comporte une infirmerie-ambulance où sont hospitalisés les malades (médecine et chirurgie d'urgence), les consultations médicales, les vaccinations, la visite des cantonnements et des chantiers pour le contrôle de l'état général des travailleurs, le dépistage des sujets fatigués qui ne se présentent pas spontanément à la consultation, des maladies latentes dont l'extension provoquera une manifestation soudaine d'indisponibilités nombreuses (troubles intestinaux ou pulmonaires, ulcères phagédéniques au début, états fébriles larvés, etc.);

2° Le *service d'hygiène*, constitué par des équipes sanitaires qui, tous les jours, parcourent les cantonnements et les chantiers, contrôlent les mesures de nettoyage, de destruction des détritus de toutes sortes, les fosses d'aisance, l'évacuation des eaux usées, les flaques d'eau, le fonctionnement des drains d'assèchement, etc..., vérifient le bon fonctionnement d'épuration de l'eau potable, la qualité des vivres, les cuisines, la distribution du repos, en un mot, l'application correcte de toutes les prescriptions hygiéniques.

Le médecin, placé sous le contrôle de l'Inspecteur général du Service de Santé, est en relation avec l'Institut d'Hygiène ou l'Institut Pasteur de la colonie. Il trouve dans ces laboratoires la documentation et les conseils qui lui sont nécessaires, la collaboration d'un personnel spécialisé, microbiologistes, chimistes, entomologistes, vétérinaires, pour les recherches épidémiologiques, les enquêtes sur les maladies endémiques du pays, la question de l'eau, des aliments, la détermination des insectes vecteurs de germes infectieux.

Ce service est assuré dans nos grandes colonies par les filiales de l'Institut Pasteur de Paris, en Indochine (Instituts de Nhatrang, Saïgon, Hanoï, laboratoire de Pnompenh, Hué), en A. O. F. (Dakar), en A. E. F. (Brazzaville), à Madagascar (Tananarive) et dans les autres colonies par l'Institut d'Hygiène central. Ces établissements sont devenus un des éléments indispensables au développement économique de notre empire colonial.

La direction de l'exploitation et le médecin font appel si possible aux ingénieurs sanitaires qui devraient faire partie du personnel de toutes les directions des travaux publics. L'Indochine a créé cette spécialisation qui existe dans les grandes colonies anglaises et néerlandaises. Une telle collaboration permet aux grandes exploitations

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

coloniales d'éviter les dépenses d'essais coûteux et inutiles et d'avoir le bénéfice immédiat des résultats d'une expérience acquise par les travaux d'assainissement dans le monde entier.

*
* *

Le but poursuivi, en abordant cet aperçu rapide et forcément incomplet de l'organisation des chantiers et des installations minières aux colonies, sera atteint si trois constatations se dégagent clairement de cet exposé :

1° La complexité du problème posé par la constitution de collectivités ouvrières qui doivent être défendues contre le climat, contre les multiples dangers de maladies endémiques et épidémiques latentes, contre les habitudes ancestrales des indigènes;

2° La possibilité de les protéger par les acquisitions précises de l'hygiène et de la médecine préventive;

3° L'intérêt que présente l'application des mesures prophylactiques pour la sauvegarde et le développement des races indigènes, préoccupation constante de la colonisation française, et pour le succès matériel de la mise en valeur de notre domaine colonial.

Sans doute n'est-il pas possible de réaliser dans tous les cas le programme intégral que l'hygiène et la médecine préventive sont actuellement capables de formuler. Le génie épidémique, comme on disait autrefois, l'emporte encore trop souvent sur les moyens de défense qui lui sont opposés. Les entreprises naissantes dont l'avenir est incertain arrivent difficilement à faire face aux sacrifices matériels qu'impose la prévision de dangers éventuels. Il ne faut pas méconnaître ces difficultés.

Elles ne seront vaincues que par la compréhension réciproque, la collaboration éclairée, la coordination incessante dans un effort commun des ingénieurs, des colons et des hygiénistes coloniaux qui sauront s'inspirer de cette pensée d'Albert Calmette : « Les dépenses faites pour la sauvegarde de la santé publique sont les seules productives de richesses puisqu'elles protègent le capital humain; si elles grèvent maintenant le budget, elles constituent en réalité le plus fructueux des placements d'épargne. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LES MOUTONS DE PLEIN AIR D'APRÈS M. TROUPEAU-HOUSAY

par M. Georges WERY, *secrétaire général de la Société d'Encouragement.*

Alors que l'agriculture souffre d'une crise aiguë, tenant surtout à la dépréciation du prix de ses produits, il faut savoir gré aux agronomes qui signalent ses rares spéculations restées lucratives à la condition qu'elles soient bien conduites. C'est le service que vient de rendre M. Jean Troupeau-Housay, Ingénieur agricole, agriculteur-éleveur, en écrivant un petit volume de 148 pages[1] où il consigne les résultats de son expérience sur l'élevage et l'engraissement du mouton en plein air.

Cet excellent livre est accompagné d'une suggestive préface de M. Henry Girard, le savant agriculteur de l'Ile-de-France.

De toutes les productions agricoles, c'est la viande de mouton qui, depuis 30 ans, bénéficie des cours les plus stables et les plus élevés. Les mercuriales du marché de La Villette établissent, en effet, que les prix extrêmes du kilogramme de bœuf, de veau, de porc et de mouton sont, respectivement, aujourd'hui, de 7,20 fr, 13,30 fr, 10,56 fr, et 17 fr; alors qu'ils étaient en 1914 de 1,90 fr, 2,10 fr, 1,50 fr et 2,80 fr. Depuis 1900, la viande de mouton est celle qui résiste le mieux à la débâcle. Son cours représente encore celui de 1914 multiplié par le coefficient 6 alors qu'il faut descendre au coefficient 4 pour le bœuf.

Ajoutons que de toutes les spéculations c'est celle qui renouvelle le capital dans le minimum de temps, circonstance précieuse. En effet, une brebis porte 5 mois et son agneau est propre à la boucherie à 5 mois. Il atteint alors le poids de 35 à 40 kg. Son prix de vente est sensiblement égal à celui de sa mère. On obtient donc théoriquement le renouvellement du capital en moins d'un an.

Et, cependant, chaque année, nos agriculteurs abandonnent davantage l'élevage des ovins. Il ne cesse de décroître. Le troupeau français, qui comprenait, il y a 80 ans, au moins 33 millions de têtes, n'en compte plus que 10 millions. En 1931, nous avons importé 500.000 ovins, en 1932, 600.000. Si cette dépécoration continue à pareille cadence, dans 35 ans nous n'aurons plus de moutons!

Il y a là une situation vraiment paradoxale. Comment l'expliquer? Et surtout comment y remédier?

On l'attribue communément au développement progressif de la culture intensive. Elle supprime, en effet, les longs parcours que réclame le mouton pour se nourrir. On accuse aussi la difficulté croissante de trouver de bons bergers. Certes, ces explications renferment une bonne part de la vérité. Mais M. Troupeau-Housay s'en prend surtout au mode d'élevage qui est généralement suivi en France. Au lieu de laisser les animaux vivre en plein air, comme la nature semble y inviter, dans des herbages où ils trouvent leur nourriture à peu de frais, nous les enfermons, une grande partie de l'année, dans des bergeries closes, procédé contraire à l'hygiène et trop coûteux.

(1) *Moutons de plein air*, par Jean Troupeau-Housay, ancien agriculteur-éleveur, ancien élève de l'École nationale d'Agriculture de Grignon. 1 vol. Librairie agricole de la Maison rustique, édit., 26, rue Jacob, Paris, 1934.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les chiffres qu'ont publiés en 1931, M. Lauvray, l'éleveur, et M. Leroy, le zootechnicien, tous deux bien connus, chiffres que reproduit M. Troupeau-Housay, établissent que le bénéfice d'un élevage ainsi conduit ne consiste, en définitive, que dans la valeur fertilisante du fumier, valeur non monnayable d'ailleurs; et encore ne tient-on pas compte dans les dépenses du loyer de la terre! Chacun comprendra que, dans ces conditions, les agriculteurs se détournent de l'élevage du mouton.

Les références fournies par MM. Lauvray et Leroy se rapportent à un troupeau de 250 brebis, considéré comme un élevage-type pour une ferme de 250 ha.

M. Troupeau-Housay montre que, contrairement à l'élevage en bergerie, la production du mouton en plein air donne des bénéfices raisonnables, parce que :

1° Les brebis, bénéficiant d'une existence plus hygiénique, sont sensiblement plus prolifiques; alors que 250 brebis tenues en bergerie ne mettent bas annuellement que 235 agneaux; en plein air elles en donnent 375;

2° Le troupeau se nourrissant exclusivement, ou presque, de l'herbe des prairies, son alimentation est plus économique. Il utilise mieux la nourriture parce qu'elle est constamment à sa portée et qu'il mange sans se presser:

3° L'hygiène des animaux est meilleure. Ils respirent un air pur au lieu de l'émanation du fumier. Les indigestions, les météorisations sont inconnues; les maladies et les épidémies sont rares;

4° La suppression des bergeries, coûteuses à construire comme à entretenir, amène une sérieuse économie;

5° Les frais de main-d'œuvre sont totalement supprimés pour les petits élevages, considérablement diminués pour les grands.

En s'appuyant sur les chiffres fournis par MM. Lauvray et Leroy, M. Troupeau-Housay a établi une comparaison, au point de vue économique, entre les deux modes d'élevage appliqués au même nombre de brebis, soit 250.

L'élevage en bergerie n'a laissé d'autre bénéfice que la valeur, impossible à monnayer, du fumier produit et il n'a pas été tenu compte du fermage.

L'élevage en plein air a laissé un profit de 35.225 fr, compte tenu du loyer de la terre, évalué à 17.500 fr.

Nous renvoyons le lecteur que cette question intéresse au livre de M. Troupeau-Housay; il y trouvera le détail du bilan de chacun des deux procédés.

Il faut insister sur ce fait essentiel qu'il y a une étroite relation entre le succès de l'élevage de plein air et la richesse du pâturage. Il est nécessaire que les animaux trouvent toujours devant eux une herbe ne dépassant guère 10 cm, c'est-à-dire jeune, et, par conséquent, tendre et nutritive, et qu'ils changent d'enclos avant que les plantes ne soient trop courtes, sinon ils les arrachent, comme on le leur reproche souvent.

L'éleveur soigneux atteindra ces deux résultats: d'abord en appliquant aux prairies la nouvelle méthode de culture intensive qui consiste essentiellement dans l'emploi, chaque année, d'une dose suffisante d'engrais chimiques (azote, potasse, phosphore), puis en répartissant les moutons par petites quantités, dans des paddocks. Ils y entreront dès que l'herbe aura atteint 10 cm de hauteur et ils en sortiront avant que leurs dents n'arasent le sol pour l'arracher. Il ne peut y avoir d'élevage intégral et lucratif du monton en plein air, dit M. Troupeau-Housay, sans une exploitation intensive des pâturages. Cet élevage est peu répandu en France, mais il est pratiqué dans le monde entier, particulièrement en Angleterre et en Hollande. Sauf pendant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les hivers exceptionnellement rigoureux, les animaux restent dehors. On ne leur offre tout au plus que des hangars fermés du côté des vents régnants. Mais la monte est faite de telle sorte que l'agnelage ait lieu au printemps.

Toutes les races ovines ne peuvent passer brusquement de l'élevage en bergerie à l'élevage en plein air. Il faut une transition que réalise l'élevage mixte. Il consiste à entretenir les animaux à la bergerie durant l'hiver et à les mettre au pré pendant la belle saison. Il ne leur fait courir aucun risque.

M. Troupeau-Housay sépare les races ovines françaises en deux catégories par une ligne qui part des Flandres pour aboutir au Pays basque. Les races naturellement propres à la vie de plein air habitent à l'Ouest de cette ligne; ce sont les races maritimes; les autres, à l'Est; ce sont les races continentales. Parmi les premières, les races du Boulonnais, du pays de Caux, du Cotentin, de l'Avranchin et du Poitou. On y ajoute celles de Dishley en Angleterre et du Texel en Hollande. Avant de pouvoir s'adapter à l'élevage de plein air, les représentants des autres races devront passer par l'élevage mixte.

M. Troupeau-Housay rappelle que l'agriculteur doit toujours tenir compte de la richesse du sol et de la qualité du climat. « Si, sur de très riches herbages, on peut élever des races perfectionnées permettant d'obtenir, avec des brebis du Cotentin, par exemple, une production annuelle de 15 agneaux par hectare, il ne faut pas perdre de vue qu'en France ce n'est que dans quelques régions privilégiées que de tels résultats pourront être obtenus et que le mouton étant un animal de terres pauvres se prête, en réalité, beaucoup plus à l'élevage extensif qu'à l'élevage intensif. Les régions de fertilité moyenne sont nombreuses en France. Étant donné la baisse des cours des céréales, nous considérons qu'en maintes situations, l'élevage des moutons en plein air est certainement le seul moyen d'obtenir du sol le plus grand profit net à l'hectare. »

Déjà, nous citons toujours M. Troupeau-Housay, un éleveur réputé, M. de Boisgrollier, a pu remettre en valeur des terres abandonnées du Centre-Sud de la France, grâce à des moutons charmois élevés en plein air. L'herbe suffit à leur entretien, aussi bien en été qu'en hiver. Les animaux l'ont passé dehors bien qu'ils aient eu à supporter des périodes de neige d'une quinzaine de jours; mais il y a une précaution qu'il faut prendre, c'est de réformer sévèrement les brebis qui n'ont pas de très bonnes dents. Incapables de tirer un parti suffisant de la végétation hivernale, particulièrement sèche et ligneuse, elles seraient dans de mauvaises conditions pour allaiter les agneaux au printemps.

La précocité des agneaux, la qualité de leur chair, celle de la laine sont supérieures chez les animaux de plein air. Il va sans dire qu'il ne s'agit pas de transformer toutes les grandes fermes productrices de céréales en fermes à moutons. Mais l'élevage de plein air peut rendre de grands services, notamment aux petits exploitants. Ils trouveront d'excellents conseils dans l'ouvrage de M. Troupeau-Housay.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LES RELATIONS AVEC LES INDIGÈNES [1]

par M. Georges HARDY, *recteur de l'Académie d'Alger, membre du Conseil de la Société d'Encouragement.*

MESSIEURS,

On me demande de vous parler des relations avec les indigènes. C'est là, vous le devinez, un bien gros sujet, et qui exigerait, pour être seulement ébauché, plus d'un entretien.

Je me contenterai donc de vous proposer, le plus simplement possible, quelques principes, qui me paraissent dominer la question.

*
* *

Le grand principe, l'axiome générateur, comme eût dit Taine, c'est, à mon sens, que la colonisation doit nous apparaître avant tout, à nous Européens du XX^e^ siècle, comme un devoir social.

On a tout dit des origines impures de la colonisation : c'est le fort qui s'impose au faible, c'est le civilisé qui profite de ses avantages pour exploiter le barbare ou l'attardé. Il y a là tout un passé trouble qu'il serait puéril de rayer de l'histoire.

A quoi il convient d'ajouter, d'ailleurs, que la colonisation est un fait acquis, bien acquis, fondé sur des accords internationaux, intimement mêlé à tous les actes de notre existence publique et privée, un de ces faits sur lesquels il est inutile de revenir, non point tant parce qu'ils sont légitimes ou simplement avantageux que parce qu'il est trop tard pour y revenir. C'est en réalité la manifestation d'un instinct général et profond, qui s'appelle l'instinct d'expansion et qui est une forme de la vie, de la vie tout court. Si bien qu'elle se présente, en fin de compte, non seulement comme un fait social ou psychologique, mais comme un fait proprement biologique et du même coup inévitable, destiné à se manifester aussi longtemps qu'il y aura des hommes.

Ce qu'il convient de retenir, en tout cas, c'est que la colonisation, quels que soient son origine et son passé, peut et doit être un merveilleux instrument de progrès humain, une occasion exceptionnelle de bienfaisance et d'entr'aide, et c'est ainsi qu'elle se légitime amplement.

Au cours de ces dernières années, un renversement de principes s'est manifestement opéré dans la doctrine coloniale. Personne, sauf quelques amateurs de paradoxes, ne songe plus à fonder la colonisation sur un droit de conquête, ni sur l'exercice de la force. On veut y voir une obligation morale, une contre-partie du droit d'aînesse ; c'est, comme dit Kipling, « le fardeau des Blancs ».

(1) Conférence faite par l'auteur le 13 mars 1933, au Muséum national d'Histoire nautrelle, et faisant partie du Cycle de Conférences organisées chaque hiver par le Bureau d'Études géologiques et minières coloniales, sous le haut patronage de M. A LACROIX, *secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.*

Cette étude fera partie d'un ouvrage en préparation par les soins de ce Bureau et qui sera publié dans quelques mois sous le titre *Introduction aux études minières coloniales* (Société d'Éditions géographiques, éditeur, Paris).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Encore faut-il que ce « devoir colonial » ne reste pas un vain mot. Puisque colonisation implique civilisation, il importe d'entendre par là, non point seulement le développement des ressources et le perfectionnement des moyens de production, mais aussi, et j'oserai dire surtout, l'amélioration des mœurs. En ce sens, il est indispensable que la colonisation, jusque dans ses moindres démarches, soit pénétrée de moralité.

Ne nous dissimulons pas, au demeurant, qu'il y a là une nécessité pratique. Les indigènes d'aujourd'hui ne sont plus ceux du lendemain de la conquête. Un peu partout, nous nous trouvons en présence d'une véritable opinion publique, et ses représentants, que nous prenons un peu trop à la légère pour de vulgaires meneurs, nous font clairement entendre que notre domination comporte au premier chef des engagements d'amélioration matérielle et sociale. De là, et d'un point de vue de simple sagesse, des précautions qu'il nous est interdit de négliger, si nous ne voulons pas être accusés de faillite.

Sans doute est-il permis d'affirmer que, même dans les régions les plus délaissées, l'arrêt des œuvres colonisatrices entraînerait fatalement une régression d'humanité, mais on peut affirmer aussi, au spectacle des difficultés qui surgissent de toutes parts, que notre colonisation sera résolument morale ou cessera d'être.

***

Or, s'il s'agissait seulement ici d'un devoir collectif, d'un devoir de nations, j'aurais en somme peu de raisons de le définir devant l'assemblée très spéciale que vous formez. Mais le devoir colonial, et je veux insister sur ce point, prend dans la plupart des cas une allure nettement individuelle. En effet, tandis que, dans la généralité de nos actions métropolitaines, l'individu tend à disparaître, à se neutraliser, à s'absorber dans l'effort commun, aux colonies, l'individu garde presque toujours un rôle éminent, et pour toutes sortes de raisons, qu'il me suffira d'indiquer brièvement.

L'Européen, même pourvu de fonctions modestes, joue dans les milieux indigènes un rôle central : il fait partie des cadres, il est un chef de file, plutôt qu'un exécutant. Et puis, quel que soit son champ d'action, il exerce un métier plus large que celui qu'il exerçait dans la métropole, il est moins enfermé dans sa spécialité technique.

Notons aussi que les tâches dont il est chargé contiennent, en général, une grande part de nouveauté, ce qui lui vaut plus de liberté, plus d'autorité, et confère à ses moindres initiatives de plus importantes conséquences.

D'autre part, et quel que soit son rang, il jouit d'un prestige particulier, du prestige double qui s'attache au civilisé et au chef et, par là, tous ses gestes ont une valeur d'exemple : l'indigène, en présence d'un homme qu'il considère comme un être d'une essence supérieure, est naturellement porté à l'imiter, en bien comme en mal (car il distingue difficilement ce qui mérite ou non d'être imité), et chacun de nos actes se trouve ainsi multiplié de la façon la plus imprévue.

Enfin, l'indigène à l'état fruste a tôt fait de s'attacher à l'homme qui journellement s'occupe de lui et qui incarne à ses yeux l'autorité; il y a en lui le besoin atavique d'un maître et d'un protecteur. Par ailleurs, il n'est guère capable de concevoir un idéal abstrait : il ne voit que l'individu avec lequel il est en contact, et l'on ne finirait pas de citer à cet égard les cas remarquables de rayonnements individuels, de régions entières transformées en un temps relativement court par le prestige

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

personnel d'un homme. Retenons, si vous voulez, le cas le plus récent et l'un des mieux caractérisés : celui du maréchal Lyautey au Maroc.

Vous voyez donc à quel point s'alourdit la responsabilité morale du colonial. Il n'est pas seulement responsable de ses actes en tant que faits immédiats : il est, encore et surtout, responsable de ses actes en tant que germes. De lui dépend en grande partie l'atmosphère morale du milieu dans lequel il vit.

*
* *

Il me paraît d'autant plus utile d'insister sur ce point que la vie coloniale constitue souvent pour l'individu une rude épreuve. Je m'en voudrais de vous affoler (car il n'y a vraiment pas de quoi s'affoler, je vous assure); mais je ne me pardonnerais pas non plus de vous dorer la pilule et de vous dissimuler certaines difficultés et tentations propres au milieu colonial.

Il y a les embarras du métier, qui sont ici décuplés par l'absence de règles fixes, par les résistances sourdes ou déclarées, par la lenteur des progrès et l'impossibilité d'apprécier, de son coin de brousse, les résultats réels. De là, des déceptions fréquentes, des risques de découragement et d'énervement.

Il y a les atteintes du climat, qui n'est pas, somme toute, sensiblement plus meurtrier que le climat parisien, mais qui, en de certaines saisons, se révèle anémiant, fatigant, déprimant. Il y a quelques semaines, à l'Académie de Médecine, M. Trabaud étudiait ce qu'il appelle « la neurasthénie coloniale »; il en attribuait la cause aux influences perturbantes exercées par l'amibiase sur la partie vasosympathique du système nerveux et concluait, d'ailleurs, que le traitement rationnel de l'amibiase amenait la guérison. Le « cafard » colonial n'est donc pas un mythe; on peut assurément enrayer ses attaques, mais il faut les prévoir.

Il y a les dangers de l'isolement, qui tend à fausser la perspective, à grossir les obstacles, à favoriser l'inquiétude.

Il y a les redoutables séductions de l'autorité, le démon de l'autoritarisme, le développement hypertrophique du « moi », du féodalisme, et, comme dit volontiers le maréchal Lyautey, du « nombrilisme ». On se prend pour le centre du monde, on ne supporte plus aucune opposition. Il y a là une psychose spécifiquement coloniale, qui a été souvent analysée et qui est responsable de bien des folies.

Et il y a encore ce que j'appellerai les risques d'endosmose, c'est-à-dire la contagion de certaines tares indigènes, l'abaissement progressif du niveau moral, l'inconsciente acceptation de préoccupations avilissantes.

Vous trouverez dans les milieux coloniaux un nombre relativement important de nerveux, d'inquiets, de mécontents, de persécutés-persécuteurs, qui perdent de vue le véritable intérêt de leur mission, et qui sont souvent fort encombrants. Il est probable que, dans la métropole, entre leur confortable bureau et le Café du Commerce, ils seraient restés de braves gens paisibles; mais leur armature morale était trop fragile : elle n'a pas résisté aux multiples exigences de la fonction. Surtout, ils ont négligé de s'imposer l'hygiène nécessaire, hygiène physique sans doute, mais aussi hygiène intellectuelle et morale, culture intime et méthodique des éléments de force qui leur auraient permis de se conserver maîtres d'eux-mêmes et de garder une claire vision des réalités.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

J'en arrive ainsi, vous le devinez, à vous présenter comme une règle essentielle de vos rapports avec les indigènes l'obligation de rester, en toute circonstance, un homme, de réaliser, envers et contre tout, un bel exemplaire d'humanité et de fonder le prestige sur autre chose que la couleur de la peau ou les privilèges du commandement, sur la supériorité morale. Autrement dit, si nous voulons rester fidèles au devoir colonial, il importe, par-dessus tout, d'observer les devoirs que nous avons envers nous-mêmes. Peut-être êtes-vous tenté de penser que je m'éloigne de mon propos; croyez, cependant, que je suis au cœur même de la question. Vous allez voir, d'ailleurs, que ces devoirs envers vous-mêmes, tels que je les conçois, n'ont rien d'ascétique; ils sont à la portée des âmes moyennes; il suffit de ne les point perdre de vue.

Voici, au tout premier rang, les soins du corps : se tenir en bon état physique pour être assuré de conserver son équilibre moral; prendre contre le climat les précautions courantes, le casque, la quinine, et s'interdire les bravades inutiles, comme le port d'un simple feutre, les prouesses sportives au grand soleil, etc., qui n'éblouissent personne et presque toujours tournent mal; surveiller sa nourriture, rechercher les menus variés, qui entretiennent l'appétit, exiger du boy-cuisinier une extrême propreté et prévoir dans la cantine une place pour un bon manuel de cuisine; boire le moins possible et s'abstenir à peu près complètement d'alcool, d'apéritifs et de cocktails; pratiquer très régulièrement des exercices physiques, mais modérés et prudemment dosés (gare aux bilieuses hématuriques, qui suivent trop souvent les parties de chasse!); aux retours en congé, prendre le temps de réparer son organisme et se réentraîner à l'effort physique. Moyennant quoi, sauf accident, vous vivrez des années et des années entre les tropiques sans le moindre accroc.

Soignez aussi l'installation matérielle. La case indigène peut n'être pas moins utilisable que l'habitation de type européen, si vous prenez la peine de l'adapter à votre existence. Que votre logis, même le plus modeste, soit confortable, c'est-à-dire abrité du soleil, protégé contre les moustiques, parfaitement propre et aussi frais que possible aux heures chaudes. Et qu'il soit, de surcroît, un logis agréable, un vrai home, portant votre marque personnelle, non seulement meublé, mais orné; utilisez à cet effet les ressources mêmes du pays, les fleurs, les étoffes, les produits de l'art indigène.

Autre chose : attention à la tenue extérieure. Ne soyez ni fagotés ni débraillés; la chaleur n'excuse pas le négligé; exagérez plutôt le souci d'élégance : c'est une preuve de maîtrise de soi, et qui est fort importante pour le prestige, aussi bien aux yeux des autres Européens qu'aux yeux des indigènes. Même recommandation en ce qui regarde les manières et le langage : pas d'allures vulgaires, pas de gros mots, pas d'argot à bouche que veux-tu, pas de plaisanteries déplacées; en toute circonstance, une réserve de bon aloi. Le colonial casseur d'assiettes est passé de mode, il est grotesque.

Passons à l'hygiène intellectuelle. Elle est particulièrement nécessaire ici. Elle doit vous prémunir contre le danger de fossilisation, de décivilisation, qui est grave et constant aux colonies. Défiez-vous des distractions absorbantes, comme le jeu de cartes, qui devient vite abrutissant quand il passe en habitude organique. Lisez, lisez autant que vous pourrez : abonnez-vous à des revues, et non seulement à des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

revues techniques, mais à des revues de littérature générale. Imposez-vous de lire des romans; ils vous maintiendront en rapport avec la vie du reste du monde. Un colonial doit lire beaucoup plus qu'un autre, s'il ne veut pas se séparer de l'humanité pensante.

Dans le même ordre d'idées, ne négligez jamais votre correspondance personnelle. Qu'elle soit régulière, et même qu'elle soit animée d'une certaine coquetterie. C'est là un excellent moyen de voir clair en soi-même, de faire le point de sa vie mentale et morale. On pense beaucoup et bien en écrivant. Effort souvent méritoire, dans des pays où l'on écrit généralement à la sueur de son front, mais qui apporte de belles récompenses.

Et puis, donnez-vous un violon d'Ingres; consacrez vos loisirs à des recherches personnelles, quelles qu'elles soient: sciences naturelles, géographie, ethnographie, folklore, linguistique, etc. Vous n'aurez que l'embarras du choix, et vous serez certains d'échapper à l'ennui.

Vous y gagnerez aussi ce bien inappréciable : l'entretien de la bonne humeur. La bonne humeur est assez fragile aux colonies. Elle est menacée, nous l'avons vu, par toutes sortes de parasites. Raison de plus pour y veiller. Les procédés? Ils varient, sans doute, avec les individus. Pourtant, il me semble que chacun, avec un peu de méthode, peut acquérir ce qu'on appelle couramment une philosophie, c'est-à-dire l'habitude de ne rien prendre au tragique, de juger froidement les événements, de rester supérieur à son destin. Et puis, il y a des bréviaires de la bonne humeur, que chacun peut composer selon ses goûts; il y a Rabelais, par exemple : un Rabelais dans votre cantine, à côté du livre de cuisine.

Le reste se devine. Le reste, c'est, d'un mot, la propreté morale, le maintien de la dignité jusque dans l'extrême détail, l'éloignement de tout ce qui risque de diminuer en nous le sens de l'esthétique humaine. Et il y a fort à parier, si vous prenez les quelques précautions que je viens d'indiquer, que le problème ne se posera pas pour vous.

*
* *

Or, un homme, un homme digne de ce nom, et par-dessus le marché un homme formé aux méthodes scientifiques, quand il se trouve en présence d'autres hommes, ne fonde pas sur des postulats l'attitude qu'il prend à leur égard. Il s'efforce de les connaître avant de les juger, et voici une autre règle primordiale qui commande nos rapports avec les indigènes : le devoir de compréhension.

Il suit de là que le pire sentiment qui puisse inspirer le colonial nouveau venu, c'est le mépris. Le mépris est antiscientifique. Le mépris tue l'intelligence et l'action. Et je pense que vous me dispenserez de faire le procès de ces malheureux qui, ayant accepté de servir aux colonies, se déclarent indigénophobes. L'indigénophobie vient en général d'une mauvaise santé, ou d'un manque de caractère, ou encore — c'est à mon avis le cas le plus fréquent — d'un manque total de bon sens.

Disons-nous bien que tout n'est pas à condamner, loin de là, dans ces civilisations élémentaires ou attardées avec lesquelles nous entrons en contact. Dès qu'on les connaît d'un peu près, on s'aperçoit sans peine qu'elles contiennent à l'état embryonnaire la plupart des institutions que nous rêvons d'acclimater dans les colonies et que, dans bien des cas, il est parfaitement possible et désirable d'utiliser ces embryons. On s'aperçoit aussi que les coutumes barbares sont le plus souvent

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

corrigées et, dans une large mesure, compensées par des coutumes non moins vigoureuses, inspirées d'un haut sentiment de solidarité sociale.

Mais ce qui fait surtout l'intérêt des civilisations indigènes et nous oblige à les étudier sans idée préconçue, c'est qu'elles sont, pour la plupart, le fruit du sol et de la race; elles se trouvent naturellement et profondément adaptées au milieu physique et humain; elles sont le résultat d'une expérience séculaire qui certainement a sa valeur. C'est dire l'imbécillité du mépris systématique.

Par contre, beaucoup de jeunes gens qui partent aux colonies emportent avec eux, à l'usage des indigènes, des provisions de tendresse qu'ils pensent inépuisables. Il y a là comme une mystique, à laquelle on a donné un nom, d'ailleurs assez mal choisi : l'indigénophilie. Je dis qu'il est mal choisi, parce que son contraire, l'indigénophobie, représente, nous venons de le voir, un ensemble de tendances tout à fait absurdes. Mais retenons que l'indigénophobie, dont nous avons indiqué quelques causes possibles, peut venir aussi des amères déceptions qu'entraîne inévitablement une indigénophilie excessive, une indigénophilie mystique.

De loin, on est assez porté à se représenter l'indigène à la façon touchante de J.-J. Rousseau, de l'imaginer avec la grâce naïve et les vertus spontanées du fameux état de nature, de célébrer la joyeuse bonté des Noirs, l'esprit affiné et la délicatesse des Jaunes, etc. De près, on est bien forcé de convenir que les indigènes, comme disait le grand Livingstone, ne sont ni meilleurs ni pires que la plupart des enfants des hommes; les illusions tombent en morceaux, et les âmes faibles en conçoivent une profonde tristesse, dont elles font porter la peine aux indigènes eux-mêmes. A les croire, les indigènes nous ont trompés. Nous étions tout disposés à les aimer, et voici qu'ils sont moins aimables que nous ne pensions. Je me permets de vous mettre en garde contre ce don de vous-mêmes, fondé sur des idées *a priori*. L'indigénophilie mystique, tout comme le mépris, est au premier chef antiscientifique..

Il faut donc nous efforcer de comprendre, et ce n'est pas facile. Sommes-nous au moins guidés dans cette voie par des travaux antérieurs, comme nous le sommes pour les recherches géologiques ou médicales? Hélas, assez peu.

Le mode d'étude auquel on songe d'abord, c'est la monographie psychologique, c'est l'analyse d'une mentalité nettement déterminée et située, par exemple, celle des Bambara ou celle des Annamites. D'intéressants travaux ont été tentés en ce sens; mais nous sommes loin d'avoir encore, pour chaque population coloniale, la monographie, même imparfaite, qui rendrait tant de services aux nouveaux arrivants. La psychologie proprement dite ne tient pas encore de place dans les recherches ethnographiques; elle n'est indiquée qu'en passant, elle n'est pas traitée pour elle-même, sauf exceptions assez rares; on se défie d'elle, parce qu'elle donne des résultats moins nets que l'ethnographie proprement dite et qu'elle reste, en somme, une toute petite science conjecturale.

Au-dessus de ces études particulières, se développe un courant fort intéressant d'études générales, dont les plus brillants représentants sont actuellement sir James Frazer et M. Lévy-Bruhl.

Pour le premier, tous les hommes se ressemblent, et il n'y a au fond qu'une manière de penser : l'activité mentale des primitifs est simplement une forme inférieure de la nôtre; ils animent tout ce qui les entoure, à la façon des enfants; ils peuplent l'univers d'esprits, dont l'action volontaire explique tous les phénomènes; ils vivent en somme dans une atmosphère de magie; mais l'abus qu'ils font du prin-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cipe de causalité ou de l'association des idées ne détruit nullement l'identité de l'esprit humain.

Pour le second, au contraire, la mentalité primitive doit cesser de nous apparaître « comme une forme rudimentaire de la nôtre, comme infantile et presque pathologique »; elle est « normale dans les conditions où elle s'exerce »; elle est « complexe et développée à sa façon »; à la réalité sensible que nous concevons, elle oppose une réalité mystique, si bien qu'à partir des premières impressions, qui sont les mêmes pour elle que pour nous, elle fait « un coude brusque et s'engage dans des chemins que nous ne prenons pas »; elle n'est pas alogique, ni antilogique, elle est essentiellement « prélogique », c'est-à-dire qu'elle admet des vérités supérieures aux nécessités logiques.

Quelle que soit l'attitude qu'on adopte à l'égard de ces différentes théories, il faut reconnaître qu'elles présentent un intérêt de tout premier ordre : elles s'efforcent de déterminer, en effet, non point seulement *ce que* pensent les indigènes, mais *comment* ils pensent, et la distinction est fort importante.

Cependant, il est bon, quand on est aux prises avec la vie, de rejeter préalablement toute théorie et de demeurer dans l'humble domaine des faits immédiatement constatés. Le progrès de nos connaissances est à cette condition. Laissons aux philosophes de métier le soin de systématiser, s'il y a lieu, les idées que nos recherches sur le vif auront mises en lumière, et demandons-leur seulement de nous donner — ce qui est déjà beaucoup — le goût de ce genre de recherches, qui deviennent si vite passionnantes, et la formation d'esprit indispensable pour qu'elles soient fructueuses.

Gardons-nous, en tout cas, d'emboîter le pas à l'une ou l'autre de ces deux écoles qui ont si longtemps faussé notre connaissance des sociétés attardées et dont les méfaits, si l'on y regardait d'un peu près, ne sont pas encore tout à fait disparus de la circulation : à savoir, la doctrine de l'homme universel, de l'homme abstrait, de l'homme en soi, de l'homme identique à lui-même à travers l'espace et le temps, — dogme paresseux qui considère les différences les plus profondes comme des nuances passagères et qui a provoqué tant d'assimilations en surface et de déséquilibres désastreux, — et l'autre, qu'on peut regarder comme son extrême : la doctrine des races inférieures, qui, née de Gobineau et défigurée par des adeptes intéressés, porte la responsabilité d'applications inhumaines et de haines inexpiables.

Les faits actuels démontrent jusqu'à l'évidence que ces deux notions de similitude absolue et d'infériorité définitive sont également condamnables. Même si les races humaines sont au fond parfaitement semblables, même si elles doivent toutes suivre des courbes d'évolution superposables (ce qui n'apparaît guère par le temps qui court, si riche en phénomènes de mutation), il faut bien admettre qu'il subsiste entre elles, pour le moment, des différences singulièrement profondes, dont on ne peut pas ne pas tenir compte.

D'autre part, on sait aujourd'hui de façon certaine qu'il n'est pas de groupement humain sans civilisation, si l'on prend soin de convenir qu'une civilisation, pour être digne de ce nom, n'est nullement obligée de ressembler à la nôtre, et qu'en pareille matière les critères peuvent fortement varier. Par surcroît, où prendrait-on le droit d'affirmer que les possibilités de tel groupement sont nécessairement limitées aux réalités du présent? Il faudrait tout ignorer de l'histoire du monde, et même de l'histoire de France, pour répondre ainsi de l'avenir.

Il convient donc de laisser de côté toute sentimentalité et tout prophétisme, de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

demeurer dans la constatation objective des faits, qui est déjà assez malaisée, de retenir également les ressemblances et les différences et d'éviter, comme risques d'erreur, les jugements de valeur. Étudions les populations qui nous occupent comme Fabre étudiait la chenille processionnaire ou le grillon, sans préjugés, sans hauteur, avec la sympathie du savant pour l'objet de sa recherche, et tout ira bien.

Il reste qu'il est étrangement difficile de saisir directement les phénomènes mentaux et moraux, que ces phénomènes, pris en eux-mêmes, échappent, beaucoup plus que les autres, à toute expression tangible et mesurable, et que les recherches qui les concernent sont par avance frappées de contingence.

Le problème revient donc à dépister tout ce qui peut apparaître comme une traduction matérielle des faits psychologiques. Or, il semble bien que l'examen méthodique des habitudes d'un groupement donné soit susceptible de nous fournir les moyens de cette enquête indirecte.

L'habitude dépend de la nature de l'individu ou de la collectivité qui l'a contractée; on ne peut se développer, acquérir des habitudes, que dans le sens de sa nature; un poisson, par exemple, paraît peu susceptible de prendre l'habitude de la marche, même au fond de l'eau. C'est aussi la nature qui impose ses limites à l'habitude : chassez le naturel, il revient au galop. Par ailleurs, l'habitude, en se fortifiant, complète ce qu'il y a en nous d'inné et d'instinctif, ajoute à la nature, s'en rapproche de plus en plus et, à la limite, se confond avec elle : elle devient, comme on dit, une seconde nature. Ainsi, l'habitude, selon la définition d'un philosophe contemporain, « n'est que de la nature modifiée, à moins que la nature elle-même ne soit l'habitude fixée ».

L'habitude est donc tout particulièrement désignée pour nous éclairer sur les préoccupations dominantes et les tendances d'un groupement. La psychologie réside avant tout dans les gestes habituels, et à cet égard nulle habitude, même matérielle, n'est négligeable : je suis, pour une très large part, l'homme de ma maison, de mes vêtements, de mon alimentation, de mes occupations ordinaires, de mes divertissements préférés. C'est là une vérité banale, mais c'est seulement en la serrant de près qu'on en sent toute l'importance, et elle est loin de jouer dans le domaine de la psychologie collective le rôle qui devrait lui revenir.

Il y aurait donc lieu, à mon sens, quand on aborde une population indigène, de passer très patiemment en revue ses différents types d'habitudes : matérielles (habitudes corporelles, alimentation, vêtement, parure, habitation, hygiène, techniques diverses, genres de vie, modes de transport); habitudes sociales et familiales, habitudes religieuses et morales, habitudes intellectuelles et esthétiques. Je ne puis, à mon grand regret, insister là-dessus, mais le peu que je viens d'en dire suffit sans doute à vous montrer que nous trouvons là des sources très nettement déterminées et parfaitement accessibles, qui sont propres à nous libérer de toute littérature et de toute métaphysique. Quand vous aurez examiné une société indigène sous ces différents angles, vous vous apercevrez sans peine que tout ce qu'on dit d'elle couramment est fortement entaché d'imprécision et d'erreur. Surtout, même si votre documentation est incomplète, — et dites-vous bien qu'elle le sera toujours, — vous aurez pris l'habitude de regarder autour de vous, de ne point vous contenter de légendes toutes faites; vous aurez acquis un sens psychologique qui en toute occasion vous servira et vous épargnera bien des faux pas.

On ne saurait trop répéter, en effet, que la plupart des insuccès coloniaux sont

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dus à de simples malentendus. En revanche, tous les grands coloniaux, tous ceux qui ont laissé une trace durable sont avant tout des hommes qui se sont efforcés de comprendre l'âme indigène. Mais il ne faut pas se dissimuler que cet effort de compréhension suppose une patience et une hauteur de vues qui ne sont pas, hélas, monnaie courante.

*
* *

Il suppose aussi, cet effort de compréhension, une fréquentation régulière et systématique de l'indigène, et je n'hésite pas à voir là une autre règle capitale : le devoir de contact.

On peut affirmer que si les œuvres de colonisation à leur début, en dépit de difficultés inouïes, ont obtenu des résultats si rapides et véritablement surprenants, c'est que, de toute nécessité, un contact immédiat et constant s'est établi entre colonisateurs et colonisés. Tout l'exigeait : les installations sommaires au beau milieu des villages indigènes, les mille obligations de la vie matérielle, la nature des transports, etc., et aussi, il faut bien le dire, la curiosité toute fraîche d'Européens poussés à la découverte par une vocation sincère, et brusquement transplantés dans un milieu nouveau. Ne soyons pas étonnés, par exemple, qu'après trente et quarante ans, de vieux Africains, explorateurs de l'époque héroïque, soient reconnus par des indigènes de leur âge, quand par hasard ils reviennent, comme Binger, sur le théâtre de leurs anciens exploits : c'est qu'ils ont réellement, et bon gré mal gré, vécu de la vie indigène et qu'ils ont connu de la sorte, de très près, un nombre considérable d'individus.

Par contre, les conditions actuelles de la vie coloniale tendent fâcheusement à réduire ces occasions de contact, à séparer le colonisateur du colonisé, à leur faire mener des existences franchement distinctes. Par exemple, l'automobile a remplacé presque partout les longues randonnées à cheval ou en hamac, avec tout ce qu'elles comportaient de commerce forcé et intime avec le milieu indigène, de palabres avec les chefs, de haltes prolongées dans les plus humbles villages. De plus, les coloniaux sont de plus en écrasés, comme les métropolitains, par les besognes bureaucratiques, par l'excès de paperasse, et les tournées, quand ils en font, sont limitées au strict nécessaire : elles ont des buts très définis, il n'est plus question de les entreprendre uniquement pour regarder vivre les administrés et leur tâter le pouls. D'autre part encore, les Européens, dans la plupart des postes, sont beaucoup plus nombreux qu'auparavant : ils ont une tendance à vivre entre eux, à se rencontrer chaque soir pour le tennis ou pour le bridge, et ceux d'entre eux qui, rebelles à ces délectations moroses, continuent à leur préférer la conversation des anciens du village proche, passent pour des ours ou des indigénophiles inquiétants. Enfin et surtout, beaucoup de coloniaux sont aujourd'hui mariés, et la vie conjugale, dans la plupart des cas, les fixe aux foyer, les amène à consacrer à leur femme et à leurs enfants le temps qui n'est pas strictement exigé par le métier.

Partout, dans les colonies étrangères comme dans les colonies françaises, on constate ce relâchement du contact. Vous en trouverez la trace dans des circulaires officielles. Vous en saisirez les effets dans des documents de première importance et d'une louable sincérité, comme le rapport de lord Milner sur le mouvement d'indépendance égyptienne ou le livre de Blumberger sur le communisme aux Indes néerlandaises.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il y a donc des remèdes à trouver pour rétablir cette liaison nécessaire entre le milieu européen et le milieu indigène. Il ne s'agit pas, bien entendu, de proscrire l'automobile, ni le tennis, ni les femmes. Tout au plus pourrait-on songer à diminuer la paperasse; on en parle, il est vrai, de temps en temps, mais c'est pour demander un état des papiers qu'on pourrait supprimer, et ce n'est qu'un papier de plus, sans autre lendemain,

Mais il convient au moins de réagir d'autre façon. Puisqu'on ne peut plus s'en remettre au hasard de l'existence comme jadis, il faut organiser méthodiquement le contact. C'est le devoir de l'administration et des grandes entreprises, mais c'est aussi et surtout le devoir de chaque colonial. Il n'est pas besoin d'ordres venus d'en haut pour réserver dans les tournées une place à la simple auscultation du pays, pour nouer des relations quotidiennes avec des indigènes intéressants, pour diminuer dans l'emploi du temps la part du bridge, du tennis, de l'apéritif ou des papotages féminins, pour s'initier aux langues indigènes, clé d'or qui vous ouvrira les portes de l'âme locale, ni pour exiger des femmes européennes une participation active et intelligente à cette besogne de rapprochement. Mais le bon moyen, le moyen sûr, je l'ai déjà indiqué, c'est de mettre en train une étude sur le pays, et de préférence une étude ethnographique : les besoins mêmes de votre enquête vous imposeront le contact, et les séductions de la découverte vous feront trouver sans peine le temps et les occasions. Du jour où tous les coloniaux auraient la passion de l'ethnographie, la partie serait gagnée, et ni l'automobile, ni la paperasse, ni les femmes, malgré leurs charmes respectifs, n'y pourraient rien.

*
* *

Je m'empresse de noter que ce contact avec les indigènes est soumis à certaines règles générales, dont il est sage de ne se point départir.

N'oubliez pas que vous êtes des hommes parmi les hommes; mais n'oubliez pas non plus que vous êtes des chefs et qu'il faut en toute circonstance garder votre dignité de chefs. Si bien que tout se ramène, en somme, à la psychologie du commandement, sur laquelle, j'imagine, vous avez déjà réfléchi.

Une bienveillance toujours en éveil, une grande attention aux besoins matériels, de l'indulgence pour les réclamations, qui sont fréquentes et qui n'indiquent pas nécessairement du mauvais esprit, mais qui traduisent, au contraire, dans bien des cas, le besoin de protection et de confiance; de l'affabilité, de bonnes paroles, des conseils, en somme une copieuse provision de sociabilité.

En même temps, de la fermeté, de la décision, pas d'indulgence excessive, qui puisse donner une impression de faiblesse, de l'esprit de suite, car la plupart des indigènes méprisent par-dessus tout les hésitants et les inconstants, qui ne leur apparaissent pas comme des chefs et qui, en effet, n'en sont pas. Mais surtout pas de brutalité, ni en gestes, ni en paroles : dans les milieux indigènes, la colère violemment manifestée rend ridicule bien plus qu'elle n'effraie; je ne parle pas des coups, qui déconsidèrent à jamais celui qui les donne et qui, d'ailleurs, aux colonies comme en France, — il faut s'en féliciter, — sont passibles de la correctionnelle.

Pas de familiarité excessive ni d'indiscrétion. Pas de grosses plaisanteries, dont l'auditoire rira peut-être complaisamment, mais qui vous vaudraient immédiatement la renommée d'un individu de basse classe. De grandes précautions en ce qui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

regarde le tutoiement; cela aussi est en train de passer de mode; on peut tutoyer un brave garçon, qui parle un français approximatif et qui lui-même vous tutoie; personne n'y voit malice; mais il est maladroit de tutoyer un indigène un peu instruit, qui a appris à l'école le sens de cette nuance.

Un grand souci de politesse. Ne pas craindre d'exagérer dans ce sens-là. Les marques extérieures de politesse, qui chez nous ont perdu beaucoup de terrain sans qu'il y ait lieu sans doute de s'en féliciter, gardent toute leur force dans la plupart des sociétés indigènes, et nous avons souvent eu le grave tort de les négliger, voire de les proscrire. Soyez Régence, même au fin fond du Congo, et vous vous en trouverez bien. La politesse n'exclut pas l'autorité, au contraire.

Soyez désintéressés jusqu'au scrupule. L'indigène en sera d'autant plus frappé que la probité n'est pas toujours très rigoureusement pratiquée dans son milieu, et il y verra certainement une preuve de supériorité, quoi qu'on puisse vous dire sur ce point. Attention aux cadeaux, j'entends les cadeaux de valeur, qui vous engagent pour l'avenir, même si le donateur n'a pas sur le moment même d'intérêt déterminé à vous en faire. S'il vous paraît délicat de refuser, répondez par un cadeau de même importance. En tout cas, soyez, sur ce chapitre-là, particulièrement prudent et défiez-vous du même coup des présents qu'on pourra faire à votre entourage.

Si tortueux que soient vos partenaires, donnez-vous une ligne de conduite faite de loyauté et de droiture; soyez respectueux de la parole donnée et ne faites jamais de vagues promesses : vous n'êtes pas candidats à des élections, vous êtes des chefs. Un chef ne promet que ce qu'il peut tenir, mais il tient toujours ce qu'il a promis. Je sais bien que certains coloniaux s'ingénient à rivaliser d'astuce avec leurs administrés; ils appellent cela de la politique indigène; mais l'indigène d'aujourd'hui n'est plus tout à fait ce qu'il était il y a un demi-siècle, et vous pouvez être assurés que son admiration ne va plus à ceux qui le trompent. Il se dit, dans son langage, que, si l'on n'a pas à lui offrir d'autre moralité que la sienne, ce n'était pas la peine, assurément, de changer de gouvernement.

Enfin (je dis enfin, parce qu'il faut bien s'arrêter), il importe de ne pas fréquenter assidument n'importe qui. Il convient de faire un choix parmi les relations possibles. Il est sage, notamment, de ne pas vivre constamment dans l'intimité de petites gens, qui ne jouissent d'aucun prestige dans leur milieu, et de ne pas heurter de front délibérément les préjugés locaux de classe ou de caste. Pas de démocratisme mal placé. Vous vivrez parmi des sociétés qui sont encore pour la plupart fortement hiérarchisées. Ne vous jouez pas à la légère des valeurs sociales. Adaptez-vous. Le reste regarde la politique gouvernementale.

*
* *

Et cela m'amène à vous signaler la variété d'attitudes qui s'impose à vous dans vos rapports avec les diverses catégories d'indigènes.

Voici, par exemple, les chefs. Vous savez sans doute que les gouvernements coloniaux, un peu partout, après être allés tout droit à l'administration directe, font aujourd'hui machine arrière et reviennent au moins partiellement à l'administration indirecte, c'est-à-dire à l'utilisation méthodique des chefs traditionnels des différents groupements. Le colonial, pour sa part, doit donc s'attacher à sauvegarder ou même restaurer le prestige des chefs, les entourer d'égards, éviter de leur faire des obser-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vations en public, les mettre en confiance et, si possible, entretenir avec eux des relations amicales en dehors du service; en même temps, faire leur éducation politique, les réformer à petits coups discrets, les mettre en garde contre les abus auxquels ils se laissent aller assez volontiers, leur communiquer notre propre conception de l'autorité, qui est faite du sentiment de nos devoirs envers la collectivité. Vous serez tout les premiers récompensés de cet effort, car vous ne pourrez pas, quoi que vous fassiez, vous passer des chefs.

Je distingue très nettement de ces chefs traditionnels les fonctionnaires indigènes. Ils sont de plus en plus nombreux et de mieux en mieux formés. Bien entendu, ils ne sont pas toujours parfaits et, s'ils manquent quelquefois de compétence professionnelle, il est rare qu'ils soient dépourvus de susceptibilité corporative. Même s'ils ne sont que des apprentis, il convient d'accepter le fait et d'en tirer tout le parti possible, c'est-à-dire de les traiter toujours correctement, puisqu'ils sont des représentants de l'administration, et, au besoin, de les guider, de les conseiller, de leur réserver une certaine considération à laquelle ils seront très sensibles et qui évitera bien des froissements.

Vous trouverez également autour de vous un petit peuple mêlé qui sert d'intermédiaire entre les indigènes et nos services : interprètes, miliciens, etc. Auxiliaires précieux, sans doute, mais terriblement dangereux, si l'on place en eux une excessive confiance et si on ne les surveille pas soigneusement. Personnellement, vous n'aurez pas, en général, à vous plaindre d'eux; ils auront même l'air de vous être très dévoués, mais il leur arrivera de parler en votre nom, de commettre sous votre couvert toutes sortes d'abus de pouvoir et d'exactions, et les indigènes vous attribueront leurs méfaits. Ne les perdez pas de vue, et recoupez soigneusement les histoires qu'ils viendront vous raconter.

Avec la masse des indigènes, vous aurez sans doute, pour des raisons de service, des entrevues, qui portent le nom courant de palabres. Vous leur tiendrez des discours, qu'un interprète leur traduira, et ils opineront du bonnet. Dites-vous bien que rien n'est difficile comme de se mettre à la portée d'un tel auditoire et d'éviter les déformations, volontaires ou non, de l'interprète. Préparez donc vos palabres comme un orateur de chez nous prépare ses discours; ne vous servez que d'idées simples et de mots simples; défiez-vous des images trop compliquées; ne cherchez pas nécessairement les raisonnements en forme; faites appel aux soucis ordinaires de vos auditeurs et à leurs démarches habituelles de pensée. Et puis, tenez compte des règles courantes de la psychologie des foules; sollicitez les sentiments plutôt que les idées; recherchez les formules nettes et frappantes, les raccourcis impératifs, et adressez-vous directement à ceux qui sont les chefs de l'opinion du groupement, aux meneurs. Et surtout, là encore, ne criez pas, ne vous fâchez pas, donnez seulement l'impression d'un homme froidement décidé à obtenir ce qu'il demande.

J'ai réservé pour la bonne bouche une dernière catégorie d'indigènes : ceux qu'on appelle, un peu partout, les jeunes Turbans; j'entends par là des représentants des jeunes générations, qui n'ont pas connu les sévérités des premiers temps de l'occupation, qui ont subi l'influence de notre enseignement, de notre exemple, de nos journaux, et qui se trouvent généralement en état de déséquilibre, parce que leur formation moderne les a séparés de leur milieu originel sans les faire entrer de plain-pied dans le nôtre. Ils sont parfois, j'en conviens, agaçants, orgueilleux comme de jeunes coqs, fiers de leur petit savoir et, avant tout, inquiets, prompts à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

suivre les mauvais bergers. Eh bien, c'est à ceux-là surtout qu'il faut réserver votre patience et votre générosité. C'est avec eux surtout qu'il est nécessaire d'établir et de garder le contact. Donnez-vous une âme de frère aîné, que les petits manquements de ses cadets n'atteignent pas, guidez-les dans leur effort de culture, intéressez-vous à leurs préoccupations, à leurs lectures, à leurs aspirations, et ramenez-les au calme, à la confiance, à l'équilibre. Il en est, probablement, qui vous échapperont; il en est d'autres, et les plus nombreux, qui vous sauront un gré infini de votre bonne volonté et qui deviendront pour vous de vrais amis. Notre avenir colonial, n'en doutez pas, dépend à peu près uniquement de ce rapprochement et de cette compréhension mutuelle des jeunes générations de coloniaux et des jeunes générations indigènes. Il faudrait être aveugle pour le nier.

*
* *

Si bref que soit le temps dont je dispose, je m'en voudrais de passer sous silence le chapitre de la femme. Dieu sait s'il est capital, là comme ailleurs, et peut-être là plus qu'ailleurs. Il y a deux parties bien distinctes dans ce chapitre-là : la femme indigène et la femme européenne.

Les romans coloniaux, à défaut d'autre expérience, vous ont certainement révélé les sortilèges de la mousso, de la ramatou ou de la congaï. Un romancier colonial sur deux éprouve le besoin de nous dévoiler ces secrets d'alcôve. Je vous supplie, entre parenthèses, de ne point tomber dans ce travers, — j'entends ce travers littéraire. Par ailleurs, de vieux coloniaux vont répétant que ces mariages à la mode du pays avaient du bon : mieux que tout le reste, évidemment, ils établissaient le contact, — ce contact que je vous recommandais il y a quelques instants avec tant d'insistance. Soit.

Mais en regard de cet avantage, que de dangers! Danger physique. Danger moral, car les deux conjoints tendent à mettre leurs âmes au même niveau, et c'est en général le civilisé qui se rabaisse, qui se décivilise, si peu que ce soit. Danger social : production à peu près inévitable d'enfants métis, qui se trouvent pris entre deux civilisations et qui, pour la plupart, en souffrent de mille façons. Danger politique, car la femme indigène entraîne souvent l'Européen dans des intrigues dont il ne se doute pas et qui compromettent son autorité. Ce n'est pas de cette fusion des sangs que viendra, au moins d'ici longtemps, le rapprochement. Je me permets donc de vous mettre en garde contre la Vénus noire, rouge ou jaune.

Je sais, au demeurant, que je prêche des convertis : la plupart des jeunes hommes d'aujourd'hui se marient tôt. Mais ici surgit l'autre danger. Si la femme que vous avez choisie n'a pas une armature morale suffisante, si elle n'est pas douée de cette curiosité d'esprit qui rend supportable l'isolement parmi des races étrangères, si elle exagère les travers qu'on prête à l'âme féminine, elle pourra exercer sur vous et sur votre entourage une influence désastreuse : elle vous interdira les tournées un peu longues; elle ne réservera que mépris et colère au milieu indigène, qu'elle ne voudra juger que d'après ses boys; elle interviendra dans cent questions auxquelles elle ne comprendra goutte, et le « moi » colonial, avec ses tyrannies et ses mauvais gestes, s'exaspérera en elle.

Faut-il donc, parce qu'on est colonial, être misogyne? Loin de là. Tout comme l'homme, la femme aux colonies peut et doit se faire une place, mais elle doit rester

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à sa place, et, tout comme l'homme, elle doit avant tout être soucieuse de ses devoirs.

Devoirs de maîtresse de maison : elle est tenue de débarrasser son mari des soucis matériels, de le bien soigner pour que son moral reste intact, de soutenir son effort. C'est tout de même lui, en fin de compte, qui est le principal personnage de la pièce. Devoirs sociaux : quelle bienfaisante action elle peut exercer dans les milieux indigènes, si elle veut s'en donner la peine, conseils aux mères, soins aux nourrissons, assistance aux malheureux! Elle peut même, en établissant le contact avec les femmes du pays, qui sont les gardiennes de la tradition et les éducatrices des enfants, faire discrètement pénétrer notre influence dans les foyers indigènes. Si elle sait s'occuper de cette façon-là, — et les exemples ne manquent pas, Dieu merci, — la femme européenne aux colonies sera la bienvenue, et elle y sera merveilleusement heureuse, car il n'est pas de plus sûr bonheur que d'en créer autour de soi. Sinon, il vaut infiniment mieux qu'elle reste en France, à portée des grands magasins et des salons de thé.

*
* *

Messieurs, j'ai terminé. Vous ai-je bien fait comprendre, comme j'en avais l'intention, que tout le problème de la colonisation moderne résidait dans cette question de compréhension mutuelle et de rapprochement progressif et que, de la solution que nous adopterions, dépendrait ou la symbiose, condition de tout progrès et gage d'avenir, ou la scissiparité, annonciatrice de grandes catastrophes? Vous ai-je bien fait sentir que nos bons rapports avec les indigènes contenaient le vrai charme de la vie coloniale et que ni les âpres joies du dépaysement ni les plus audacieuses réalisations techniques ne valaient une belle conquête d'humanité? Il me semble, hélas! que je ne vous ai rien dit du sujet que je devais traiter devant vous, tant il est vaste, complexe et fluide.

Mais je vais conclure par une petite histoire qui résumera tout ce que je n'ai pas dit, une toute petite histoire qui n'est pas de mon invention, que vous connaissez peut-être, mais qui m'est chère et qu'il faut se réciter de temps en temps, quand on se sent menacé de faiblir :

« Trois ouvriers taillaient des pierres dans un chantier pour la construction d'une cathédrale. On demande à l'un : Qu'est-ce que tu fais? Je taille des pierres. Et toi? — Je gagne un franc de l'heure. — Et toi, le troisième, que fais-tu? — Moi, je bâtis une cathédrale. Ce dernier seul est dans la vérité, parce qu'il a seul un idéal. »

Nous aussi, Messieurs, nous les coloniaux, nous bâtissons une cathédrale, et quelle cathédrale!

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

DISCOURS DE M. JEAN REY ET DE M. CH. DE FRÉMINVILLE A LA SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

(Paris, 12 janvier 1934.)

La séance de la Société des Ingénieurs civils de France tenue le 12 janvier 1934 a été des plus intéressantes pour notre Société. A cette séance ont été transmis les pouvoirs du président, remplacé chaque année. Or le président sortant et le nouveau président nous sont bien connus : M. Jean Rey est membre du Comité des Arts économiques de la Société d'Encouragement, et M. Charles de Fréminville est membre de son Bureau et du Comité des Arts mécaniques.

Chacun de ces présidents a prononcé un discours, dont le texte a été publié par la Société des Ingénieurs civils.

De ces discours, nous donnerons quelques extraits[1].

S'adressant à son successeur, M. Jean Rey s'est exprimé comme il suit :

« Votre père a professé, pendant la plus grande partie de sa carrière, à l'École du Génie maritime, où il occupa la chaire de construction des navires et de machines à vapeur. Il a été Directeur des Constructions navales de Brest.

« Il fut, également, professeur à l'École centrale, pour le cours des machines à vapeur, et vous avez été son élève. »

C'est un heureux souvenir d'un ingénieur distingué, auteur de travaux fort estimés sur la machine à vapeur[2].

Après un exposé de la carrière bien remplie de M. Ch. de Fréminville, M. Jean Rey indique les effets de l'organisation du travail :

« Quels sont donc les principes de l'organisation nouvelle du travail, tels que les ont tracés les précurseurs français et Taylor lui-même? Leur but principal est la diminution du prix de revient des objets fabriqués et ils s'appliquent aussi bien à la production agricole qu'à la production industrielle.

« Il me semble qu'on peut les classer de la manière suivante : étudier, dans son détail, chaque opération intervenant dans la fabrication d'un produit quelconque, en vue de diminuer le temps de ladite opération et, par suite, son coût, le salaire de l'ouvrier étant proportionné, suivant une formule précise, à la production de son travail.

« Ce principe s'applique aussi bien au travail manuel qu'au travail à l'aide de machines, et, seul, il permet de perfectionner l'outillage.

« En second lieu la répartition du bénéfice produit par la diminution du temps

(1) Le texte de ces deux discours a fait l'objet d'une brochure qu'on trouvera à la *Bibliothèque* de la Société d'Encouragement (Pièce 13.843).

(2) Le *Bulletin* de la Société d'Encouragement a publié plusieurs travaux de cet ingénieur, et notamment une étude magistrale sur les machines à vapeur compound, leur rendement économique et les conditions générales de leur fonctionnement (3e série, t. IV, p. 637 et 688 et t. V, p. 11).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de fabrication doit profiter tout d'abord au consommateur par l'abaissement du salaire et, enfin, à l'industriel pour aider à l'amortissement des nouvelles installations et à la rémunération du capital.

« Le troisième principe consiste, par l'augmentation des salaires, à faciliter à l'ouvrier l'achat des marchandises dont il peut avoir besoin, ou même celui des valeurs mobilières qui lui permettent une participation au capital de l'entreprise, l'ouvrier pouvant ainsi augmenter son pouvoir de consommation et participer aux avantages du capital.

« En quatrième lieu, l'augmentation du rendement de l'ouvrier doit être également recherchée par l'amélioration de l'hygiène et du genre de vie que permet la hausse du salaire.

« Enfin, la collaboration de l'ouvrier avec le patronat devient possible lorsque la preuve est faite que les perfectionnements techniques profitent aux salariés et que s'établit la confiance entre la direction et le personnel, ce qui met fin à la lutte de classes et la remplace par une collaboration effective.

« Ces principes, dont l'application a été poussée aussi loin que possible aux États-Unis, ont permis, tout d'abord, d'atteindre une prospérité inconnue jusque-là, et, par l'élévation du taux des salaires, d'améliorer la vie matérielle des classes ouvrières beaucoup plus qu'en Europe. »

Puis il analyse les causes de la crise désastreuse dont souffrent les États-Unis :

« Aux États-Unis, on s'est figuré, tout d'abord, que les hauts salaires distribués permettraient d'augmenter la consommation d'une manière indéfinie. On s'est aperçu bientôt que l'on arrivait à la limite de la faculté d'achat des masses populaires et qu'il fallait, pour leur faire absorber davantage, créer une organisation permettant le crédit à longue échéance.

« Des sociétés puissantes se sont donc formées pour acheter aux usines les produits fabriqués et les revendre à des conditions permettant aux ouvriers d'engager leurs salaires pour une longue durée.

« On en était venu à offrir, aux jeunes ménages qui se formaient, une maison avec son mobilier, automobile, T. S. F., etc..., pour une somme de 10 dollars, ceci moyennant des versements annuels pendant une période qui pouvait atteindre 25 ans.

« De telles pratiques, non seulement sont condamnables, mais elles sont folles. Il est tout à fait impossible d'engager le travail national pour un long avenir, et ce régime de tentation, créé pour permettre au public de satisfaire immédiatement ses désirs les plus immodérés, est parfaitement immoral; il ne peut conduire qu'à de formidables catastrophes.

« Si l'on joint à cela le développement inouï de la spéculation de bourse qui s'était introduite dans tous les milieux, il n'y a pas lieu de s'étonner de la situation actuelle des États-Unis, due à l'amour du jeu et à l'abus du crédit. »

Quelques autres citations donneront une idée des considérations développées par M. Ch. de Fréminville :

« Vers la fin du siècle dernier, la machine prenait un développement qui se manifestait d'une façon éclatante, notamment à l'Exposition de 1878, et son domaine grandissait de plus en plus. Mais, ce développement se faisait bien souvent d'une façon défectueuse. La machine avait été introduite dans l'atelier, où elle prenait

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

déjà une si grande place, dans de mauvaises conditions. Elle avait été offerte su l'affirmation qu'elle dispensait l'industriel d'avoir recours au technicien, à l'ouvrier habile, peut-être même à l'ouvrier. Mais, la machine, pour ainsi dire abandonnée à un manœuvre, incapable de l'outiller convenablement et de l'entretenir, produisait peu. Ce qui est encore plus grave, le recrutement de l'ouvrier habile était compromis, alors que l'avenir devait montrer qu'on en avait besoin plus que jamais. Cette mauvaise conception du rôle que devait jouer la machine avait donné lieu à de nombreux malentendus d'où résultaient souvent des luttes stériles entre les industriels et le travail.

« Une réaction devait se produire. Elle a été provoquée par les travaux de Frederick Winslow Taylor, sur lesquels M. Henry Le Chatelier, en 1907, attirait l'attention, non seulement de la France, mais, on peut dire, du monde entier.

« Nous n'entreprendrons pas de refaire encore l'analyse détaillée de l'œuvre de Taylor; nous insisterons seulement sur ce que sa méthode réside essentiellement dans l'analyse méthodique des travaux de l'atelier pour y mettre de l'ordre; pour réduire dans toute la mesure possible la fatigue de l'ouvrier; pour déterminer ce que doit être une bonne journée de travail normal donnant droit à un bon salaire pour l'ouvrier bien dirigé et bien équipé; pour coordonner les opérations de façon à réduire le prix de revient et, enfin, pour faire régner un esprit de véritable collaboration entre la direction et l'ouvrier. »

Remontant aux précurseurs des idées actuelles, il rappelle que l'organisation du travail n'est pas une invention nouvelle :

« On a déjà signalé, depuis longtemps, que l'organisation méthodique du travail, n'était que la mise en pratique des principes de Descartes, et que l'Académie des Sciences, dès sa fondation, invitait les savants à étudier les opérations exécutées par l'ouvrier, pour lui apporter leur concours. On ignore généralement que l'étude de la division du travail telle qu'elle était appliquée pour la fabrication des épingles, à Laigle, au commencement du XVIII^e^ siècle, citée par Adam Smith, est due à un grand ingénieur français, Perronet, fondateur du Corps et de l'École des Ponts et Chaussées.

« Il est remarquable aussi que le premier chronométrage décrit, celui que Vauban fit exécuter à Strasbourg, au sujet du transport des terres à la brouette, ait été ordonné par lui pour déterminer ce que devait être une bonne journée de travail, dans le but de mettre fin à un désaccord entre les terrassiers et l'Administration.

« Rappelons que Coulomb voyait dans les mouvements inutiles du mauvais ouvrier l'une des causes principales de la fatigue, et que Poncelet insistait sur ce que la grande question pour l'industrie est la bonne utilisation du travail de l'homme, réduisant la fatigue au minimum. »

Il se garde bien d'omettre la mention des magnifiques travaux de M. Henri Fayol :

« Le besoin de mettre de l'ordre dans les travaux de l'industrie se traduisait aussi, en France, par un autre mouvement qui, bien qu'il se soit manifesté après celui de Taylor, était entièrement original et spontané. C'est le mouvement dû à Henri Fayol, qui consacrait les dernières années de sa vie, après une brillante carrière d'ingénieur, à l'édification et à la propagation de la *doctrine administrative* dont il était l'auteur. Fayol, tout en poursuivant le même but que Taylor, « mettre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de l'ordre dans tous les travaux de l'industrie », prenait un point de départ complètement opposé. Il analysait d'abord le travail du chef et condensait les devoirs de ce dernier de la façon suivante : *prévoir*, *organiser*, *commander*, *coordonner*, *contrôler*.

« Il déterminait aussi les qualités requises pour les titulaires des différents emplois. On peut dire que ces deux chefs d'école, qui avaient commencé par s'ignorer complètement, allaient à la rencontre l'un de l'autre, pour édifier un tout d'une importance considérable. Henri Fayol s'est particulièrement efforcé de faire pénétrer dans les hautes sphères administratives et même gouvernementales les principes fondamentaux de la bonne gestion des affaires industrielles, telle qu'elle résulte de l'emploi des méthodes de travail de l'ingénieur. Son œuvre a, du reste, attiré l'attention de tous les pays, et ses ouvrages ont été traduits en plusieurs langues. Je voyais dernièrement son nom cité dans une publication américaine comme étant celui d'un des trois hommes qui ont apporté à la science de l'organisation une contribution absolument personnelle et originale : un Polonais, Adamiecki ; un Français, Fayol ; et un Américain, Taylor. Nous verrons du reste que, malgré le dicton populaire, Fayol a eu l'heureuse fortune d'être aussi compris dans son pays. »

M. Ch. de Fréminville avait prévu, depuis plusieurs années, le danger des exagérations américaines, ainsi qu'il le rappelle :

« Qu'il me soit du reste permis de rappeler qu'en février 1928 je signalais que, malgré leurs bonnes relations, les patrons et les ouvriers américains me paraissaient se lancer, d'un commun accord, dans la surproduction la plus dangereuse, et que l'on pouvait craindre que nous soyons entraînés à nous lancer dans la même voie, malgré les conseils qui nous étaient donnés par les Américains eux-mêmes. »

Enfin sa conclusion résume d'utiles considérations :

Conclusion. — « Dans ce rapide exposé de la place qui revient à l'ingénieur dans le domaine de l'organisation du travail et de l'économie industrielle, nous nous sommes attachés à montrer que la science de l'organisation était, avant tout, ce que F. Le Play appelle une *science d'ordre*, essentiellement pondératrice, ne pouvant être rendue responsable, en rien, des emballements qu'on a constatés dans certaines branches de la production, et que sa mise en pratique, loin d'exiger l'introduction d'une mentalité étrangère, est favorable au développement des qualités de la mentalité française, en particulier de l'esprit de collaboration qui ne cesse de se manifester chez nous dans tout milieu ordonné.

« Le problème à résoudre, pour assurer l'équilibre industriel, est de concilier deux aspirations de la nature humaine, l'*activité* et la *stabilité*, qui ne peuvent recevoir satisfaction qu'à la condition de se faire de part et d'autre d'importantes concessions, car la stabilité absolue ne se trouve que dans le néant, où la pensée n'existe pas, et, d'autre part, si l'activité est généreuse, elle est parfois désordonnée et peut inspirer à la stabilité des inquiétudes assez justifiées.

« Nous avons vu que l'ingénieur peut espérer réaliser cette conciliation à l'aide des méthodes d'organisation, reposant sur l'analyse détaillée des travaux de l'industrie. Il peut également y trouver d'importantes ressources, non seulement pour accroître sa valeur technique, mais aussi pour aborder, à l'aide de faits bien établis, l'étude des questions économiques et révéler ainsi les besoins de l'industrie, en montrant, notamment, d'une façon précise la nature et la gravité du péril que lui font courir les charges qu'elle supporte.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« D'une manière plus générale encore, l'ingénieur doit contribuer, en donnant plus de *souplesse* aux moyens de production, à assurer l'équilibre entre la production agricole, la production industrielle et la production artistique, tout en faisant une large place à la vie intellectuelle. Il doit travailler à faciliter la réalisation de cet heureux dosage des activités, de cette variété dans les genres d'existence, sans lesquels on ne peut se vanter de cultiver vraiment un art que nos amis disent avoir atteint chez nous un certain degré de perfection, *l'art de vivre* [3].

E. S.

NOTE BIBLIOGRAPHIQUE

par M. Ed. SAUVAGE, *membre du Conseil de la Société d'Encouragement.*

La soudure autogène.

A l'occasion du 25e anniversaire de sa fondation, la *Revue de la Soudure autogène* a publié un numéro spécial qui est un véritable traité des procédés récents de soudure. Il débute par trois notes dues à des membres éminents de notre Société : *Les hautes températures*, par M. Henry LE CHATELIER ; — l'*Évolution de la soudure autogène*, par M. Albert PORTEVIN ; — l'*Application de la soudure autogène à la construction et à la réparation des générateurs de vapeur*, par M. Charles WALCKENAER.

M. Le Chatelier termine sa note par cette indication encourageante : « Aujourd'hui on effectue régulièrement des soudures qui ne sont pas fragiles, même à froid, et ont des propriétés générales excellentes, ce qui donne un nouvel essor aux constructions soudées. »

M. Portevin reconnaît le mérite des nouveaux procédés de soudure, en déclarant : « Les progrès dans nos connaissances touchant les métaux et les études scientifiques concernant la soudure, qui se poursuivent sans arrêt, constituent une base de plus en plus solide à l'essor de la soudure autogène, dont on ne peut actuellement fixer les limites. »

M. Walckenaer, qui connaît tous les accidents de générateurs, en sa qualité de président de la Commission centrale des Machines à vapeur, recommande la prudence dans l'application de la soudure aux chaudières : « La bonne tenue d'une soudure est essentiellement subordonnée à deux conditions indispensables. D'une part, il faut que les deux rives, qu'elle a pour mission de réunir, soient en métal soudable... « L'autre condition, sur laquelle on ne saurait trop insister, est que la soudure soit parfaitement exécutée, avec habileté et conscience, par un soudeur spécialisé et constamment entraîné. »

Viennent ensuite quantité de détails sur les différents procédés de soudure, sur les questions qui s'y rattachent, sur leur application aux différentes qualités d'aciers et à divers métaux. Le tout est un excellent résumé des questions qui se rapportent à ce nouveau procédé de construction métallique, qui a déjà pris une très grande expansion.

On pourra consulter ce numéro spécial de la *Revue de la Soudure autogène* à la Bibliothèque de la Société d'Encouragement (Pièce 13.844).

(3) *La technique moderne*, du 1er avril 1934, p. 11, a publié une notice bibliographique sur M. Ch. de Fréminville.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE DU 12 MAI 1934.

Présidence de M. ALBY, *président.*

La séance est ouverte à 17 h.

Est présenté pour devenir membre de la Société et admis séance tenante :

M. CRÉMER (Paul), ✻ ✻, chef du Service des Études du Crédit national, 45, rue Saint Dominique, Paris (7e), présenté par M. Lemaire.

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

M. DE FRÉMINVILLE présente les ouvrages suivants :

La semaine de quarante heures, par H. Le CHATELIER. (ex *Revue économique*, février 1934). Bruxelles, Goemaere, 21, rue de la Limite, 1934. (Don de l'auteur, membre du Conseil d'Administration);

Méthodes scientifiques et améliorations dans les mines, par Robert LOUSTAU. Paris, Ch. Béranger, 15, rue des Saints Pères (6e), 1934. (Don de M. F. Blondel, membre du Conseil d'administration);

Les nouvelles méthodes d'analyse. L'emploi de la lumière de Wood dans les sciences, l'industrie, l'alimentation, la recherche des fraudes, par Jean SEYEWETZ. (Actualités scientifiques et industrielles). Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1934;

Les clauses de revision de prix dans les marchés de fournitures, par Pierre BARRADEZ. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1934;

Les procédés employés dans l'industrie contre la déperdition de la chaleur et du froid, par J. S. CAMMERER. Traduit d'après l'édition allemande, revue et mise à jour par l'auteur, par A. de RIVA-BERNI. Paris, Ch. Béranger, 1934;

La lutte contre le bruit. Études entreprises sur les matériaux dits « insonores », sous les auspices du Touring-Club de France avec la collaboration du Laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers. Édité par la *Revue mensuelle de la Chambre syndicale des Entrepreneurs de Maçonnerie, Ciments et Béton armé*, de la Ville de Paris et du Département de la Seine.

Dons du périodique : *Le Génie civil* :

Theory of Elasticity, by S. TIMOSHENKO. London, McGraw-Hill Publishing Co., Aldwych House, W. C. 2, 1934;

The Casting of Brass Ingots, by R. GENDERS and G. L. BAILEY. London,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Bristish non-ferrous Metals Research Association, Regnart Buildings, Euston Street, N. W. 1, 1934;

Introduction of Railway Mechanics, by George V. Lomonossoff. London, Oxford University Press, Amen House, Warwick Square, E. C. 4, 1933.

M. Wery, présente les ouvrages suivants :

Réglementation des usines chimiques. Législation des Établissements classés. Construction, aménagement et exploitation. Protection du personnel. Appareils à vapeur. Transports, etc., par Marcel Bourgeois. (Comité des Industries chimiques de France). Paris, Librairie du Recueil Sirey, 22, rue Soufflot (5e), 1934. (Don du Comité des Industries chimiques de France);

Les cochenilles des arbres fruitiers, par R. Poutiers. (Les petits manuels des Syndicats agricoles. — Bibliothèque Vermorel, n° 214). Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, 26, rue Jacob (6e); Villefranche (Rhône), Librairie du Progrès agricole et viticole;

Les périodicités de structure, par Suzanne Veil. (Exposés de chimie générale et minérale, publiés sous la direction de Paul Pascal. — II : Les phénomènes périodiques de la chimie. I. (Actualités scientifiques et industrielles, 104). Paris, Hermann et Cie, 6, rue de la Sorbonne (5e), 1934;

Dons du périodique : *Le Génie civil* :

Traité pratique de prospection géophysique à l'usage des géologues et des ingénieurs des mines, par C.-L. Alexanian. Paris, Ch. Béranger, 15, rue des Saints Pères (6e), 1932;

Protective Films on Metal, by Ernest S. Hedges. London, Chapman and Hall Ltd, 11, Henrietta Street, W. C. 2, 1932;

The Alloys of Iron and Molybdenum, by J.-L. Gregg. London, Mc Graw-Hill Publishing Co., Aldwych House, W. C. 2, 1932;

The Alloys of Iron and Silicon, by Earl S. Greiner, J. S. Marsh and Bradley Stoughton. London, Mc Graw-Hill Publishing Co, 1933.

M. Pierre Caziot, président de la Compagnie des Experts en estimations près le Tribunal de la Seine, membre du Conseil de la Société d'Encouragement, fait une communication sur *l'Évolution de la valeur de la propriété immobilière en France*.

Depuis le Second Empire, la valeur de la propriété immobilière en France, comme à l'étranger d'ailleurs, a subi des variations extraordinaires qui résultent des transformations profondes survenues dans les conditions économiques.

Au cours du XIXe siècle, et notamment pendant le Second Empire, la valeur de la propriété rurale a crû constamment et assez régulièrement jusqu'en 1875-1880;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

on l'évaluait au total à 61 milliards en 1851 et à 92 milliards en 1879. Entre 1875 et 1880 a commencé, à des dates différentes dans les diverses régions de la France, une crise agricole, avec dépopulation des campagnes qui a duré jusqu'en 1895 et qui a provoqué une dépréciation très grande et très variable de la terre, atteignant quelquefois 80 p. 100. A partir de 1900, la situation agricole s'étant améliorée, sauf dans les régions qui s'étaient très dépeuplées, en 1914, dans les bons pays de culture, la terre avait acquis une valeur à peu près stable. Le mouvement a été à peu près le même dans les villes. En 1914, la valeur totale de la propriété bâtie dépassait certainement 16 milliards dans l'agglomération parisienne.

En 1914, on évaluait la fortune de la France à 270 milliards dont 130 milliards pour la fortune immobilière, répartis tant par moitié entre la propriété bâtie et la propriété rurale; aussi, avant 1914, la propriété foncière constituait-elle depuis une douzaine d'années le placement le plus recherché par l'épargne française et aussi le plus sûr.

Cette situation a été complètement bouleversée par la guerre, l'inflation et la fiscalité qui l'ont suivie. En 1914, la charge fiscale, y compris les centimes additionnels, était de l'ordre de 7 à 10 p. 100 du revenu net, aussi bien pour les propriétés bâties que pour les non bâties. Les droits de mutation étaient de 7 p. 100, les frais de vente de 9 à 10 p. 100 et les droits de succession étaient couverts par les revenus de deux à trois années. Le Crédit foncier faisait des prêts à long terme à 4,30 p. 100.

Jusqu'en 1925, si on fait abstraction du vignoble languedocien et des propriétés d'agrément (chasses, châteaux) acquises presque toujours par les nouveaux riches à des prix très exagérés, dans les régions purement agricoles, où les acquéreurs étaient surtout des cultivateurs, la hausse des terrains resta très inférieure à la dévalorisation du franc; elle ne dépassa guère 50 p. 100. Un très fort mouvement de hausse se produisit en 1925-1926, puis à la fin de 1926. Mais l'augmentation des frais de mutation, portée à 27 p. 100 du prix d'achat, provoqua une courte réaction vers la baisse; la hausse reprit mais plus faiblement et plus lentement jusqu'en 1928-1929 par suite de la revision des baux et de la conclusion de nouvelles locations. Les plus hauts prix de vente furent atteints vers 1930 : le coefficient de la valeur de la terre par rapport à 1914 variait alors de 3 à 5, selon les régions. Depuis, la crise est survenue, la spéculation sur les terrains, même honnête, a disparu et les acheteurs éventuels sérieux, ruraux ou urbains, se font de plus en plus rares. Les biens les plus touchés sont les châteaux dont la valeur s'est pour ainsi dire volatilisée (elle est insignifiante par rapport aux frais d'entretien devenus écrasants), les chasses, les terrains à lotir sur la Côte d'Azur et dans la banlieue parisienne, et les vignobles.

La crise foncière n'a commencé à Paris qu'en 1931. Ce sont les bureaux et les hôtels particuliers qui sont le plus touchés, puis les immeubles bâtis depuis la guerre et à grands loyers, les immeubles à destination commerciale des grandes voies du centre de Paris; par contre, les immeubles de rapport, construits avant la guerre et en bon état, dont les loyers ne dépassaient pas 3.000 francs-or en 1914 et dont les revenus ont été comprimés par les lois sur les loyers, sont peu touchés, surtout si leur valeur reste inférieure à un million de francs actuels.

D'une façon générale, on peut dire qu'actuellement, pour les immeubles déjà bâtis dans les villes avant la guerre ainsi que pour les biens ruraux, la valeur vénale est comprise entre 2 et 3 fois la valeur d'avant la guerre.

L.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Grassart. — M. Caziot a signalé parmi les causes de la dépréciation des biens immobiliers, celle qui, à mon avis, est la plus grave : le taux excessif des prêts hypothécaires. Avant 1914, le Crédit foncier prêtait à long terme, sur hypothèque, au taux de 4,3 p. 100, jusqu'à concurrence de la moitié de la valeur d'un immeuble, ce qui permettait, aux propriétaires, d'exécuter des réparations importantes ou d'apporter de grandes améliorations, et, aux entrepreneurs, de faire une spéculation honnête consistant à acheter un terrain nu et à emprunter pour y bâtir une maison à loyer en vue soit de la revendre, soit de l'exploiter. Aujourd'hui, le Crédit foncier perçoit un intérêt de 8,05 p. 100, avec interdiction de remboursement anticipé, ce qui rend ces opérations absolument impossibles, puisque, les charges fiscales et la crise aidant, le propriétaire de l'immeuble a la quasi certitude de ne pas toucher des loyers suffisants pour payer les impôts et les annuités du Crédit foncier. Tous les travaux du bâtiment sont donc arrêtés, ce qui contribue au chômage : on n'exécute que les réparations strictement indispensables; l'argent est thésaurisé et improductif.

On peut ajouter à cela que presque tous les anciens combattants qui étaient propriétaires sont ruinés : c'est immoral.

A une époque troublée, Bonaparte, 1er consul, avait limité par une loi les prêts à des taux usuraires. Ne pourrait-on pas faire quelque chose d'analogue?

M. Caziot ne pourrait-il pas indiquer un remède à cette situation car la crise du logement existe toujours pour les loyers petits et modérés.

M. Caziot. — Les dispositions légales redressant le taux de l'intérêt seraient inopérantes ou auraient des conséquences très différentes de celles que l'on recherche. Le taux élevé des prêts du Crédit foncier est la conséquence inévitable de l'état économique actuel. Je suis convaincu que « si on nous fait de bonne politique on fera de bonnes finances » et que la situation économique s'améliorera d'elle-même. Personnellement, je ne vois pas d'autre remède.

M. Alby, *président*. — Je remercie vivement notre collègue du Conseil, M. Caziot, de nous avoir exposé d'une manière si claire, si précise et si vivante, une question qui nous préoccupe tous, directement ou indirectement, car si dans les villes nous sommes presque tous des locataires, il ne faut pas oublier que dans notre pays c'est la petite propriété rurale qui domine. Nous serons heureux de publier dans notre *Bulletin* le texte de la communication si documentée et si intéressante que M. Caziot vient de nous faire.

La séance est levée à 18 h. 30 m.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCE PUBLIQUE DU 26 MAI 1934

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

La séance est ouverte à 17 h.

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

Le COMITÉ DES INDUSTRIES CHIMIQUES DE FRANCE, 199, rue du Faubourg-Saint-Honoré, Paris (8e), présenté par MM. Alby et Lemaire;

M. BERTIN (Henri), colonel d'artillerie en retraite, ingénieur-conseil de la Manufacture de Machines du Haut-Rhin, 23, rue du Mont-Cenis, Paris (18e), présenté par M. Sauvage et le commandant Nicolau (membre à vie).

M. ALBY. — Je crois devoir vous signaler que le colonel Bertin est le fils de notre ancien collègue, Émile Bertin, qui fut président de notre Société et qui présida le Comité des Arts mécaniques jusqu'à sa mort.

M. ALBY, *président.* — J'ai le plaisir de vous annoncer que trois membres de notre Société ont été l'objet de distinctions honorifiques dont toute notre Société se réjouit.

M. MAURICE DE BROGLIE, qui était déjà membre de la Société d'Encouragement bien longtemps avant la guerre, vient d'être élu membre de l'Académie française. Il était déjà membre de l'Académie des Sciences depuis février 1924.

M. Gustave MOUSSU, membre de notre Comité d'Agriculture depuis 1917, professeur honoraire à l'École vétérinaire d'Alfort, vient d'être élu membre de l'Académie des Sciences, où il succède au Dr Roux, avec qui il a soutenu cependant des luttes épiques au sujet de la nocivité du vaccin B.C.G. pour les animaux domestiques.

M. Albert PORTEVIN, ancien président de la Société des Ingénieurs civils, bien connu pour ses travaux dans de nombreux domaines de la métallurgie, membre de notre Comité des Arts chimiques depuis 1928, vient d'être promu officier de la Légion d'honneur.

Nous adressons à ces trois collègues nos chaleureuses félicitations.

MM. CH. de FRÉMINVILLE et G. WERY, *secrétaires généraux*, présentent des ouvrages entrés récemment dans la *Bibliothèque.*

M. de FRÉMINVILLE présente les ouvrages suivants :

Jubilé du professeur A. d'Arsonval, 27 mai 1933. 11 fig. Malakoff (Seine), Imp. G. Durassié et Cie, 162, route de Châtillon.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dons du périodique *Le Génie civil* :

L'électron magnétique (*Théorie de Dirac*), par Louis DE BROGLIE. Paris, Hermann et Cie, 6, rue de la Sorbonne (5e), 1934;

Théorie mathématique de l'assurance maladie, par Henri GALBRUN. Traité du calcul des probabilités et de ses applications, par Émile BOREL. Tome III. Les applications de la théorie des probabilités aux sciences économiques et aux sciences biologiques. Fasc. IV). Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1934;

Notions de calcul tensoriel, par J.-B. POMEY (Conférence sur le calcul tensoriel à l'École supérieure d'Électricité). Paris, Gauthier-Villars, 1934;

Élément de calcul vectoriel (dans l'espace euclidien à trois dimensions), par J.-B. POMEY (Conférence sur le calcul vectoriel à l'École supérieure d'Électricité). Paris, Gauthier-Villars, 1934;

Étude des méthodes d'essai des soudures oxyacétyléniques des tôles d'acier, par A.-B. KINZEL, Nancy, Société d'Impressions typographiques, 1933;

Le vol vertical. Théorie générale des hélicoptères. Les appareils à voilures tournantes de leurs origines à 1934, par le lieutenant-colonel LAMÉ. Paris, Ed. Blondel La Rougery, 7, rue Saint-Lazare (9e), 1934;

Manuel pratique de l'ingénieur sur la technique de la route. Construction. Entretien. Revêtements modernes, par A.-R. TABARY (Encyclopédie industrielle et commerciale). Paris, Librairie de l'Enseignement technique, L. Eyrolles, 3, rue Thénard (5e), 1933;

Guide des chauffages modernes. Théorie. Applications. Calculs. Eau chaude. Air chaud. Ventilation, par E. SCARSEZ. Paris, Ch. Béranger, 15, rue des Saints Pères (6e), 1934;

Hydrodynamique physique avec applications à la météorologie dynamique, par V. BJERKNES, J. BJERKNES, H. SOLBERG et T. BERGERON. Recueil des Conférences-rapports de documentation dynamique, vol. 23). Tomes I, II, III. Paris, Les Presses universitaires de France, 49, boulevard Saint-Michel (5e), 1934;

Recueils de la Soudure autogène. Tome I : *Construction des conduites*; Tome II : *Construction des appareils et récipients;* Tome III : *Constructions métalliques*; Tome IV : *Soudure des métaux non ferreux*. Genève (Suisse). Comité technique international du Carbure et de la Soudure.

Économie et technique de la Soudure autogène. Rapport sur une série d'essais de soudures autogènes. Genève (Suisse), Comité technique international du Carbure et de la Soudure, 1933.

M. WERY présente les ouvrages suivants :

INSTITUT DES RECHERCHES AGRONOMIQUES DE L'INDOCHINE (Gouvernement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

général de l'Indochine). — *Compte rendu des travaux exécutés en 1932-1933*. Hanoï, Imprimerie d'Extrême-Orient, 1934;

Camille Matignon, 1867-1934, par D. SIDERSKY (ex *Bulletin de l'Association des Chimistes de Sucrerie et de Distillerie*, mars 1934). Paris, 156, boulevard Magenta (10e). (Don de l'auteur).

Dons du périodique *Le Génie civil :*

Barrages et géologie. Méthodes de recherches. Terrassement et imperméabilisation, par Maurice LUGEON. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1933;

Traité de géodésie, par le capitaine P. TARDI. Fascicule I : *Généralités sur la géodésie. Géodésie mathématique. Triangulations*; Fascicule II : *Astronomie géodésique de position. Géodésie dynamique. La figure de la terre*. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1934;

Rostfeuerungen, von W. MARCARD. Berlin N. W. 7, VDI-Verlag G. m. b. H., 1934;

Die elektrische Warmbehandlung in der Industrie, von E. Fr. RUSS. München und Berlin, R. Oldenbourg, 1933;

Entwurf und Ansführung von Stau-und Kanaldammen aus Erde und Fels, von O. WALCH. Berlin, Julius Springer, 1933;

Dampfspeicheranlagen, von Walter GOLDSTERN, Berlin, Julius Springer, 1933;

Dampfkraft, von Friedrich MÜNZINGER. 2. Auflage. Berlin, Julius Springer, 1933;

Gewichtsstaumauern und massive Wehre, von N. KELEN. Berlin, Julius Springer, 1933;

Gegossene Metalle und Legierungen. Grundlagen der metallgiessereitechnischen Werkstoffkunde, von Willi CLAUS und A. H. F. GOEDERITZ. Berlin W., M. Krayn, 1933.

Le professeur Auguste HOLLARD, chargé de l'enseignement théorique et pratique de l'électrochimie à l'École de Physique et de Chimie industrielles, ancien chef du laboratoire central de la Compagnie française des Métaux, fait une communication sur *Les maladies des métaux et leur contagion*.

Les métaux et les alliages peuvent être le siège de mouvements et de transformations comparables à ceux des êtres vivants.

La diffusion d'un métal à travers un autre, par simple contact, sous une pression qui peut ne pas être très élevée, est due au déplacement des molécules qui, comme on le sait, ne sont pas immobiles; cette diffusion augmente avec le temps et a déjà un des caractères de la vie.

Les transformations d'un métal peuvent avoir le caractère soit de maladies,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

soit d'infirmités; elles sont à marche progressive et sont dues à l'action du milieu environnant, comme pour les êtres vivants.

Un métal écroui peut être considéré comme au début de sa vie; il tend à prendre une texture cristalline sous l'influence du temps ou de la température.

Des métaux purs, comme l'étain, le plomb, l'antimoine, sont souvent le siège de maladies provoquées par la chaleur, le froid, les chocs, les trépidations : il y a cristallisation progressive à partir d'un point initial, là où un germe existe préalablement ou a été déposé; ces maladies sont contagieuses et comportent des remèdes qui empêchent leur propagation.

Les métaux ont aussi le pouvoir de réagir contre les causes de destruction et ce pouvoir est comparable à celui qu'utilisent les êtres vivants dans leur lutte contre les traumatismes. Il peut y avoir fissuration, segrégation, corrosion, comme dans le le cas des rails de chemins de fer. On peut découvrir ces défauts et les éviter.

Enfin, les métaux possèdent une plus ou moins grande endurance à la fatigue, c'est-à-dire à des efforts répétés qui, quoique n'agissant qu'une fois, sont incapables de provoquer une rupture ou une déformation permanente mais les provoquent par leur répétition. La mesure des constantes physiques des métaux est difficile à cause de la quasi impossibilité de définir un métal en raison des états allotropiques qu'il comporte : les état allotropiques correspondent à une sorte de personnalité pour des individus différents d'une même espèce.

Presque tous les défauts, maladies et infirmités des rails de chemins de fer ont été étudiés par Charles Fremont. E. L.

M. Alby, *président*. — Le sujet immense que vient de nous traiter M. Hollard en une leçon de choses, comme il l'a dit lui-même, n'est pas près d'être épuisé. Nous espérons que pour conserver trace de l'ensemble des faits qu'il nous a signalés et des explications si lumineuses et si claires qu'il nous a données il voudra nous remettre un texte très détaillé de sa conférence. C'est avec plaisir que nous le publierons dans notre *Bulletin*. Au nom de notre Société, je lui adresse mes très vifs remerciements.

La séance est levée à 18 h. 30 m.

COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 10 AVRIL 1934)

Robinet à clapet, à passage direct et à ouverture rapide, système L. Jaussaud.

Note présentée par M. E. Brillié.

Les différents systèmes de robinets peuvent se ramener à trois types principaux qui sont les suivants :

a) *robinets à boisseaux*. Caractéristiques : passage direct, manœuvre rapide;

b) *robinets à clapets*. Caractéristiques : passage indirect. manœuvre par vis, c'est-à-dire lente;

c) *robinets-vannes*. Caractéristiques : passage direct, manœuvre lente.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

De nombreuses applications réclament la manœuvre rapide. Le robinet à boisseau répond à cette condition mais présente certains inconvénients : étanchéité mal assurée, manœuvre quelquefois dure, grippage possible.

M. L. Jaussaud, 69, rue Arsène-Chéreau, à Montreuil-sous-Bois (Seine), a réalisé un type de robinet qui présente les avantages du robinet à boisseau et les qualités d'étanchéité du robinet à clapet.

Dans ce système (fig. 1 et 2), l'organe obturateur est un opercule mobile sur deux tourillons sphériques, le tourillon supérieur comportant une fente dans laquelle s'engage le tournevis d'une tige solidaire d'une clé extérieure; l'action de cette clé peut amener l'opercule en regard de la tubulure du robinet, ou l'effacer dans une position d'ouverture à 90°.

Le tourillon supérieur est logé dans une douille qui tourne dans un presse-étoupe et qui est pourvue extérieurement d'une clé disposée au-dessous de la précédente. Le logement du tourillon est excentré dans la douille et la manœuvre de la clé a pour effet d'appliquer l'opercule sur son siège, à la façon d'un clapet.

Le siège est constitué par un anneau libre s'appuyant sur une portée sphérique de façon que, si l'opercule se présente avec un peu de désaxement, le portage se trouve rectifié par le déplacement de l'anneau.

En réalité, le fonctionnement ne nécessite qu'une seule manœuvre par la clé inférieure; en effet, le robinet étant fermé, si l'on agit pour l'ouvrir, l'action sur la clé inférieure a pour premier effet de débloquer l'opercule; celui-ci, n'étant plus en contact avec le siège, est solidaire de la clé en raison de la friction du presse-étoupe du tournevis central (friction qui est commandée par le serrage de l'écrou supérieur); à partir de ce moment un déplacement de 90° de la même clé inférieure amènera l'opercule en position d'ouverture. La manœuvre est inverse pour la fermeture. Des butées sont disposées pour fixer, par l'intermédiaire de la clé supérieure, les positions d'ouverture et de fermeture de l'opercule.

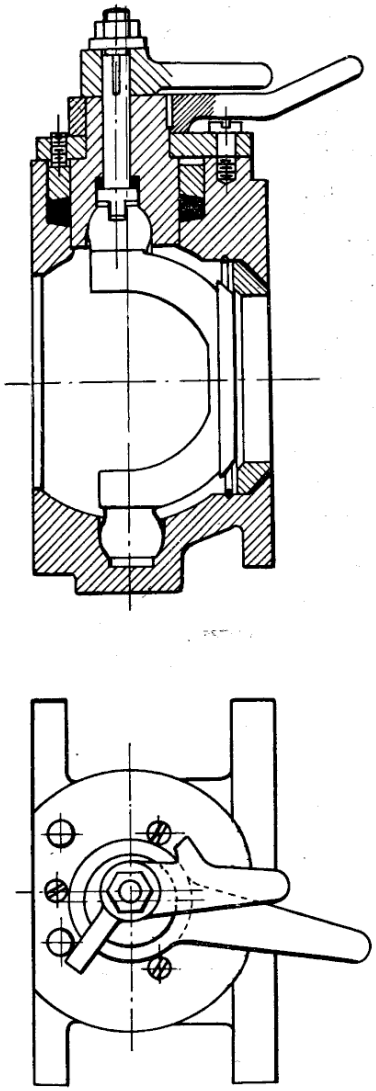


Fig. 1 et 2. — Coupe verticale et plan du robinet à clapet, à passage direct et à ouverture rapide, système L. Jaussaud.

Ce robinet peut trouver son application dans des cas qui nécessitent à la fois l'étanchéité et la rapidité de manœuvre; c'est le cas, par exemple, pour la conduite de vapeur dans le chauffage des trains.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 1er MAI 1934)

Souffleur de suies Dalmar, type S.F/792.

Note présentée par M. Ed. SAUVAGE.

La description du *ramoneur à vapeur Dalmar* pour locomotives, donnée dans le *Bulletin* de notre Société de janvier 1933, p. 43, indique que cet appareil est également applicable aux générateurs fixes à tubes de fumée.

Pour cette application, notamment aux générateurs semi-tubulaires, l'appareil a été légèrement modifié. Le déplacement longitudinal de la tige centrale, qui fait varier l'inclinaison de la tuyère, est obtenu, en même temps que sa rotation, par l'action d'un écrou, qui tourne sans translation. Cet écrou porte deux filetages contigus de sens contraires, produisant les deux mouvements nécessaires. La rotation de cet écrou est donnée par un pignon, faisant corps avec la manivelle de commande, qu'on ne doit pas laisser tourner dans la main, pignon qui agit sur une roue dentée calée sur l'écrou.

A la description de l'appareil, remise par les Anciens Établissements Dalmar, sont jointes des attestations d'industriels, qui se déclarent entièrement satisfaits du fonctionnement de l'appareil. L'une de ces attestations indique une économie de 6 p. 100 sur le combustible, les autres ne chiffrant pas l'économie obtenue.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMITÉ DES ARTS ÉCONOMIQUES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 12 AVRIL 1934)

L'accumulateur sec à l'étain.

Note présentée par M. Ch. FÉRY.

L'une des applications de l'accumulateur au plomb où ses défauts se font le plus sentir, est celle de la constitution des batteries de petits éléments à haut voltage (40 à 120 V) utilisées en T. S. F., à la charge des électromètres, etc.... L'emploi du procédé de protection que j'ai présenté l'année dernière devant notre Société [1] et qui donne, comme on l'a vu, d'excellents résultats, n'est malheureusement pas applicable pour les très petits éléments (de 1 à 5 Ah) étant donné le peu de place dont on dispose ici.

La perte de capacité à circuit ouvert est due, comme je l'ai indiqué, à une attaque lente du plomb spongieux de la négative, attaque qui donne lieu à un faible dégagement d'hydrogène, et aussi à la réduction de la matière positive par cet hydrogène. On comprend facilement que, dans ces conditions, les deux plaques perdent simultanément leur capacité et que la tension de la batterie tombe peu à peu. Si, par l'emploi comme négative d'un métal moins attaquable que le plomb, on arrivait à réduire l'attaque de cette négative à circuit ouvert par l'électrolyte sulfurique, on diminuerait aussi le dégagement d'hydrogène et la réduction de la positive qui en résulte.

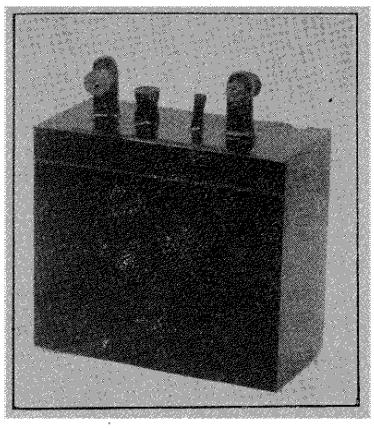


Fig. 1.
Vue de l'accumulateur sec à l'étain.

L'étain a été souvent employé avec la positive au plomb pour constituer un élément de pile dont la conservation est remarquable, *mais qui ne peut être régénéré* par le courant, car l'étain se dépose sous forme de cristaux n'ayant aucune cohésion et ne présentant qu'une très faible adhérence avec la lame d'étain sur laquelle ils se forment pendant la recharge.

Les choses se passent tout différemment si l'électrolyte est immobilisé par une matière poreuse et granulée, inattaquable par l'acide sulfurique (silice). Cette silice, granulée, entre les grains de laquelle se déposent les cristaux fragiles d'étain, leur sert de support et la négative, ainsi armée, contient le métal sous forme de mousse ou d'éponge offrant une large surface d'attaque, tandis que les gaz, en fin de charge, peuvent se dégager en passant entre les grains.

J'ai appliqué, en outre, à cette combinaison, le principe de ma pile au sel ammoniac Zn-C, à dépolarisation par l'air [2], qui s'est montré si efficace, en disposant la négative d'étain au fond du vase de l'élément, ce qui la met à l'abri de l'oxydation par l'air ainsi que de celle provenant de la positive, laquelle est constituée par une ou plusieurs plaques verticales.

(1) Voir dans le *Bulletin* de février 1933, p. 131 et de mars 1933, p. 153, *L'accumulateur protégé « Féry-Carbone »*.

(2) Cette pile est maintenant fabriquée par la Société Le Carbone, qui a entrepris aussi la construction de nos accumulateurs protégés au plomb « Féry-Carbone » et des accumulateurs secs à l'étain, faisant l'objet de cette note. Plus d'un million et demi de ces piles ont été fournies aux P. T. T.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On voit par ce qui précède que la combinaison étain-peroxyde de plomb n'est possible, si on veut la régénérer par le courant, que sous forme d'un élément sec. Cette forme de réalisation n'est d'ailleurs pas un inconvénient, car elle permet la construction d'accumulateurs transportables sans augmenter beaucoup leur résistance intérieure, la matière granulée inattaquable absorbant 80 p. 100 de son volume apparent de liquide. Elle évite d'autre part le gondolement de la plaque positive ainsi que les chutes de matière de cette plaque.

Sans entrer ici dans le mécanisme chimique des réactions qui prennent naissance dans cet élément [3] on peut remarquer :

1° que sa force électromotrice est à peine inférieure à celle de l'accumulateur au plomb (1,9 V au lieu de 2 V);

2° que sa conservation à circuit ouvert est bien meilleure;

3° que son poids, malgré l'introduction d'un immobilisant, est plutôt moindre que celui de l'accumulateur au plomb, ce qui s'explique par l'absence de grille négative et le remplacement à la négative au plomb par un métal moins dense;

4° qu'il est d'un transport facile et évite les ennuis du liquide libre.

Étude expérimentale du nouvel élément. — Le petit élément que je vous présente a été monté en novembre 1932; son encombrement est celui d'une pile pour lampe de poche, et sa capacité de 2 Ah environ. Pendant l'année 1933, je l'ai soumis à une série de charges et de décharges pour m'assurer de la constance de sa capacité.

Abandonné *déchargé* à la fin de juillet 1933, il n'a été rechargé que le 2 octobre 1933 et laissé au repos depuis cette époque, soit 6 mois. Vous pouvez constater qu'il peut encore actionner une petite lampe de 2 V, montrant ainsi que sa force électromotrice n'a pas baissé et que sa résistance intérieure est restée faible. Il débite 0,15 A sur cette lampe.

De plus gros éléments, construits sur mes indications par la Société « Le Carbone » ont un encombrement de $100 \times 45 \times 85$ mm; ils fournissent 12 Ah pour un courant de décharge à 0,2 A et 15 Ah à un courant de décharge de 0,1 A, la différence de potentiel initiale étant de 1,95 V environ et la décharge étant arrêtée à 1,60 V. Leur poids total en bac de celluloïd est de 945 g [4].

Ces accumulateurs se comportent donc comme de bonnes piles sèches, dont la régénération, facile et peu coûteuse, se fait aisément par le courant du secteur avec interposition d'un redresseur oxymétal; et la certitude de la capacité est bien assurée.

La symétrie de la positive noyée dans la matière poreuse s'oppose à son gondolement et à toute chute de matière active.

Les qualités particulières de ces petits éléments leur permettent de fonctionner, avec l'avantage d'une régénération facile et économique, dans toutes les applications des piles sèches : lampes de poche; T. S. F.; charge des électromètres; amplificateurs; recherches de laboratoire, etc. Ils répondent à un besoin actuel des recherches en physique.

(3) Le composé stanneux qui se forme pendant la décharge, par l'attaque de la négative d'étain, a une couleur plus sombre que celle du métal réduit. L'analyse chimique seule pourra dire s'il s'agit d'un oxyde stanneux ou d'un oxy-sulfate stanneux.

(4) Ces éléments, ont donc une capacité massique de près de 16 Ah par kilogramme. On voit ainsi que, malgré l'adjonction d'une matière granulée inerte, la capacité massique est encore supérieure à celle des accumulateurs au plomb; le fait est dû à ce que l'étain est moins dense que le plomb et à ce que son équivalent électrochimique est faible.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

Croissance des végétaux (Principes d'agronomie. — tome II), par Albert DEMOLON, Ingénieur agronome, docteur ès sciences physiques. Un vol. 25 × 16 cm, de XI + 307 p., 42 fig. Dunod, édit., 92, rue Bonaparte, Paris (6e), 1934. Prix : 78 fr; rel. 88 fr. Index : 581.143

Après avoir étudié dans la *Dynamique du sol* (1), le milieu dans lequel se manifestent les phénomènes propres à l'agriculture, M. Demolon expose dans son nouveau volume les rapports qui s'établissent entre ce milieu et les plantes cultivées.

M. Demolon, Ingénieur agronome, docteur ès sciences, est Inspecteur général des Laboratoires et Stations de l'Institut national des Recherches agronomiques. La situation qu'il occupe dans la science, les fonctions qu'il remplit donnent à ses ouvrages une autorité particulière.

On trouve dans la *Croissance des végétaux*, présentés d'une façon claire et méthodique, à la lumière des travaux les plus récents, les problèmes si nombreux que soulève la culture des plantes et les solutions qui leur ont été déjà apportées. Le lecteur des deux volumes acquerra une vue d'ensemble des principes sur lesquels repose l'agronomie, science distincte dans son objet comme dans ses méthodes.

Dès 1850, Boussingault écrivait en tête de son *Économie rurale* : « La science agricole repose sur l'observation des faits recueillis dans la pratique; elle les enregistre, les discute; cherche à les expliquer, à les prévoir, en s'aidant des diverses branches des connaissances humaines. Considérée de ce point de vue élevé, cette science fait partie de la physique du globe. » C'est en concourant à fixer ses lois, comme vient de le faire M. Demolon pour l'une de ses branches les plus importantes, la croissance des végétaux, que l'on parviendra à remplacer son caractère jadis empirique par la rigueur scientifique.

Au lieu d'accumuler un grand nombre de faits souvent disparates ou même contradictoires, l'auteur a groupé un ensemble d'observations récentes et précises autour de quelques idées générales.

Le livre est divisé en quatre parties :

I. Les facteurs physiques de croissance : chaleur, énergie radiante, lumière, électricité;

II. Les facteurs chimiques : atmosphère, système radiculaire, eau, nutrition minérale;

III. Les facteurs biologiques : vie microbienne, associations microbiennes; les germes pathogènes et la plante;

IV. Lois de la croissance végétale, problème de la fumure.

Un appendice renferme l'exposition des méthodes les plus récentes d'analyse chimique des végétaux.

G. WERY.

(1) Un vol in-8°, Dunod, Paris, éditeur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Quatre ouvrages par René DELAPORTE. H. E. P., licencié en droit, expert comptable : Index : 657 + 332

1° **La comptabilité, d'après des principes rationnels basés sur les mouvements des valeurs et les grandeurs arithmétiques**, 2e édition. Un vol. 26 × 17 cm, de 297 p. En vente : au Syndicat des Employés du Commerce et de l'Industrie, 5, rue Cadet, Paris (9e). Prix, br. 40 fr.

2° **La lecture du bilan**, à l'usage des actionnaires de sociétés anonymes et des élèves des écoles supérieures et pratiques de commerce et d'industrie, etc. 4e édition. Un vol. 28 × 18 cm, de 201 p. En vente : même adresse. Prix, br. 30 fr.

3° **Structure du bilan.** Sa confection, sa présentation, ses pourcentages, ses rapports et ses rotations. Un vol. 25 × 16 cm, de 81 p. Chez l'auteur : 130, avenue de Neuilly, Neuilly-sur-Seine.

4° **La banque.** Ses opérations, son organisation, son exploitation aux points de vue juridique, administratif et comptable, 5e édition. Un vol. 27 × 17 cm, de 347 p. En vente : Éditions « France Comptable », 130, avenue de Neuilly, Neuilly-sur-Seine. Prix, br. 40 fr.

M. René DELAPORTE, licencié en droit, expert comptable diplômé, a adressé, à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, quatre volumes intitulés : *La banque*, *La comptabilité*, *La lecture du bilan* et la *Structure du bilan*.

Les sujets traités l'ont été avec une grande compétence et une réelle science comptable.

Le développement de certains chapitres pourrait paraître exagéré à certains lecteurs, mais il convient de tenir compte que l'auteur a voulu faire une œuvre de vulgarisation et qu'il a tenu à s'étendre sur les principes avant de passer à l'examen de leur application.

On ne saurait trop approuver sa théorie des comptes et du bilan, basée sur la permanence de l'inventaire au prix de revient, qui constitue, en quelque sorte, le principe essentiel et la pierre d'angle de son plan comptable.

Son principe, qui a reçu son application dans de nombreux établissements français, permet, par union intime de la comptabilité industrielle et de la comptabilité générale, de suivre mois après mois les résultats de l'exploitation.

Deux points des thèses de l'auteur sont cependant susceptibles d'appeler une réserve. C'est ainsi qu'il considère comme nécessaire d'inscrire dans la comptabilité générale les multiples opérations du compte d'exploitation, qui appartiennent à la comptabilité industrielle qu'il dénomme, dans son traité « comptabilité de mutation ». On peut penser que c'est alourdir inutilement la comptabilité générale que de la charger d'écritures de mutation, incombant à la comptabilité industrielle, et qui se trouvent normalement incluses dans la comptabilité générale et sous son contrôle.

On peut, de même, critiquer la comptabilisation des marchés avec la clientèle et des contrats d'achat avec les fournisseurs préconisée par l'auteur ; elle nous paraît entraîner une multiplication d'écritures, alors que, pour obtenir les renseignements

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

utiles, il suffit que le service des ventes et celui des achats tiennent un registre extra comptable donnant la situation des différents engagements.

A part ces deux critiques de détail, les ouvrages de M. René DELAPORTE sont à recommander; ils sont l'œuvre d'un technicien averti et leur lecture est susceptible d'apporter aux praticiens des indications précieuses pour les engager dans la voie de l'uniformisation du bilan.

R. P. DUCHEMIN.

Méthode scientifique et améliorations dans les mines, par Robert LOUSTAU, ancien élève de l'École polytechnique, Ingénieur civil des Mines. Un vol. br. (16,5 × 25 cm) de 200 p., 16 fig. Librairie Ch. Béranger, édit., 15, rue des Saints Pères, Paris (6e), 1934. Prix, br. 30 fr. Index : 622 : 658 + 338.93

Dans une brève introduction, l'auteur situe son étude au cœur des préoccupations de notre temps de crise. On a prétendu que les méthodes modernes d'organisation du travail étaient une des causes de la misère présente; c'est faux : la méthode scientifique ne peut être responsable des erreurs des hommes qui l'ont appliquée à des buts purement matérialistes. L'organisation scientifique du travail est un outil comme, d'ailleurs, la machine; l'homme peut aussi bien l'utiliser pour son bien que pour son mal, et l'auteur énonce l'idée centrale d'où dérive toute l'étude et qui dépasse de beaucoup la stricte technique : « Le progrès ne consiste pas pour l'homme à produire plus pour consommer plus, mais à vivre mieux au prix de moins d'effort. » Dans le domaine du travail et de la production, il s'identifie avec l'économie d'énergie humaine.

L'ouvrage débute par un rappel des grands principes énoncés par DESCARTES dans son *Discours de la méthode*, d'où il précise une méthode d'étude de certains problèmes qui se posent à l'ingénieur des mines et plus spécialement des mines de charbon.

Le reste de l'étude est consacré à montrer l'application de la méthode dans deux séries de problèmes.

Problèmes de direction générale des mines. — Étant donné une mine, comment discerner les éléments essentiels dont dépendent le prix de revient et le prix de vente, qui sont les deux facteurs du profit?

En particulier, l'analyse de la notion de prix de revient, outil indispensable de la marche technique d'une mine, beaucoup plus importante que le rendement, est poussée très loin et conduit à l'énoncé des principes généraux d'établissement des feuilles de prix de revient.

L'application détaillée au cas concret d'une exploitation houillère précise la méthode.

Problèmes de technique pure. — Ce sont les questions d'organisation du travail au fond. Là encore, de nombreux exemples appuient l'exposé de la méthode; ils sont exposés avec tous les détails des chronométrages effectués. L'auteur y traite en particulier les questions suivantes : percement des galeries rocher; — améliorations apportées à un roulage par locos à air comprimé; — exploitation de couches minces avec desserte par scraper.

L'auteur conclut en montrant l'utilité des organismes déjà institués dans certaines mines, quoique encore à une échelle assez réduite, sous le nom de bureaux d'études du fond, ou de sections d'essais et améliorations.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce qui fait le grand intérêt de l'ouvrage, c'est de donner des idées générales, qui n'ont pas le défaut d'être vagues, parce qu'elles sont étayées sur des exemples concrets vécus. Il sera particulièrement utile aux jeunes ingénieurs qui trouveront une méthode éprouvée pour orienter leur activité vers les améliorations les plus urgentes et les plus fécondes.

F. BLONDEL.

Les grands réseaux de chemins de fer français; année 1933, par R. GODFERNAUX. Une br. 18×12 cm, de 40 p. Dunod, édit., 92, rue Bonaparte, Paris (6e), 1934. Index : 385 (44)

La situation des chemins de France, les gros déficits de leur exploitation, la concurrence des autres modes de transport, ainsi que les réformes nécessaires pour éviter la prolongation d'une situation critique, sont des questions d'intérêt général, qui préoccupent tous ceux qui s'intéressent aux destins de notre patrie.

Malheureusement l'étude même sommaire de ces questions exige des recherches longues et difficiles, et risque fort d'être le plus souvent incomplète.

Aussi ne saurions-nous trop recommander un petit manuel que vient de publier M. R. Godfernaux, qui, en 40 pages, résume à peu près tous les renseignements d'intérêt général. On y trouve les documents législatifs, les principaux faits ferroviaires de l'année 1933, l'étude de la coordination des divers modes de transport, ainsi que de nombreux tableaux statistiques sur la longueur des lignes, l'effectif du personnel, l'organisation financière, les résultats d'exploitation, la nature des transports, les principales liaisons intérieures et extérieures, la vitesse des trains.

Cet ouvrage concilie fort heureusement la richesse de la documentation et sa modeste étendue.

ED. SAUVAGE.

Réglementation des usines chimiques : Législation des établissements classés. Construction. Aménagement et exploitation. Protection du personnel. Appareils à vapeur. Transports, par Marcel BOURGEOIS, secrétaire général du Comité des Industries chimiques de France. Un vol. cart, 22 × 14 cm, de XIII + 268 p. Librairie du Recueil Sirey, édit., 22, rue Soufflot, Paris, 5e. 1934. Prix, cartonné : 35 fr. Index : 351.82 : 66.

Cet ouvrage est destiné surtout aux exploitants d'usines de produits chimiques, mais il intéresse aussi les industriels et ingénieurs des autres industries car ils y trouveront des renseignements généraux qu'il est utile de connaître notamment en ce qui concerne la sécurité de l'exploitation et du personnel. Les uns et les autres y trouveront réunis, et commentés le cas échéant, tous les décrets, lois ou règlements d'administration publique qui concernent les usines, réglementation qui est dispersée dans des ouvrages divers, d'une consultation qui n'est pas toujours aisée.

Comme la réglementation des usines est modifiée fréquemment par de nouvelles dispositions légales, l'ouvrage sera tenu à jour, au moyen de suppléments qui seront publiés au fur et à mesure des besoins. L'insertion de ces suppléments dans le présent ouvrage se fera au moyen d'onglets disposés à la fin du volume. La publication de ces suppléments sera assurée par M. Marcel Bouis, docteur ès sciences, qui a collaboré à la rédaction de l'ouvrage, et qui continuera à rassembler les textes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nouveaux. Cette publication se fera en principe une fois par an et, en tout cas, sera annoncée aux personnes qui auront manifesté à l'éditeur le désir de recevoir les suppléments.

L'ouvrage comprend trois parties. La première partie est consacrée aux établissements classés, c'est-à-dire soumis à l'inspection administrative et qui, selon qu'ils sont dangereux, insalubres ou incommodes, font l'objet d'autorisations et d'une réglementation différentes. On y trouve en annexes : un modèle de demande d'autorisation; les mesures à prendre par les différentes usines pour protéger leur voisinage; une note concernant les dépôts d'acétylène dissous; une note sur les fumées industrielles. Cette première partie renferme, bien entendu, toute la nouvelle réglementation des établissements classés telle qu'elle résulte des modifications apportées par la loi du 20 avril 1932 et le règlement du 3 août 1932.

La seconde partie traite des dispositions relatives à la construction d'un immeuble industriel ou commercial : Vente et achat d'immeubles, servitudes; — Choix de l'emplacement des usines et détails relatifs à leur construction et à leur aménagement intérieur. Les questions suivantes font l'objet d'annexes : le régime des eaux; les habitations à bon marché et les lotissements.

La troisième partie expose tout ce qui concerne l'exploitation d'un établissement industriel ou commercial : Les mesures générales tendant à la protection du personnel (en annexes : accidents dus à l'électricité, travaux interdits aux femmes et aux enfants); — La réglementation des appareils à vapeur ou à pression de gaz, des réservoirs souterrains contenant des liquides inflammables et des distributeurs d'essence (en annexes : pressions et températures dans les chaudières; associations de propriétaires d'appareils à vapeur; soudures dans les appareils à vapeur; détermination du point d'inflammabilité des liquides combustibles); — Les transports : embranchements industriels; transport des matières dangereuses; emballage et expédition par chemin de fer.

La consultation d'une table alphabétique des matières traitées, placée en fin d'ouvrage, facilite grandement les recherches.

E. L.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE EN MAI 1934.

SEYEWETZ (JEAN). — **Les nouvelles méthodes d'analyse.** L'emploi de la lumière de Wood dans les sciences, l'industrie, l'alimentation, la recherche des fraudes. (*Actualités scientifiques et industrielles*). In-8 (21 × 14) de 251 p., 24 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1934. **18350**

BARRADEZ (PIERRE). — **Les clauses de révision de prix dans les marchés de fournitures.** In-8 (25 × 16) de 446 p. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1934. **18351**

VEIL (SUZANNE). — **Les périodicités de structure** (Exposés de chimie générale et minérale, publiés sous la direction de Paul PASCAL. — II : Les phénomènes périodiques de la chimie. I) (*Actualités scientifiques et industrielles, 104*). In-8 (25 × 16) de 39 p., VII pl. Paris, Hermann et Cie, 6, rue de la Sorbonne (5e), 1934. **18352**

CAMMERER (J.-S.). — **Les procédés employés dans l'industrie contre la déperdition de la chaleur et du froid.** Traduit d'après l'édition allemande, revue et mise à jour par l'auteur, par A. DE RIVA-BERNI. In-8 (25 × 16) de XII + 276 p., 91 fig. Paris, Ch. Béranger, 15, rue des Saints Pères (6e), 1934. **18353**

LOUSTAU (ROBERT). — **Méthodes scientifiques et améliorations dans les mines.** In-8 (25 × 16) de VII + 200 p., 16 fig., XXV pl. Paris, Ch. Béranger, 1934. (*Don de M. F. Blondel, membre du Conseil d'Administration.*) **18354**

BOURGEOIS (MARCEL). — **Réglementation des usines chimiques** : Législation des établissements classés. Construction, aménagement et exploitation. Protection du personnel. Appareils à vapeur. Transports, etc. (Comité des Industries chimiques de France). In-8 (22 × 14) de XIII + 268 p., Paris, Librairie du Recueil Sirey, 22, rue Soufflot (5e), 1934. (*Don du Comité des Industries chimiques de France.*) **18355**

INSTITUT DES RECHERCHES AGRONOMIQUES DE L'INDOCHINE (Gouvernement général de l'Indochine). — **Compte rendu des travaux exécutés en 1932-1933.** In-4 (29 × 20) de 402 p., fig., pl. Hanoï, Imprimerie d'Extrême-Orient, 1934. **18388**

Jubilé du professeur A. d'Arsonval, 27 mai 1933. In-4 (27 × 21) de 97 p., 11 fig. Malakoff (Seine), Imp. G. Durassié et Cie, 162, route de Châtillon. **18389**

***

La lutte contre le bruit. Études entreprises sur les matériaux dits « insonores », sous les auspices du Touring-Club de France avec la collaboration du Laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers. In-8 (24 × 16) de 104 p., 15 fig., IX pl. Édité par la Revue mensuelle de la Chambre syndicale des Entrepreneurs de Maçonnerie, Ciments et Béton armé de la Ville de Paris et du Département de la Seine. **Pièce 13847**

LE CHATELIER (H.). — **La semaine de quarante heures** (ex *Revue économique*, février 1934). In-8 (24 × 16) de 20 p. Bruxelles, Goemaere, 21, rue de la Limite, 1934. (*Don de l'auteur, membre du Conseil d'Administration.*) **Pièce 13848**

POUTIERS (R.). — **Les cochenilles des arbres fruitiers** (Les petits manuels des syndicats agricoles. — Bibliothèque Vermorel, n° 214). In-12 (18 × 12) de 64 p., 11 fig. Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, 26, rue Jacob (6e); Villefranche (Rhône), Librairie du Progrès agricole et viticole. **Pièce 13849**

SIDERSKY (D.). — **Camille Matignon, 1867-1934** (ex *Bulletin de l'Association des Chimistes de Sucrerie et de Distillerie*, mars 1934). In-8 (24 × 16) de 4 p. Paris, 156, boulevard Magenta (10e). (*Don de l'auteur.*) **Pièce 13850**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dons du périodique : *Le Génie civil :*

ALEXANIAN (C.-L.). — **Traité pratique de prospection géophysique à l'usage des géologues et des ingénieurs des mines.** In-8 (22 × 15) de 268 p., 133 fig., II pl. Paris, Ch. Béranger, 15, rue des Saints Pères (6e), 1932. **18356**

HEDGES (ERNEST S.). — **Protective Films on Metals.** In-8 (22 × 14) de XI + 276 p., 23 fig. London, Chapman and Hall Ltd, 11, Henrietta Street, W. C. 2, 1932. **18357**

LOMONOSSOFF (GEORGE V.). — **Introduction of Railway Mechanics.** In-8 (22 × 14) de VI + 179 p., 92 fig. London, Oxford University Press, Amen House, Warwick Square, E. C. 4, 1933. **18358**

GREGG (J. L.). — **The Alloys of Iron and Molybdenum.** In-8 (24 × 15) de XII + 506 p., 154 fig. London, McGraw-Hill Publishing Co., Aldwych House, W. C. 2, 1932. **18359**

GREINER (EARL S.), MARSH (J. S.) and STOUGHTON (BRADLEY). — **The Alloys of Iron and Silicon.** In-8 (24 × 15) de XI + 457 p., 124 fig. London, Mc Graw-Hill Publishing Co, 1933. **18360**

TIMOSHENKO (S.). — **Theory of Elasticity.** In-8 (24 × 15) de XVI + 416 p., 203 fig. London, McGraw-Hill Publishing Co., 1934. **18361**

GENDERS (R.) and BAILEY (G. L.). — **The Casting of Brass Ingots.** In-8 (25 × 16) de XV + 191 p., 123 fig., LXIII pl. London, British non-ferrous Metals Research Association, Regnart Buildings, Euston Street, N. W. 1, 1934. **18362**

MARGARD (W.). — **Rostfeuerungen.** In-8 (21 × 15) de VIII + 138 p., 134 fig., VI pl. Berlin N. W. 7, VDI-Verlag G. m. b. H., 1934. **18363**

RUSS (E. FR.). — **Die elektrische Warmbehandlung in der Industrie.** In-8 (24 × 16) de VI + 259 p., 240 fig. München und Berlin, R. Oldenbourg, 1933. **18364**

WALCH (O.). — **Entwurf und Ausführung von Stau-und Kanaldämmen aus Erde und Fels.** In-8 (24 × 16) de VII + 234 p., 108 fig. Berlin, Julius Springer, 1933. **18365**

GOLDSTERN (WALTER). — **Dampfspeicheranlagen.** In-8 (24 × 16) de IV + 150 p., 117 fig. Berlin, Julius Springer, 1933. **18366**

MÜNZINGER (FRIEDRICH). — **Dampfkraft.** 2. Auflage. In-4 (28 × 20) de VIII + 348 p., 566 fig., XX pl. Berlin, Julius Springer, 1933. **18367**

KELEN (N.). — **Gewichtsstaumauern und massive Wehre.** In-4 (28 × 20) de VIII + 374 p., 548 fig. Berlin, Julius Springer, 1933. **18368**

CLAUS (WILLI) und GOEDERITZ (A. H. F.). — **Gegossene Metalle und Legierungen. Grundlagen der metallgiessereitechnischen Werkstoffkunde.** In-4 (30 × 22) de XII + 346 p., fig. Berlin W., M. Krayn, 1933. **18369**

DE BROGLIE (LOUIS). — **L'électron magnétique** (Théorie de Dirac). In-8 (25 × 16) de VIII + 315 p., 8 fig., II pl. Paris, Hermann et Cie, 6, rue de la Sorbonne (5e), 1934. **18370**

TARDI (Capitaine P.). — **Traité de géodésie.** In-8 (25 × 16). Fascicule I : *Généralités sur la géodésie. Géodésie mathématique. Triangulations*, de XXX + 422 p., 100 fig.; Fascicule II : *Astronomie géodésique de position. Géodésie dynamique. La figure de la terre*, de XI p. + p. 424-732, fig. 101-176. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands Augustins (6e), 1934. **18371-2**

GALBRUN (HENRI). — **Théorie mathématique de l'assurance maladie** (Traité du calcul des probabilités et de ses applications, par Émile BOREL. Tome III : Les applications de la théorie des probabilités aux sciences économiques et aux sciences biologiques. Fasc. IV). In-8 (25 × 16) de VIII + 219 p. Paris, Gauthier-Villars, 1934. **18373**

POMEY (J.-B.). — **Notions de calcul tensoriel** (Conférence sur le Calcul tensoriel à l'École supérieure d'Électricité). In-8 (25 × 16) de 222 p. Paris, Gauthier-Villars, 1934. **18374**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

POMEY (J.-B.). — **Éléments de calcul vectoriel** (dans l'espace euclidien à trois dimensions). (Conférence sur le Calcul vectoriel à l'École supérieure d'Électricité). In-8 (25 × 16) de 49 p. Paris, Gauthier-Villars, 1934. **18375**

KINZEL (A.-B.). — **Étude des méthodes d'essai des soudures oxyacétyléniques des tôles d'acier.** In-8 (25 × 16) de 89 p., 35 fig. Nancy, Société d'Impressions typographiques, 1933. **18376**

LAMÉ (Lieutenant-colonel). — **Le vol vertical. Théorie générale des hélicoptères. Les appareils à voilures tournantes de leurs origines à 1934.** In-8 (25 × 16) de 242 p., fig. Paris, Ed. Blondel La Rougery, 7, rue Saint Lazarre (9e), 1934. **18377**

TABARY (A.-R.). — **Manuel pratique de l'ingénieur sur la technique de la route.** Construction. Entretien. Revêtements modernes (*Encyclopédie industrielle et commerciale*). In-8 (24 × 15) de 265 p., fig., II pl. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, L. Eyrolles, 3, rue Thénard (5e), 1933. **18378**

SCARSEZ (E.). — **Guide des chauffages modernes.** Théorie. Applications. Calculs. Eau chaude. Air chaud. Ventilation. In-8 (21 × 12) de XVI + 306 p., 77 fig., IX pl. Paris. Ch. Béranger, 15, rue des Saints Pères (6e), 1934. **18379**

LUGEON (MAURICE). — **Barrages et géologie.** Méthodes de recherches. Terrassement et imperméabilisation. In-4 (27 × 20) de 138 p., 41 fig., XXXII pl. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1933. **18380**

BJERKNES (V.), BJERKNES (J.), SOLBERG (H.) et BERGERON (T.). — **Hydrodynamique physique avec applications à la météorologie dynamique** (Recueil des Conférences-rapports de documentation sur la physique, vol. 23). In-8 (24 × 16). Tome I de XVII + 273 p., 37 fig.; Tome II, p. 274-566, fig. 38-78; Tome III, p. 567-864, fig. 79-151. Paris, Les Presses universitaires de France, 49, boulevard Saint Michel (5e), 1934. **18381-2-3**

Recueils de la soudure autogène. In-4 (31 × 21). Tome I : *Construction des conduites*, de XI p., 83 pl.; Tome 2 : *Construction des appareils et récipients*, de XV p., 80 pl.; Tome 3 : *Constructions métalliques*, de 137 p., 250 fig.; Tome 4 : *Soudure des métaux non ferreux*, de XVI p., 80 pl. Genève (Suisse), Comité technique international du Carbure et de la Soudure. **18384-5-6-7**

Économie et technique de la soudure autogène. Rapport sur une série d'essais de soudures autogènes. In-8 (21 × 15) de 22 p., 5 fig. Genève (Suisse), Comité technique international du Carbure et de la Soudure, 1933. **Pièce 13851**

*
* *

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES. — **Mémoires**, n° **30** (vol. 4, n° 7) : *Contribution à l'étude de la végétation du massif de Naye sur Montreux*, par Daniel DUTOIT, p. 365-413. Lausanne, Imprimerie commerciale, 5, avenue de l'Université, 1934. **Pér. 209**

INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. — **Minutes of Proceedings.** Vol. **235**, 1932-33 (part 1). London, Great George Street, Westminster, S. W. 1. **Pér. 189**

INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS. — **General Index to Proceedings, 1921-1930.** London, Storey's Gate, St. James's Park, S. W. 1. **Pér. 114**

SMITHSONIAN INSTITUTION. — **Annual Report of the Board of Regents, 1932.** Washington. **Pér. 27**

SMITHSONIAN INSTITUTION. — **Explorations and Field Work of the Smithsonian Institution in 1933** (Publication 3235). Washington. **Pér. 27**

L'agent général, gérant.
E. LEMAIRE.

BRODARD ET TAUPIN, Coulommiers-Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

133e ANNÉE. JUILLET-AOUT-SEPTEMBRE 1934

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

LA PROTECTION CONTRE LE FEU DANS LES RAFFINERIES ET LES DÉPOTS DE PÉTROLE [1]

par M. Pierre BURGART, *Ingénieur à l'Office national des Combustibles liquides.*

L'accroissement considérable de la consommation des produits dérivés du pétrole a pour conséquence directe la multiplication des capacités de stockage de ces produits. Les anciens dépôts sont agrandis, de nouveaux sont créés. Ce développement est en outre favorisé par les dispositions de la loi du 10 janvier 1923, qui, dans un souci de défense nationale, impose aux pétroliers de maintenir constamment en stock, une réserve de leurs produits égale au quart de leurs importations annuelles.

La loi douanière du 16 mars 1928, qui favorise l'entrée en France des produits bruts au détriment des produits finis, a, d'autre part, suscité la construction d'importantes raffineries. De sorte que, par l'effet de ces dispositions concourant à la création d'éléments de stockage et de traitement des pétroles, nous possédons actuellement plus de 5×10^6 m^3 de capacité de stockage et 12 raffineries disséminées sur toute l'étendue de notre territoire.

Bien mieux, nous voyons maintenant nos efforts pour la recherche de pétrole couronnés de succès, tout au moins dans un de nos protectorats — et nous avons même la fierté d'avoir, nous aussi, des incendies de puits de pétrole [2].

Mais ce n'est pas sans une certaine appréhension que le public voit surgir de terre, quelquefois à proximité immédiate des agglomérations, ces grosses cuves métalliques qui, parfois, ont l'idée, pour le moins fâcheuse, de manifester leur présence d'une manière un peu trop tapageuse, et lumineuse.

Heureusement, la technique des méthodes de prévention et des moyens de lutte contre les explosions et incendies a progressé en même temps que celle du traitement des produits pétroliers, grâce à une connaissance très approfondie des propriétés des hydrocarbures que 70 années d'expérience ont conférée aux pétroliers. Les catastrophes deviennent rares, les incendies peuvent être limités et efficacement combattus, si bien que, souvent, il y a plus de bruit que de mal, la catastrophe

(1) Conférence faite par l'auteur en séance publique le 28 avril 1934.
(2) Le sondage jaillissant du Djebel Tselfat au Maroc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

étant réduite aux proportions d'un accident. On peut dire qu'aujourd'hui l'industrie pétrolière n'est guère plus dangereuse que bien d'autres industries — au contraire — et que les craintes éprouvées à ce sujet sont dues à l'ignorance des précautions prises par les pétroliers.

INFLAMMATION DES PÉTROLES. — Pour qu'un liquide comme le pétrole prenne feu, il faut qu'au préalable il ait été transformé en vapeur. Ce sont ces vapeurs qui brûlent. Pour mettre le feu à du pétrole, il faut réunir les quatre conditions suivantes :

1° le liquide doit être partiellement vaporisé;

2° la vapeur formée doit arriver au contact de l'air;

3° les proportions du mélange air-vapeur doivent être comprises entre les limites d'inflammabilité du combustible;

4° l'inflammation doit être amorcée par une flamme ou un point chaud d'une capacité calorifique suffisante.

La tendance d'un liquide à se vaporiser caractérise sa *volatilité* et s'exprime d'une manière commode par sa tension de vapeur. On sait que la tension de vapeur augmente quand on élève la température du liquide. Il a été reconnu [3] que, lorsque la tension de vapeur des pétroles atteignait 10,5 g/cm², il y avait en général assez de vapeur dégagée pour former au-dessus du liquide un mélange inflammable. La température à laquelle ce résultat est obtenu peut définir grossièrement le point éclair du combustible.

L'essence a un point éclair très bas, de — 15° à — 20° suivant sa nature. Par conséquent l'essence exposée à l'air libre est immédiatement inflammable.

Les produits plus lourds n'ont pas en général, aux températures ambiantes, une pression de vapeur élevée. Il faut les chauffer pour les transformer en vapeur. Or la chaleur totale de vaporisation des pétroles dépend de leur constitution. Elle varie considérablement d'un pétrole à l'autre, mais reste toujours très inférieure à celle de l'eau. Par comparaison, on peut dire qu'une même quantité de chaleur peut vaporiser de 9 à 18 fois plus de pétrole que d'eau.

Par contre, le volume de vapeur dégagée est notablement inférieur à celui de la vapeur d'eau obtenue en partant d'un même volume de liquide, les conditions atmosphériques restant les mêmes; en gros, on peut dire que le volume de vapeur de pétrole est le 1/6 de celui de la vapeur d'eau.

La densité de la vapeur de pétrole est très élevée; elle est de 3 à 4 fois supérieure à celle de l'air suivant les produits, ce qui fait que les vapeurs de pétrole coulent et adhèrent comme de véritables liquides.

Pour former un *mélange combustible*, il ne suffit pas que ces vapeurs soient en contact avec de l'air, il faut aussi que la proportion de vapeur dans le mélange soit comprise entre les *limites d'inflammabilité*. Au-dessous de la limite inférieure, le mélange est trop pauvre et ne peut brûler; au-dessus de la limite supérieure, le mélange est trop riche. Ces limites varient avec la pression et la température.

(3) *Fire Protection in Refineries*, 1933 (American Petroleum Institute).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Voici quelques limites d'inflammabilité de vapeurs combustibles :

Substances.	LIMITE D'INFLAMMABILITÉ (p. 100 en volume) inférieure.	supérieure.
Méthane	5,3	14
Éthane	3,2	12,5
Propane	2,4	9,5
Butane	1,9	8,5
Pentane	1,4	8
Essence (moyenne)	1,4	6
Hydrogène	4,1	74
Hydrogène sulfuré	4,3	46
Oxyde de carbone	12,5	74
Acétylène	2,5	82
Benzène	1,4	8
Alcool éthylique	3,5	19

On voit que les limites d'inflammabilité des vapeurs d'essence sont très près l'une de l'autre.

Prenons le cas de liquides combustibles emmagasinés dans des réservoirs. Si on a affaire à un liquide très volatil, la proportion de vapeur dans l'espace libre des réservoirs dépasse rapidement la limite supérieure d'inflammabilité. Si, au contraire, il s'agit d'une huile peu volatile, la proportion de vapeur reste en général au-dessous de la limite inférieure, tandis que les liquides dont le point éclair est voisin des températures ambiantes donnent des mélanges compris entre ces limites.

Il en résulte que de l'essence légère très volatile, contenue depuis quelque temps dans un réservoir, donne au-dessus du liquide un mélange ininflammable. Il en est de même pour les produits lourds comme les gas oils et fuel oils.

Par contre, des produits considérés habituellement comme moins dangereux que les essences volatiles, comme les essences lourdes, les pétroles lampants, dans les mêmes conditions, donnent des mélanges explosifs. A ce point de vue, un réservoir de pétrole lampant est plus dangereux qu'un réservoir d'essence aviation.

Toutefois il ne faut pas oublier qu'au moment des transvasements, les réservoirs de produits volatils sont une source de dangers.

Un mélange de vapeurs de pétrole et d'air dont le pourcentage de vapeur se trouve entre les limites d'inflammabilité s'enflamme en présence d'un *point chaud.* La température du corps inflammable dépend de sa masse. La flamme se propage ensuite dans la masse gazeuse par conductibilité calorifique à une vitesse de l'ordre de 4,5 m/sec. L'augmentation de volume et le dégagement de chaleur qui accompagnent la combustion causent une explosion si le mélange combustible est dans un espace clos, ou une déflagration s'il est à l'air libre.

Quand les vapeurs brûlent à la surface du liquide, une partie de la chaleur de combustion est absorbée par le liquide pour élever sa température et le transformer en vapeur. Dans ce cas, la vitesse de combustion est limitée par la chaleur spécifique et par la volatilité du liquide.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MESURES DE PRÉVENTION.

Du fait que plusieurs conditions doivent être réunies pour enflammer des vapeurs de pétrole il s'ensuit qu'un incendie de dépôt ou de raffinerie résulte en général de plusieurs causes.

Toutefois, il existe certains points de ces établissements où une de ces conditions au moins est toujours réalisée. Par exemple, dans l'espace libre des réservoirs, dans les salles de pompes, dans les magasins d'emplissage, on peut dire qu'il existe constamment des vapeurs dangereuses. Dans la chaufferie, l'atelier à souder, existent des flammes nues. Des précautions plus grandes doivent être prises en ces différents endroits pour empêcher la réalisation des autres conditions.

Ces régions, où il ne suffit plus que d'une seule cause pour provoquer l'incendie, délimitent les zones dangereuses des établissements de pétrole, lesquelles doivent faire l'objet de soins spéciaux et d'une surveillance constante.

De toute façon, sur toute l'étendue de l'établissement, des mesures de prévention doivent être prises; elles peuvent se résumer ainsi :

1° empêcher le dégagement de vapeurs;

2° empêcher la formation de points chauds.

Dans un très complet exposé qu'il fit, voici quelques semaines, sur les mesures de prévention reconnues les plus efficaces, M. CHOVE, l'éminent Ingénieur en Chef de la Société des Pétroles Jupiter, a bien voulu nous faire profiter de sa très grande expérience en la matière et j'engage les personnes qui n'ont pas eu le plaisir d'entendre cette conférence, à s'y reporter [4].

Je me bornerai à revenir sur quelques points sur lesquels, faute de temps pour un sujet si vaste, M. Chove n'a pu suffisamment s'étendre. Je vous ferai part ensuite de quelques expériences qui, sous la direction de M. l'Inspecteur général DUMANOIS, ont été faites par l'Office national des Combustibles liquides.

ÉLECTRISATION DES PÉTROLES. — Entre autres points sur lesquels je me permets d'attirer à nouveau votre attention figurent les phénomènes d'électrisation des pétroles et de leurs récipients.

A mon avis, ces phénomènes sont une des causes d'incendies que l'on doit redouter le plus, parce qu'ils sont encore imparfaitement connus et que, étant difficilement décelables, on ne peut avoir la certitude d'en être totalement et constamment protégé. Ces phénomènes ont pour origine :

1° l'électrisation par influence des masses métalliques sous l'effet du champ électrique de l'atmosphère;

2° l'électrisation par frottement des hydrocarbures en mouvement.

Électrisation par influence. — On sait que, sous l'effet du champ électrique de l'atmosphère, les objets placés sur le sol s'électrisent par influence avec plus ou moins d'intensité selon leur nature et selon qu'ils sont eux-mêmes en liaison plus ou moins parfaite avec la terre. En particulier, les réservoirs, les tours de condensation, les agitateurs, par la nature métallique de leurs matériaux de construction et par leur forme proéminente subissent avec intensité cette influence.

Si ces masses métalliques sont en liaison avec le sol, le fluide électrique s'écoule

(4) *Journée Industrielle* du 27 avril 1934.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et le potentiel tombe à zéro; mais si cette liaison n'existe pas ou est imparfaite, les charges s'additionnent jusqu'au moment où le potentiel est suffisant pour vaincre la résistance qui le sépare d'un conducteur voisin à un potentiel différent.

Il s'ensuit qu'une étincelle jaillit entre les deux conducteurs : si elle se produit en milieu inflammable, elle provoque une explosion ou un incendie.

De même, lorsqu'un nuage se trouve au-dessus d'un conducteur, la partie du nuage qui fait face au sol se charge positivement, tandis que les objets posés sur le sol se chargent négativement : lorsque la tension entre le sol et le nuage dépasse la rigidité diélectrique de la couche d'air qui les sépare, une décharge se produit qui provoque la neutralisation du champ électrostatique formé par les masses électrisées.

Il en résulte que toutes les parties d'un dépôt d'hydrocarbure sont le siège d'oscillations électriques produites par induction et sont exposées soit aux coups de foudre directs, soit aux coups de foudre indirects, ou chocs en retour, provoqués par la rupture brusque du champ électrostatique.

Il ressort de l'observation des incendies par la foudre que les décharges subsidiaires qui accompagnent un coup de foudre sont beaucoup plus fréquentes que le coup direct.

Il avait semblé naturel de protéger les réservoirs d'hydrocarbure au moyen de paratonnerres. Or l'efficacité de ceux-ci, qu'ils soient placés sur les réservoirs ou montés sur des pylônes de grande hauteur dressés à une certaine distance du parc à réservoirs, est encore très discutée. Une doctrine bien nette à cet égard n'a pas encore pu se dégager de l'expérience.

En Amérique, on emploie fréquemment un système de protection dérivant de la cage de Faraday, soit que chaque réservoir soit lui même protégé par un filet métallique placé au-dessus et dont les principales ramifications sont reliées à la terre, soit que l'ensemble des réservoirs soit placé sous un filet supporté par des pylônes métalliques disposés aux différents coins du groupe des réservoirs, le filet et les pylônes étant reliés à la terre.

Ce dispositif est excellent puisqu'il neutralise électriquement la zone sous le filet; mais il a l'inconvénient d'être fort coûteux alors que la mise à la terre pure et simple des réservoirs, des tuyauteries et de toutes les parties métalliques de l'installation semble offrir autant de sécurité pourvu toutefois que cette mise à la terre soit réellement efficace en toutes circonstances, c'est-à-dire quelles que soient les conditions atmosphériques.

Or, pour simple qu'elle soit, cette mise à la terre est la plupart du temps fort mal réalisée, et il est si fréquent de voir des prises de terre purement illusoires dont la seule raison d'être semble être de répondre à une condition préfectorale. Je me permets d'insister sur ce point, d'autant plus que la réalisation d'un dispositif efficace n'offre pas de difficultés particulières et n'entraîne pas à des dépenses excessives.

Les qualités essentielles qui caractérisent une bonne mise à la terre sont la perfection des contacts : d'une part, avec l'appareillage; d'autre part, avec la terre, ainsi que la nature et les dimensions des conducteurs qui relient ces deux contacts. Rappelons qu'il ne suffit pas que la section de ces conducteurs soit suffisante pour assurer l'écoulement rapide de décharges disruptives intenses, mais il faut encore que leur surface soit aussi grande que possible pour permettre l'écoulement du courant de haute fréquence, qui suit la surface du conducteur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le contact avec le sol doit être particulièrement soigné car une faible résistance du sol peut faire perdre toute efficacité au dispositif. Or l'on sait que la conductibilité électrique du sol est très variable selon la nature du terrain et s'affaiblit notablement en période de sécheresse. Il est donc essentiel de maintenir autour des prises de terre une certaine humidité.

Les dispositifs habituellement employés : plaque de métal simplement enfouie dans le sol, conducteurs en forme de V ou de patte d'oie, grillage métallique, etc... ont l'inconvénient de n'intéresser qu'une seule couche de terrain, qui ne peut pas être très conductrice.

Un autre dispositif consiste en un tube métallique perforé contenant du sable et que l'on enfonce profondément dans le sol jusqu'à la couche de terre humide : l'humidité remonte dans le sable par capillarité.

Tous ces systèmes, de par leur forme et leur disposition, ne peuvent retenir les eaux de pluie, si bien que, en période de sécheresse, la résistance ohmique devient considérable et que, de ce fait, le contact avec la terre est pratiquement nul. Or c'est précisément pendant cette période de sécheresse qu'il est très important de conserver une bonne liaison électrique avec le sol.

Devant cet inconvénient, certains constructeurs, à la demande des raffineurs, ont établi des prises de terre qui semblent donner satisfaction. Elles dérivent, en général, du tube métalllique perforé du dispositif précédent rempli d'un coke spécial. Les eaux de pluie ou de ruissellement sont réunies et retenues dans un collecteur en forme d'entonnoir dans lequel plonge l'extrémité inférieure du tube métallique. Ces dispositifs agissent à la façon d'un accumulateur d'eau et, en période de sécheresse, cette eau est graduellement restituée au sol environnant.

Électricité par frottement dans les pétroles en mouvement. — Lorsque l'on commença à utiliser l'essence pour le « nettoyage à sec » des vêtements, il se produisait fréquemment des incendies lorsque l'essence était brassée avec des vêtements de soie. On constata qu'il se développait, au sein de l'essence, de l'électricité statique et que l'inflammation était provoquée par l'étincelle qui jaillissait entre l'essence chargée à un potentiel élevé et un conducteur.

On remédia efficacement à cet inconvénient en rendant l'essence conducteur de l'électricité : il suffit d'y dissoudre une petite quantité d'un sel soluble dans les hydrocarbures tel que l'oléate de magnésium.

Or le même phénomène se produit lorsque l'on brasse de l'essence ou du pétrole lampant dans un agitateur, ou encore lorsque ces liquides s'écoulent dans une tuyauterie.

Des expériences très complètes ont été faites pour éclaircir ce sujet par M. BRUNNINGHAUS, docteur ès sciences, avec une subvention de l'O. N. C. L. Ces expériences montrèrent que toute région où l'essence circule tend à prendre un potentiel positif, toute région où l'essence se rassemble tend à prendre un potentiel négatif[5]. Les charges du récipient se répartissent à sa surface et, s'il est isolé, ces charges s'ajoutent. L'essence n'étant pas un corps conducteur, les charges ne se transmettent pas au sein du liquide d'une molécule à l'autre, et peuvent s'additionner. On a ainsi observé des charges de plus de 1.000 V : il se produit une étin-

(5) *L'électrisation des essences,* par M. BRUNNINGHAUS, *Annales de l'Office national des Combustibles liquides*, 1927, n° 3, p. 507.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

celle lorsque l'essence ainsi électrisée arrive au contact d'un corps conducteur.

Dès lors on a trouvé un moyen très commode d'expliquer les causes d'incendies dont l'origine demeurait obscure.

Les expériences de M. Brunninghaus confirment pleinement ce que, dès 1925, M. MINARD avait exposé dans un remarquable rapport. Il indiquait alors les moyens préventifs de ces accidents, savoir :

1° Mise à la terre de toutes les parties métalliques de l'installation ; à ce propos, M. Minard faisait remarquer, avec juste raison, que ce dispositif peut constituer un moyen préventif insuffisant lorsque les différents éléments conducteurs qui composent une installation ne sont pas parfaitement reliés entre eux, car il peut y avoir danger de production d'étincelle en tout point où il y a contact imparfait ;

2° Filtration électrique de l'essence à chaque extrémité de tuyauterie : M. Minard proposait comme filtre un disque formé d'un grillage très fin de fils de cuivre, isolé de la tuyauterie au moyen de joints ordinaires et de brides-raccords et reliés séparément à la terre ;

3° Supprimer dans toute la mesure du possible la chute libre et les forts jets par pression de pétroles ;

4° Adopter des tuyauteries du plus large diamètre compatible avec la pratique courante.

MESURES PROPRES A LIMITER LA PROPAGATION DU FEU.

Il est évident que la meilleure mesure pour limiter la propagation du feu consisterait à créer une zone d'*isolement* de grande étendue autour des points susceptibles de prendre feu : réservoirs, magasins, etc. Mais si cette disposition peut être envisagée dans les pays où le terrain n'est pas cher, elle n'est pas réalisable en France, où les dépôts doivent forcément se trouver à proximité des centres de consommation, dans les ports maritimes ou fluviaux, ou à proximité des gares. Dans ces régions, non seulement le terrain est coûteux, mais il est quelquefois difficile d'en trouver une étendue suffisante pour répondre à des conditions économiques d'exploitation. En conséquence, les réservoirs, les magasins, sont forcément assez près les uns des autres. Néanmoins, une limite minimum a été recherchée pour cet espacement.

Plusieurs règles ont été proposées, mais aucune n'a été sanctionnée par la pratique. En vue de se faire une opinion sur la question, l'O. N. C. L. décida d'organiser des expériences ayant, entre autres buts, celui d'étudier la *propagation de la chaleur rayonnée* par un réservoir en feu, suivant les variations des conditions atmosphériques. Les facteurs qui interviennent sont si nombreux que les résultats ainsi obtenus ne peuvent être considérés que comme de simples indications, destinées à servir de guide dans l'implantation des réservoirs.

Ces expériences avaient également pour objet d'éprouver la *résistance des parois* latérales du réservoir sous l'action d'une forte élévation de température.

Nous avons fait édifier à Petit-Couronne, près Rouen, sur un terrain mis aimablement à notre disposition par la Direction du Port de Rouen, un réservoir de 9 m de diamètre, sur 9 m de hauteur environ, et de près de 600.000 litres de capacité. Ce réservoir est d'un type que l'on rencontre fréquemment dans les dépôts de moyenne capacité, dépôts en général assez mal défendus contre l'incendie. Pour éviter les explosions, ce réservoir n'avait pas de toit. Les expériences étaient conduites de la façon suivante.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On commençait par refouler une certaine quantité d'eau, jusqu'à un niveau déterminé, puis on recouvrait cette eau d'une couche de kérosène ou d'essence non raffinée, de 10 à 15 cm d'épaisseur, c'est-à-dire largement suffisante pour brûler pendant au moins 1 heure.

Des thermomètres enregistreurs étaient placés les uns à l'intérieur, les autres sur les tôles du réservoir; d'autres encore, une vingtaine, étaient répartis à différentes distances autour du réservoir. En outre, des repères étaient placés en différents points de la paroi pour mesurer la déformation des tôles.

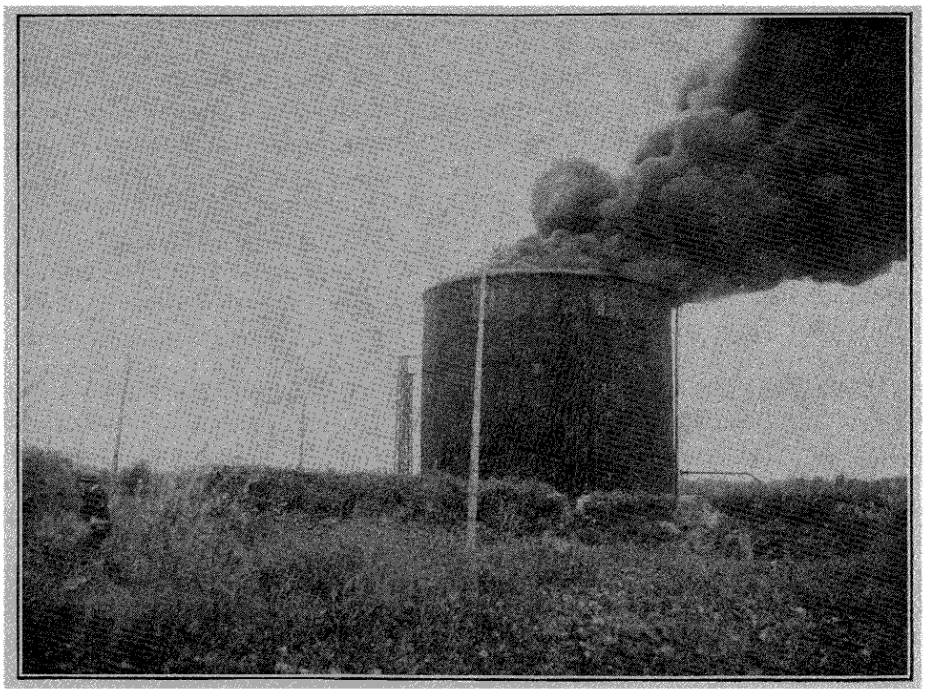


Fig. 1. — Réservoir d'expérience de l'Office national des Combustibles liquides, à Petit-Couronne.

On mettait le feu au pétrole — ce qui n'a pas toujours été l'opération la plus simple — et l'on suivait la montée de la température. Quand celle des tôles était stabilisée à son maximum, ce qui demandait environ 15 min, le signal d'extinction était donné.

14 expériences furent ainsi faites dans des conditions atmosphériques très différentes, par des températures variant de 6° à 22° et des vents d'intensité et direction différentes. Naturellement, les températures relevées étaient notablement différentes d'une expérience à l'autre.

Les résultats observés peuvent se résumer ainsi.

A l'intérieur du réservoir, la température s'élève au fur et à mesure qu'on s'éloigne du liquide; elle atteint son maximum près du sommet du réservoir, là où l'air est continuellement renouvelé et où la combustion est complète. Cette température dépasse 1.200° à un mètre au-dessus de la nappe en combustion.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La température des tôles diffère notablement selon qu'on la mesure sur une face exposé au *vent* ou non et, naturellement, cette température s'élève aussi au fur et à mesure qu'on s'éloigne du sol vers le sommet du réservoir.

La température la plus élevée que nous ayons enregistrée a été de 420° pour une température ambiante de 12° et par vent très faible. Par vent de 3 m/sec, la température maximum n'a pas dépassée 350 et 330° par vent de 6,50 m/sec pour une température de l'air de 21°.

La température s'abaisse plus ou moins rapidement selon qu'on s'éloigne du réservoir dans le sens du vent ou dans le sens opposé. Par vent faible, on a noté un maximum de 300° à 0,50 m; près de 200° à 1,50 m et 60° à 3 m. Par vent plus fort, si la température tombait rapidement à 40° lorsqu'on s'éloignait de 2 m contre le vent, par contre elle se maintenait encore à 60° à 3 m dans le sens du vent. Dans la direction normale à celle du vent, la température s'abaisse rapidement. Elle n'a guère dépassé 45° à 3 m et 35° à 4 m.

Ces expériences montrent bien l'effet prépondérant du vent dans la propagation de la chaleur radiante et montrent qu'il faut tenir compte de la direction des vents dominants en disposant les réservoirs les uns par rapport aux autres.

Autant que possible, deux réservoirs voisins ne devront pas être placés sur une ligne dirigée dans le sens des vents dominants, car, en cas d'incendie du réservoir le plus en avant dans le vent, l'autre serait menacé à la fois par le rabattement des flammes et par la chaleur radiante.

Au contraire, il paraît possible de protéger de la propagation du feu un réservoir situé à 4 m d'un réservoir en feu sur une ligne normale à la direction du vent. Pour cette même raison, dans le cas de l'incendie d'un groupe de réservoirs, on devra s'attaquer, en premier, au réservoir le plus en avant, face au vent, la puissance des moyens d'extinction étant généralement insuffisante pour attaquer plusieurs réservoirs à la fois.

De toute façon, plus les réservoirs seront approchés, plus il faudra augmenter la puissance des moyens d'extinction et prévoir des arrosages abondants pour refroidir les tôles des réservoirs les plus menacés.

Malgré les 14 incendies que le réservoir a supportés, incendies au cours desquels ses tôles ont été portées au rouge et ont subi des déformations qui atteignaient 15 cm sur le diamètre, les rivets n'ont pas cédé et le réservoir a fort bien résisté.

Cela ne doit pas étonner, car nous ne connaissons pas d'exemple de réservoir bien construit qui se soit éventré au cours d'un incendie. Néanmoins, nous tenions à répéter cette expérience pour faire la preuve de la résistance d'un réservoir pendant un incendie et apaiser des craintes souvent manifestées. On se rend compte que la digue de protection entourant les réservoirs serait une précaution surabondante s'il n'y avait que le risque de crevaison de la paroi latérale du réservoir; mais cette digue est utile surtout en cas de rupture de vanne, et aussi, pour préserver des conséquences du bouillonnement de certaines huiles, en cas d'incendie.

Le bouillonnement et le débordement de l'huile chaude. — Jusqu'en 1928, les importations françaises de combustibles liquides ont surtout consisté en produits raffinés : essences, pétrole lampant, huile de graissage, huiles lourdes combustibles, mais, depuis la loi favorisant l'industrie du raffinage en France, les produits finis ont fait place, peu à peu, aux produits bruts.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Alors qu'en 1931 nous importions pour 2.150.000 t d'essence et 518.000 t d'huiles brutes, l'importation d'essence est tombée en 1933 à 1.716.000 t, tandis que l'importation d'huile brute s'élevait à 2.740.000 t.

Or le stockage des pétroles bruts et de certains fuels oils nécessite quelques précautions particulières, car ces produits sont sujets, en cas d'inflammation, à des phénomènes de bouillonnement qui ne se produisent pas avec les produits raffinés

Ce bouillonnement violent se déclare soudainement après un certain temps de combustion: lorsque le niveau de l'huile dans le réservoir n'est pas très bas, il peut s'ensuivre un abondant débordement d'huile chaude enflammée.

Les études qui furent faites en Amérique pour déterminer les causes de ce phénomène montrèrent qu'il ne se produit que dans les huiles constituées de fractions de densités et de points d'ébullition très différents. Dans ces huiles, la chaleur se propage d'une manière relativement rapide, et avec une avance notable sur la combustion. Une couche de plus en plus épaisse d'huile très chaude sépare la surface en combustion de l'huile froide. Ces huiles contiennent pour la plupart un peu d'eau, soit en suspension, soit en émulsion, et quand le front de la « vague de chaleur » dont la température peut atteindre 200° dans l'huile brute, peut dépasser 250° dans les fuels, atteint cette eau, une certaine fraction de celle-ci est immédiatement transformée en vapeur; c'est cette vapeur qui, en se dégageant, provoque l'agitation de toute la masse.

En général, dans les réservoirs, l'eau s'est déposée au fond. La chaleur nécessaire à la vaporisation étant prélevée sur celle de l'huile, les couches d'huile en contact avec l'eau sont rapidement refroidies. Le calcul montre qu'une couche d'huile de 40 cm, à la température moyenne de 175°, peut vaporiser une couche de 25 mm d'eau à la température de 16°. Lorsque les couches d'huile inférieures sont suffisamment refroidies, la vaporisation de l'eau cesse ; s'il reste encore de l'eau, la vaporisation reprend dès l'arrivée d'une nouvelle vague de chaleur et le phénomène peut se répéter jusqu'à complète vaporisation de l'eau.

Lorsque le liquide possède une certaine viscosité, le bouillonnement favorise la formation d'une écume à la surface.

Il serait utile de prévoir au bout de combien de temps, après le commencement de l'incendie, le bouillonnement se produit afin de s'en préserver à temps. Mais cette appréciation, qui dépend de la vitesse de propagation de la vague de chaleur, est difficile à cause du grand nombre de facteurs qui interviennent.

Voici quelques résultats indiqués par l'American Petroleum Institute qui peuvent servir grossièrement de guide :

Nature de l'huile.	Vitesse de propagation de la vague de chaleur (cm/h).	Vitesse de la combustion (cm/h).
Pétrole brut léger :		
contenant { moins de 0,3 p. 100 d'eau.	37 à 90	10 à 45
contenant { plus de 0,3 p. 100 d'eau.	40 à 125	10 à 45
Pétrole brut lourd :		
contenant { moins de 0,3 p. 100 d'eau.	8 à 50	8 à 12
contenant { plus de 0,3 p. 100 d'eau.	30 à 125	8 à 12
Kérosène		12 à 20
Essence		15 à 30

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'importance du foisonnement de l'écume produite dépend également de la nature de l'huile. Il est de 6 à 7 fois le volume primitif de l'huile. On voit donc qu'un réservoir qui ne serait plein qu'au 1/3 de sa hauteur au moment du bouillonnement pourrait encore produire un débordement important, contre lequel les digues sont une bonne protection.

Si un peu d'eau se trouve en suspension dans les couches supérieures de l'huile, ce phénomène peut se produire dès le début de la combustion; mais, le plus souvent, ce bouillonnement du début ne dure pas; il peut cependant se répéter pendant l'incendie, soit que le jet d'une lance soit dirigé sur le foyer, soit que la pluie vienne à tomber.

Le bouillonnement est accompagné d'une recrudescence de flammes et d'une augmentation de leur luminosité. Dès le début d'un incendie de ce genre, il faut mobiliser des équipes d'ouvriers pour édifier digues et murs en vue d'empêcher le flot de gagner les réservoirs voisins et le conduire vers un puisard. Pendant ce temps, la progression du feu doit être très attentivement suivie par un spécialiste et lorsque, d'après les prévisions ou d'après les indices qui accompagnent le bouillonnement, on estime que la vague de chaleur n'est plus qu'à quelques centimètres du fond du réservoir, l'ordre doit être donné de gagner des postes offrant plus de sécurité.

LA LUTTE CONTRE LE FEU.

La tactique à suivre dans l'organisation de la lutte contre les feux d'hydrocarbures est la suivante :

1° priver le feu d'aliment;

2° refroidir la masse incandescente à une température inférieure à sa température de combustion;

3° étouffer le feu en le privant d'oxygène.

Dans un réservoir de pétrole, le feu débute en général par une explosion qui éventre ou soulève le toit, lequel par mesure de précaution, est construit en tôle de faible épaisseur. Le feu s'étend ensuite à toute la surface libre du liquide.

Dans ces conditions, il est simple de priver le feu d'aliment en vidant le réservoir sinistré dans les espaces libres des autres réservoirs si on a pris la précaution d'établir un réseau de tuyauteries permettant de faire communiquer l'un quelconque des réservoirs avec n'importe quel autre du groupe auquel il appartient.

Par contre, cette opération ne doit être faite qu'avec une grande prudence lorsque, le toit du réservoir n'étant pas parti, les vapeurs brûlent comme une torche à un des orifices du toit. Dans ce cas, le mélange vapeur-air, à l'intérieur du réservoir est trop riche pour pouvoir brûler, à moins que, par suite de l'échauffement, la vitesse de sortie des gaz par l'orifice soit supérieure à la vitesse de propagation de la flamme qui est de 4 à 5 m/sec.

Dans les deux cas il serait dangereux de vider le réservoir, car il s'ensuivrait un appel d'air qui aurait pour conséquence de diluer le mélange, d'attirer la flamme dans le réservoir et de provoquer l'explosion. Il vaudrait mieux pomper du liquide à l'intérieur du réservoir.

L'agent de refroidissement universellement employé est l'*eau*. On a naturellement songé à la projeter directement sur les feux d'hydrocarbures lourds pour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

abaisser la température du liquide en combustion à une température inférieure à leur point d'inflammabilité.

Mais, en général, l'extinction au moyen de jets de lance directement dirigés à la surface du liquide est très difficile. Lorsque l'on a affaire à une huile fluide, les différences de température créées par le refroidissement provoquent des remous dans la masse d'huile : l'huile, à la surface, est constamment renouvelée et le feu toujours alimenté en vapeur. Si, par contre, l'huile est visqueuse, l'eau peut faire mousser l'huile et quelquefois cette mousse est suffisante pour constituer une couverture étouffante. Mais la mousse ainsi formée dure peu de temps, aussi faut-il projeter l'eau par plusieurs jets combinés de façon à manœuvrer assez vite pour que la mousse parvienne à recouvrir toute la surface avant d'être détruite.

Cette méthode ne réussit que pour les feux de petite surface. Naturellement, l'eau ne peut être envoyée directement sur les produits à bas point d'inflammabilité. Toutefois, on a combattu avec un certain succès des feux d'hydrocarbures légers en établissant au-dessus du feu un rideau d'eau pulvérisée en très fines gouttelettes, qui diluent et refroidissent le mélange air-vapeur, en même temps qu'elles créent un obstacle à l'arrivée d'air.

Enfin, l'eau ne doit pas être projetée sur des huiles visqueuses chaudes, sinon le bouillonnement peut se produire.

Si l'eau est peu employée pour combattre directement les incendies d'hydrocarbures, par contre elle est utilisée largement pour protéger de la chaleur radiante les réservoirs, ateliers, magasins, entourant un réservoir en feu. De même, elle est d'un très grand secours pour protéger les pompiers de la chaleur du foyer.

La distribution d'eau doit être établie d'accord avec le service des pompiers de la localité la plus proche de façon que les prises, raccords, etc... soient d'un type semblable et interchangeable, et semblable également au matériel utilisé dans les établissements similaires du voisinage.

Le débit d'eau doit être très largement prévu et la pression à la lance doit être d'au moins 3 kg/cm^2 pour atteindre toute la surface d'un réservoir.

ÉTOUFFAGE DU FEU. — Pour étouffer, on utilise comme agents extincteurs : les gaz inertes, la vapeur ou la mousse hydrochimique.

Les gaz inertes. — Les qualités requises pour les gaz susceptibles d'être employés à l'extinction des incendies d'essence sont les suivantes : être lourds, afin de pouvoir s'interposer entre la surface des liquides en ignition et l'air comburant; rester stables aux températures élevées de la combustion; ne pas dégager de produits toxiques, ni attaquer les métaux des réservoirs. De plus, ces gaz doivent être à bon marché et pouvoir se conserver sous un volume réduit.

Les gaz employés à cet effet sont : le tétrachlorure de carbone, le bromure de méthyle, le gaz carbonique, l'anhydride sulfureux.

De tous les composés chlorés qui n'entretiennent pas la combustion, c'est le *tétrachlorure de carbone* qui répond le mieux aux desiderata précités. Il doit être employé à un grand degré de pureté; le produit commercial contient souvent du sulfure de carbone et de l'humidité qui sont de nature à favoriser les corrosions des métaux et à produire des gaz délétères pendant l'incendie.

Le *bromure de méthyle*, seul ou additionné de chlorure de méthyle, serait également un bon agent d'extinction s'il n'était coûteux et difficile à conserver.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'*anhydride carbonique*, conservé à l'état liquide dans des bouteilles sous faible pression, est d'un emploi avantageux dans certaines circonstances et particulièrement pour la protection des navires-citernes. Il présente l'avantage de ne causer aucune détérioration des matières protégées et de ne pas attaquer le métal des récipients dans lesquels il est conservé. Par contre, le froid intense causé par la détente du gaz peut amener la congélation et l'obstruction des pulvérisateurs de détente, ce qui nécessite une surveillance constante, ainsi que des pesées fréquentes des bouteilles pour observer les fuites.

L'*anhydride sulfureux* est de même employé avec succès pour la protection des réservoirs de dimensions réduites; c'est ainsi que la Marine nationale protège quelques-unes de ses petites citernes à fuel oil; les bouteilles en acier contenant l'anhydride sulfureux liquéfié sont placées à l'extérieur ou sous le toit du réservoir; sous l'action de l'élévation de température causée par un commencement d'incendie, un fusible fait fonctionner automatiquement l'extincteur.

Au lieu d'employer ces gaz purifiés, liquéfiés ou comprimés, plus ou moins coûteux et d'un approvisionnement souvent difficile, il peut être avantageux de les remplacer par les gaz résiduaires de combustion, provenant soit des moteurs à combustion interne, soit des chaudières à fuel oil; l'oxygène libre que contiennent ces gaz est en proportion insuffisante pour entretenir la combustion.

Vapeur d'eau. — Un mélange de vapeur de pétrole et d'air devient incombustible lorsqu'on y introduit 40 p. 100 de vapeur d'eau.

Dans les installations comme les raffineries où l'on dispose de grandes quantités de vapeur d'eau, on peut l'utiliser pour combattre efficacement un incendie dans un local ou dans un espace partiellement clos; mais la vapeur doit être distribuée à un débit assez grand et pendant un temps relativement long avant que la concentration de 40 p. 100 soit atteinte.

Pour les réservoirs de grandes dimensions, de plus de 10 m de diamètre, la quantité de vapeur qui serait nécessaire avant d'obtenir une diminution de l'intensité des flammes est si grande que l'on doit renoncer à l'utiliser; par contre, envoyée sous pression, elle est très efficace pour souffler les flammes qui se déclarent aux orifices des réservoirs ou autour des vannes ou des joints.

Mousse hydrochimique. — L'agent extincteur qui, pour le moment, est le plus efficace contre les feux d'hydrocarbures est la mousse hydrochimique qui agit à la fois par son action refroidissante et par son action étouffante.

La mousse est obtenue soit par le mélange de deux solutions, soit par la dilution de poudres spéciales dans de l'eau sous pression. Dans le premier cas, les solutions sont elles-mêmes préparées à partir de poudres, l'une, acide, à base de sulfate d'alumine, l'autre, basique, à base de bicarbonate de soude, auxquelles est ajoutée une substance ayant pour effet de favoriser la formation de mousse, comme la glycirhycine, la saponine et le glucose.

Mises en contact, les deux solutions dégagent du gaz carbonique en même temps que l'alumine colloïdale est mise en liberté. La mousse, après foisonnement, atteint un volume qui est 8 à 10 fois celui des deux solutions.

On parvient, par ce moyen, à combattre avec succès un feu d'hydrocarbures dans un réservoir de grandes dimensions mais à condition, d'une part que les solutions ou les poudres ne soient pas détériorées, d'autre part que le débit soit suffisant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour qu'on puisse recouvrir la surface en combustion avant que la mousse soit désagrégée.

Les solutions se détériorent avec le temps et, peu à peu, le bicarbonate se trans-

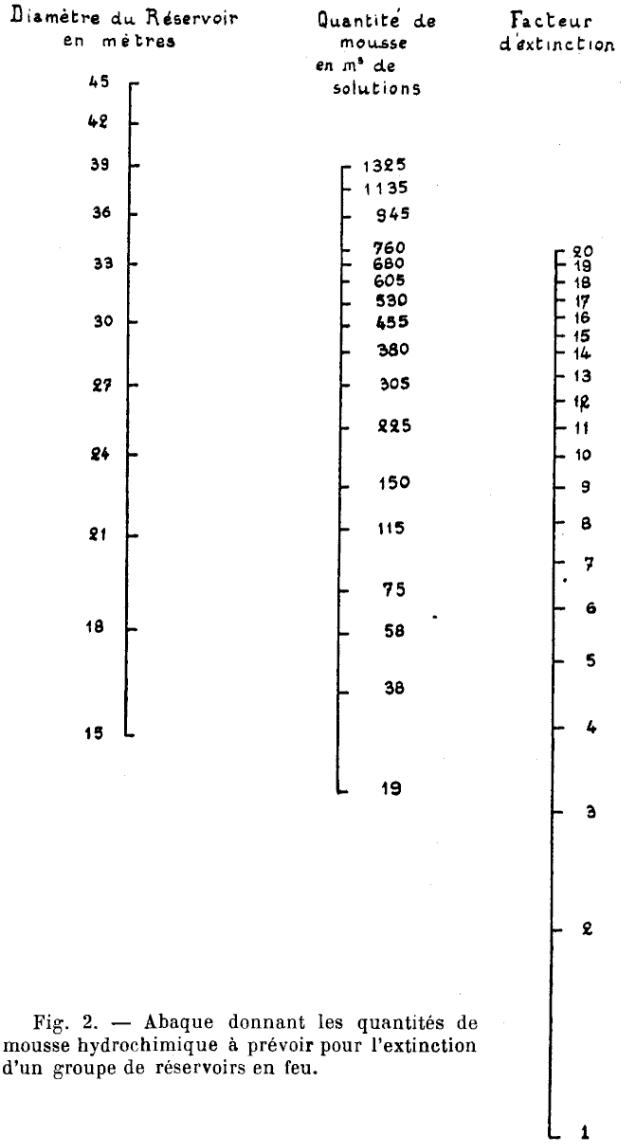


Fig. 2. — Abaque donnant les quantités de mousse hydrochimique à prévoir pour l'extinction d'un groupe de réservoirs en feu.

forme en carbonate avec libération de gaz carbonique. Il résulte de cette perte de gaz une diminution de volume de la mousse obtenue. Des essais doivent être répétés de temps en temps et lorsque le foisonnement de la mousse est inférieur à 7 fois le volume des solutions, celles-ci doivent être revivifiées par introduction de gaz carbonique. En outre, dans les pays froids, des précautions doivent être prises en hiver pour mettre les solutions à l'abri de la gelée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La solution acide est corrosive et le sulfate d'alumine a tendance à se déposer dans les bacs ou dans les tuyauteries; aussi doit-on brasser périodiquement cette solution et prendre la précaution de vider complètement les tuyauteries après usage et de les rincer en y faisant circuler de l'eau pure. Les clapets des pompes doivent être également vérifiés.

Le débit d'arrivée de mousse et la façon dont cette mousse est déversée sur la surface en combustion ont une très grande importance pour le succès de l'opération et la rapidité de l'extinction. Il importe en effet de recouvrir la surface du liquide en feu dans un délai aussi bref que possible, sinon la mousse risque d'être détruite, soit par dissolution, soit par carbonisation avant que toute la surface du liquide en soit recouverte.

Dans nos expériences sur notre réservoir de Petit-Couronne, nous nous sommes placés dans des conditions très défavorables à l'extinction. La hauteur du liquide dans le réservoir était de 2 m environ, en sorte que la hauteur des flammes dans le réservoir, était de 7 m. Dans nos premières expériences on laissait tomber la mousse du haut du réservoir sans prendre de précautions spéciales; la quantité de solution débitée pour éteindre s'est élevée à près de 4.000 litres, ce qui aurait correspondu à une couche de mousse de plus de 50 cm d'épaisseur si elle avait été intégralement et uniformément répartie sur la surface. Avec deux déservoirs disposés diamétralement et un débit double, la quantité de mousse débitée était à peu près aussi élevée.

En diminuant la hauteur de chute de la mousse, nous avons constaté que l'extinction était plus rapide et que la quantité de mousse nécessaire à l'extinction devenait moins grande. La même amélioration fut observée quand, par des dispositifs divers : rampes hélicoïdales, déflecteurs, etc., la mousse n'était plus projetée, mais déposée sans heurt, à la surface du liquide. Ce résultat n'est pas surprenant : dans les premières expériences, la mousse déversée sous pression du haut du réservoir avait à traverser 7 m de flammes avant d'atteindre la nappe en combustion. Une partie de cette mousse était détruite par la chaleur, une autre partie était rejetée en dehors du réservoir par les courants de convection des gaz; enfin, ce qui restait de mousse arrivait sur le liquide avec une certaine force vive, plongeait dans le liquide puis surnageait, enrobé d'une pellicule combustible qui brûlait à son tour en détruisant une nouvelle fraction de mousse. En somme, du volume initial de mousse il ne restait plus grand'chose à l'arrivée sur le liquide.

M. Dumanois, sous la direction de qui ces expériences étaient faites, imagina de faire arriver la mousse au niveau même du liquide, au moyen d'un flotteur. Ce flotteur était constitué par une sorte de petit fût cylindrique portant le déversoir, lequel était réuni à la tubulure d'arrivée de mousse, placée sur la virole inférieure du réservoir par une tuyauterie en partie flexible, constituée, pour la circonstance, par un morceau de manche d'incendie. En temps ordinaire, le liquide stocké dans le réservoir emplissait également une poche du flotteur ainsi que la tuyauterie d'arrivée de mousse, jusqu'à la tubulure d'arrivée. Le flotteur était de la sorte maintenu dans le fond du réservoir. Au moment du refoulement de mousse, celle-ci repoussait le liquide et le remplaçait dans la tuyauterie et le flotteur. Celui ci était calculé pour faire en sorte que la différence de densité entraînât l'ascension du flotteur.

Mais cet appareil était d'un accès difficile et d'un entretien peu commode.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Dumanois imagina alors un dispositif très simple, constitué par des tuyauteries en aluminium fixées le long des parois verticales du réservoir suivant un tracé hélicoïdal et reliées par le bas aux tubulures d'arrivée de mousse. Le point de fusion de l'aluminium étant de 650° environ, toutes les longueurs de tuyaux qui, en cas d'incendie, se trouvent dans les flammes, fondent et les tuyaux se sectionnent au ras du liquide.

Pour nos expériences, les extrémités supérieures des tuyaux étaient maintenues par des fils d'acier passant sur le bord supérieur du réservoir auxquels étaient suspendus extérieurement des contrepoids. Nous étions avertis que les tuyaux étaient fondus par la chute des contrepoids. On envoyait alors la mousse.

La quantité de mousse débitée dans ces conditions aurait pu former une couche de 20 cm d'épaisseur environ, mais l'épaisseur réelle de la couche n'a pas pu être mesurée à cause de la température élevée du réservoir.

Ces expériences montrent qu'il faut étudier avec le plus grand soin l'arrivée de la mousse dans le réservoir.

Pour calculer la quantité de mousse nécessaire lorsque aucun dispositif spécial n'a été prévu, il y a lieu de signaler que l'American Petroleum Institute a établi un abaque à cet effet (fig. 3). Cet abaque comprend 3 colonnes verticales : sur la première colonne sont indiqués les diamètres des réservoirs; celle du milieu donne la quantité de mousse à prévoir. La 3e colonne indique le facteur d'extinction. Ce facteur, multiplié par 10, représente le nombre de minutes pendant lesquelles la mousse doit être refoulée à raison de 40 litres par mètre carré et par minute. Pour déterminer ce facteur, on tient compte de la nature du liquide, du genre de construction du réservoir, de l'écartement des réservoirs.

Un réservoir étant supposé en feu, on admet que la zone à protéger comprend le réservoir accidenté et autour de lui, un secteur de 90° qui a pour centre le centre du réservoir en feu, et un rayon égal à 3,5 fois le diamètre de ce réservoir.

Le facteur d'extinction est donné par la formule

$$F = 5 + 3K\frac{B}{A} + 2K\frac{B}{A} + K\frac{D}{A}$$

dans laquelle :

A est le carré du diamètre du réservoir considéré,

B, la somme des carrés des diamètres des réservoirs situés en totalité ou partiellement dans un quart de circonférence, ayant même centre que le réservoir à protéger et un rayon égal à 1,5 fois le diamètre de ce réservoir,

C, la somme des carrés des diamètres de tous les réservoirs situés, en totalité ou en partie, dans l'espace compris entre le secteur précédent et celui qui est limité à la circonférence ayant pour centre le centre du réservoir à protéger et un rayon égal à 2,5 fois le diamètre de ce réservoir à l'exclusion des réservoirs déjà comptés en B,

D, la somme des carrés des diamètres de tous les réservoirs situés en totalité ou en partie dans l'espace compris entre le secteur précédent et celui qui est limité à la circonférence concentrique qui a pour rayon 3,5 fois le diamètre du réservoir, à l'exclusion de tous les réservoirs déjà comptés.

On choisit pour secteur de 90° celui qui peut contenir le plus grand nombre de réservoirs autour du réservoir envisagé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

K est une constante donnée par le tableau suivant :

Type du toit du réservoir.	Point éclair du liquide (creuset ouvert).	Valeur de la constante.
Non étanche aux vapeurs.	$< 65°$	0,7
— —	$\geqslant 65°$	0,55
Étanche aux vapeurs	$< 65°$	0,55
— —	$\geqslant 65°$	0,4
Toit flottant		0,4

Soit, par exemple, le cas représenté sur la figure 3; calculons d'après la formule ci-dessus la quantité de mousse nécessaire pour protéger cet ensemble de

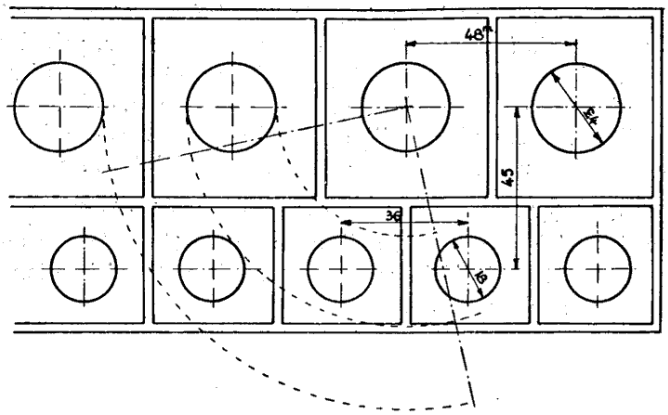


Fig. 3. — Exemple d'un ensemble de réservoirs.

réservoirs. Supposons qu'il s'agisse de réservoirs à toit flottant contenant des liquides à point d'inflammabilité inférieur à 65°; dans ce cas K = 0,4. Faisons le calcul pour le second réservoir de 24 m, à partir de la droite; on a :

$$F = 5 + 0 + 2 \times 0{,}4\,\frac{2 + 18^2 + 24^2}{24^2} + 0{,}4\,\frac{18^2}{24^2} = 6{,}92.$$

La droite qui joint 6,92 pris sur la 3e colonne, à 24 (diamètre) pris sur la 1re colonne, coupe la colonne du milieu à 130. Il faudrait donc, d'après cette formule, 130 m³ de solutions pour protéger cet ensemble de réservoirs.

Ce calcul doit être répété pour les différents réservoirs; on prend comme volume de solutions à prévoir, celui qui a été trouvé le plus fort.

CONCLUSION.

La sécurité dans les dépôts et raffineries de pétrole est surtout une question de discipline, d'ordre, de propreté et de bon entretien du matériel. Quant à la lutte elle-même contre le feu, elle pourrait être rapidement et victorieusement menée, semble-t-il, lorsque les équiques de défense sont bien organisées et entraînées et quand elles ont le matériel nécessaire sous la main.

L'organisation de la lutte est très importante car, en sacrifiant quelques minutes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

passées à examiner la situation et à s'organiser au lieu de se précipiter à l'attaque, on peut souvent épargner bien des heures d'efforts stériles.

Malheureusement, l'outillage assez puissant pour combattre avec succès le feu d'un gros réservoir, fait souvent défaut dans les moyens et petits dépôts car ce matériel ainsi que les charges de poudre sont coûteux. Étant donné que la probabilité pour qu'un réservoir soit complètement détruit par le feu est très faible, la plupart des sociétés pétrolières trouvent qu'il est plus avantageux de courir le risque d'incendie là où le dépôt est isolé et loin des habitations, plutôt que d'investir des capitaux considérables à équiper chaque dépôt d'une manière réellement efficace. Aussi se contentent-elles, dans ces cas-là, d'un matériel de premier secours.

On conçoit que ce soit une lourde charge pour les dépôts que de posséder un outillage puissant qui ne servira peut-être jamais, et qui, lorsque l'on devra l'utiliser, ne fonctionnera peut-être pas. Mais les dépôts sont rarement isolés; ils sont en général groupés à peu de distance les uns des autres, près des centres de consommation. Si donc cette charge était partagée entre tous les dépôts du groupe, un matériel mobile puissant pourrait être acquis en commun, et à peu de frais pour chacun. C'est d'ailleurs ce qui est déjà organisé à Rouen, ce que l'on projette de faire à Paris; on doit souhaiter que cet exemple soit suivi dans les autres localités.

Je profite de l'occasion qui m'est offerte pour remercier le Groupement pétrolier de Rouen du précieux concours qu'il nous a apporté pendant nos expériences. Je remercie également la Société des Pétroles Jupiter et la Direction du Port de Rouen pour leur utile collaboration.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'ÉVOLUTION DE LA VALEUR DE LA PROPRIÉTÉ IMMOBILIÈRE EN FRANCE [1]

par M. Pierre CAZIOT, *membre du Conseil de la Société d'Encouragement, président de la Compagnie des Experts en Estimations immobilières près le Tribunal de la Seine.*

Quand on étudie les variations de valeur de la propriété immobilière en France depuis le second Empire, on est frappé par les bouleversements extraordinaires survenus au cours de cette période. Ces variations sont en quelque sorte le reflet des transformations profondes survenues chez nous, comme dans les autres pays.

Avant d'aborder l'étude de la situation actuelle, il est nécessaire de présenter un tableau succinct de la situation foncière d'avant-guerre, aussi bien dans le plan rural que dans le plan urbain.

En 1914, on fixait à 270 milliards environ la fortune totale de la France et, dans cet ensemble, la propriété immobilière comptait pour 130 milliards, c'est-à-dire pour près de 50 p. 100. Ces 130 milliards se partageaient en deux parties égales de 65 milliards pour la propriété rurale et pour la propriété bâtie. Il serait excessif d'attribuer à ces chiffres une exactitude absolue, mais ils fournissent une idée d'ensemble assez précise de la position occupée par la propriété foncière dans la fortune française avant la guerre.

Nous allons d'abord examiner la situation de la propriété rurale à la fin du siècle dernier et au début du siècle actuel.

Au cours du XIX^e^ siècle, les valeurs terriennes ont bénéficié d'une progression constante, et c'est pendant le second Empire qu'elles ont atteint des chiffres maximums que nous ne reverrons probablement jamais plus. Cette situation favorable s'est d'ailleurs continuée après la guerre de 1870-1871 jusqu'en 1875-1880.

En 1879, on arrivait à une évaluation fiscale de 92 milliards contre 61 milliards en 1851. Vers 1875, dans certaines régions, et vers 1880 dans d'autres, a commencé une crise agricole qui a été en même temps une crise foncière : les valeurs ont baissé avec rapidité, mais dans des proportions très différentes suivant les régions ; certaines, en voie de dépeuplement, comme le Sud-Ouest de la France, diverses régions de l'Est, la Limagne, ont été extrêmement touchées. On est allé, dans quelques pays, jusqu'à une dépréciation de 80 p. 100. Par contre, dans quelques régions, comme la Bretagne, la baisse ne fut pas très sensible.

A partir de 1900, la situation agricole s'étant améliorée, la situation foncière est devenue meilleure, sauf dans les régions citées plus haut, où la dépréciation provenait plus de causes morales que de causes matérielles.

En 1914, nous étions revenus, pour les bons pays, à des valeurs moindres que celles constatées dans la période 1860-1875, mais les prix avaient acquis une très grande stabilité et les mutations s'effectuaient aisément. On pouvait donc espérer, si la guerre n'était pas survenue, entrer dans une période de grande stabilité foncière caractérisant une situation générale satisfaisante.

(1) Communication faite en séance publique par l'auteur, le 13 mai 1934.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le plan urbain, le mouvement général des valeurs n'a pas été différent. La grande crise de 1880 a provoqué partout de sérieux fléchissements; mais certaines villes ont été beaucoup plus touchées que d'autres. Dans toutes les agglomérations en voie de diminution, la situation foncière est devenue très mauvaise. Nous ne pouvons pas entrer ici dans l'étude de chacune des grandes villes de France et nous nous bornerons à examiner la situation parisienne, qui peut donner une impression d'ensemble.

A partir de 1880, on constate, dans une grande partie de l'agglomération parisienne, un tassement de toutes les valeurs immobilières, et cela jusqu'en 1895, le mouvement de baisse touchant aussi bien les valeurs locatives que les valeurs en capital.

Ayant eu à évaluer récemment un grand immeuble bordant une voie importante du 17e arrondissement, je constatai que cet immeuble, qui avait coûté vers 1880 à la société constructrice 7.950.000 fr, avait été vendu, en 1889, c'est-à-dire quelques années après la construction, 4.725.000 fr. On peut voir, par cet exemple, que la crise foncière 1880-1895 a provoqué des fléchissements de valeur considérables, quoique inférieurs à ceux que nous constatons en ce moment. Puis, comme pour la propriété rurale, et après quinze années de crise environ, la situation foncière s'est améliorée peu à peu, et on a pu relever, dans certains quartiers en progression, entre 1905 et 1914, des augmentations très sensibles de valeur; les quartiers en régression, comme le Marais, ont continué à descendre. D'après les évaluations officielles, la valeur totale de la propriété bâtie dans l'agglomération parisienne était de 13.912 millions en 1900 et elle atteignait en 1910 : 15.452 millions; en 1914, on dépassait certainement 16 milliards; cette progression provenait, en partie, de constructions nouvelles.

On constatait au centre de Paris des plus-values extraordinaires et, place de l'Opéra, les ventes faisaient ressortir des valeurs de terrain de 10.000 fr le mètre carré. Ce chiffre était d'ailleurs exceptionnel, puisque, dans le voisinage immédiat, on tombait à 5.000 et 6.000 fr; avenue des Champs-Elysées, on atteignait déjà 2.000 fr le mètre carré dans les meilleures parties, et une ou deux ventes furent même réalisées au prix de 4.000 fr, prix considéré alors comme tout à fait anormal.

La propriété foncière constituait, avant 1914, le placement le plus recherché par l'épargne, et, d'une façon générale, les revenus qu'elle assurait présentaient une stabilité qui justifiait entièrement cette faveur.

L'achat d'une ferme en Brie ou en Beauce donnait la certitude d'un revenu net compris entre 3 et 4 p. 100, et l'acquisition d'un bon immeuble de rapport à Paris permettait de rémunérer aisément le capital engagé entre 4,5 et 5,5 p. 100, avec certaines perspectives de progression future.

La fiscalité n'avait pas pris alors le caractère tracassier que nous lui connaissons aujourd'hui; si les impôts et taxes diverses constituaient déjà des charges assez lourdes pour les propriétaires fonciers, elles étaient néanmoins supportables.

La loi du 29 mars 1914 avait fixé le taux de la contribution foncière des propriétés non bâties à 4 p. 100 du revenu imposable; ce taux était le même pour les propriétés bâties, de sorte que, même avec les centimes additionnels, la charge fiscale ne dépassait jamais 7 à 10 p. 100 du revenu. Nous sommes donc bien loin du prélèvement actuel. Les droits de mutation atteignaient 7 p. 100 et, dans l'ensemble,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les frais de vente d'un immeuble étaient compris entre 9 et 10 p. 100. Quant aux droits de succession, ils restaient dans des limites modérées qui permettaient une reconstitution facile de ces droits avec deux ou trois années de revenu. Enfin, les propriétaires ayant besoin de crédit, soit pour faire construire, soit pour améliorer, trouvaient à emprunter de l'argent à long terme, à des taux raisonnables, puisque le Crédit foncier a prêté longtemps à 4,30 puis à 4,50 p. 100.

Malgré les divers inconvénients que pouvait présenter la propriété foncière, elle constituait, en 1914, pour l'épargne le meilleur et le plus sûr des placements.

Nous avons esquissé rapidement la situation d'avant guerre, afin de mieux caractériser la situation actuelle dont l'aspect est malheureusement bien différent.

Le XIX^e^ siècle a été le siècle de la propriété foncière, celui pendant lequel les fortunes moyennes ont trouvé une assise très solide dans la possession de biens fonciers, urbains ou ruraux. De grandes fortunes sont même nées de l'achat et du lotissement de terrains dans les grandes villes et notamment à Paris.

Depuis la guerre, comme nous le verrons plus loin, les mêmes opérations, après des succès très éphémères, ont provoqué surtout des ruines.

Au cours de la guerre, on pouvait se demander comment un événement aussi formidable allait réagir sur la propriété immobilière. Il est assez curieux de se reporter aux études qui furent publiées à ce sujet et comment ont été vérifiés les pronostics qui furent formulés un peu avant l'armistice.

Voici ce que j'écrivais en 1917, dans la préface d'un livre sur les expertises rurales. Ces lignes concernent la propriété rurale :

« Il n'est pas besoin d'être prophète pour dire que notre situation foncière sera « très incertaine pendant plusieurs années après la conclusion de la paix. « En 1914, nous assistions au début d'une crise agraire et la guerre n'a fait « qu'accentuer, au-delà de tout ce que l'on pouvait supposer, les causes détermi- « nantes de cette crise : diminution du nombre des ouvriers étrangers venant tra- « vailler sur notre territoire, et particulièrement des Belges; augmentation déme- « surée des charges fiscales; besoins croissants de l'industrie en main-d'œuvre « amenant une élévation des salaires sans précédent, etc.

« Les fermes et les métairies abandonnées, les terrains incultes ne manqueront « pas; les fermiers et les métayers seront difficiles à trouver et la valeur locative « des domaines ruraux s'abaissera fortement. La valeur vénale suivra le même « mouvement. »

En 1917, on ne pensait pas encore à l'inflation, c'est-à-dire à la dépréciation monétaire qui allait, pendant près de douze années, provoquer dans le pays une extraordinaire prospérité artificielle; mais si l'on fait abstraction de ces douze années, aujourd'hui révolues, on constate que la crise prévue s'est produite et menace de devenir bien plus grave encore que celle que j'avais envisagée. Avant de décrire la situation présente, il est nécessaire d'examiner les mouvements de la valeur de la propriété depuis 1918.

Je vais indiquer comment ont évolué les valeurs immobilières depuis l'armistice, d'abord en ce qui concerne les biens ruraux, ensuite pour les propriétés urbaines. Les deux mouvements sont du même ordre, mais ils ne présentent pas

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

un parallélisme absolu; de plus, dans chacune de ces deux grandes catégories de biens fonciers, on constate des variations diverses suivant la nature de ces biens.

La hausse des valeurs terriennes a été très lente jusqu'en 1925. Les fermages fixés par d'anciens baux ne variaient pas, et, pour les baux venus à expiration, les locations nouvelles étaient faites avec des augmentations très modérées. La réalité de la dépréciation du franc n'avait pas pénétré les esprits, et quand un vendeur avait obtenu 50 p. 100 de plus que la valeur d'avant guerre, il pensait avoir fait une remarquable opération.

Toutefois, dans quelques régions, la hausse avait été exceptionnellement rapide; c'est ainsi que dans le vignoble languedocien on notait déjà, en 1920, le triplement des valeurs, en raison de la prospérité extraordinaire de la viticulture méridionale pendant les années qui ont suivi la guerre.

En Sologne, la plus-value fut également remarquable; on était dans la période des nouveaux riches, premiers bénéficiaires de la richesse artificielle que l'inflation créait. Avec une hâte fébrile, ils cherchèrent à consolider, par l'achat de biens fonciers, la fortune si brusquement acquise en profitant parfois des malheurs publics. Mais comme ils avaient peu de discernement au sujet des placements, ils achetaient surtout ce qui flattait le plus leur vanité : terres de chasse avec châteaux, et cela explique la rapide hausse solognote.

Mais, dans les régions purement agricoles, où les acquéreurs étaient surtout des cultivateurs, la hausse restait bien inférieure au coefficient de dépréciation du franc; dans la plupart de ces régions, on ne dépassa guère une plus-value de 50 p. 100.

Puis, survint la chute catastrophique du franc de la fin de 1925 et des premiers mois de 1926. Ce fut une ruée vers l'achat des biens ruraux; la hausse prit brusquement une ampleur inconnue jusque-là : certaines propriétés furent vendues à des citadins sans jamais avoir été visitées; chacun cherchait à garer sa fortune de la façon la moins désastreuse possible. Si les transactions ne furent pas plus importantes, c'est que le nombre des vendeurs diminuait en même temps que s'accroissait celui des acquéreurs.

Le rétablissement financier d'août 1926 arrêta ce mouvement de panique et le relèvement des droits de mutation, amenant les frais de mutation à la quotité excessive de 27 p. 100, provoqua même, pendant une année, une certaine réaction vers la baisse.

La hausse reprit plus saine et mieux équilibrée en 1928-1929; la révision des baux, la conclusion de nouvelles locations, permirent d'asseoir les valeurs sur des revenus plus normaux; on pouvait espérer entrer dans une période de stabilité relative des valeurs.

C'est en 1929-1930 que les prix les plus élevés purent être constatés. L'amplitude de la hausse avait été très variable. Dans un grand nombre de régions, comme la Brie, on n'avait guère dépassé le coefficient 3; dans l'Est, on était même resté au-dessous; en Bretagne et en Normandie, on était allé au-delà du coefficient 5; enfin, dans le Midi viticole, par suite des bénéfices donnés par le vin, on atteignait des chiffres extravagants, puisque des vignes de plaine furent vendues par parcelles jusqu'à 100.000 fr l'hectare, et que de grands domaines atteignirent et dépassèrent même 50.000 fr l'hectare.

Les douze années qui ont suivi la guerre furent douze années brillantes pour les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

marchands de biens et pour les spéculateurs de toutes catégories. Les transactions furent nombreuses et actives, et elles donnèrent, à beaucoup d'observateurs superficiels, l'impression que la propriété rurale en France changeait rapidement de mains et passait en grande partie dans le patrimoine des cultivateurs. Il y a eu certainement une transformation dans ce sens, mais elle est très loin de présenter une pareille ampleur. Dans l'ensemble, je ne crois pas que plus de 10 p. 100 des grandes propriétés foncières soient devenues des propriétés paysannes, et encore est-ce là, dans mon esprit, un maximum.

Ce mouvement est aujourd'hui presque partout arrêté, surtout dans les régions de grande culture.

La valeur de la terre est dans la dépendance étroite de la situation agricole. Quand survient une crise agricole, celle-ci provoque immédiatement une crise foncière, et quand cette crise agricole n'est qu'un des premiers aspects d'une crise générale très dure, la chute est rude.

Dans la période de prospérité, les amateurs urbains venaient s'ajouter aux acquéreurs ruraux pour soutenir et relever les valeurs terriennes. Aujourd'hui, les uns et les autres sont devenus rares et, depuis trois années, un tassement d'ensemble s'est produit; il varie beaucoup suivant les régions. Encore peu accusé dans les pays à population paysanne très dense, comme la Bretagne, il s'est manifesté très durement et très rapidement dans les zones de propriétés d'agrément et de chasse comme la Sologne, dans les pays où les valeurs avaient été relevées par suite de l'immigration étrangère comme la Gascogne, dans le Midi viticole où, à l'emballement inconsidéré des acquéreurs, a succédé une dépression massive.

Les craintes d'inflation n'ont guère agi; elles ont seulement réduit le nombre des vendeurs, chacun cherchant à conserver un patrimoine qui, dans les circonstances présentes, malgré ses inconvénients nombreux et ses maigres revenus, présente encore certaines garanties de sécurité.

Les biens les plus touchés sont les châteaux : leur valeur s'est pour ainsi dire volatilisée; les étrangers et les nouveaux riches ne sont plus là pour les acquérir. Les châteaux, avec leurs dépendances, sont bien plus onéreux par les charges qu'ils imposent que par le capital que peut représenter leur acquisition. C'est pour cela qu'ils sont devenus en quelque sorte indésirables. Plus ils sont importants et plus ils sont beaux, moins ils ont de chance, en cas de mise en vente, de trouver preneur. On peut se demander, avec une certaine angoisse, qui pourra se charger, dans l'avenir, de conserver la vie à ces grandes et splendides demeures qui nous ont été léguées par les siècles passés et qui, dispersées dans nos campagnes françaises, sont un des éléments essentiels de leur beauté. C'est là une des parties les plus menacées de notre patrimoine national.

Nous avons connu, pour cette catégorie de biens, des périodes de crise aussi violentes, comme celle de 1880-1895; mais ces crises n'étaient pas accentuées alors par la pression fiscale, qui aggrave singulièrement la position de leurs détenteurs. J'ai visité récemment un grand domaine dont une fraction de 160 ha, comprenant surtout le château et le parc, était frappée d'un impôt foncier annuel (centimes additionnels compris) de 55.000 fr.

J'ai cité souvent l'exemple du château de Chenonceaux, qui fut adjugé en pleine crise, le 2 février 1889, avec une terre de 140 ha, moyennant 410.000 fr. La restau-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ration de cette magnifique demeure venait de coûter 1.600.000 fr! Le prix ci-dessus répondait tout juste à la valeur des 140 ha. Le château d'Azay-le-Rideau fut vendu un peu plus tard dans les mêmes conditions.

Nous revenons aujourd'hui à une situation encore plus difficile, en raison de l'aggravation des charges fiscales.

Ce que j'ai dit pour les propriétés de culture s'applique également aux forêts; la chute très forte des prix du bois d'œuvre, la disparition presque complète, dans les régions forestières, de la valeur du bois de feu, a amené une diminution très grande des valeurs forestières, surtout en ce qui concerne les forêts de résineux. Il semble que, pour l'avenir, la situation des forêts bien pourvues en réserves de chêne redeviendra meilleure. Mais il est à craindre que la baisse persiste pour les taillis et les maigres taillis sous futaie.

Il est impossible, en ce moment, de fixer avec quelque apparence de certitude la valeur des propriétés viticoles dans les grandes régions productrices de vin. Une année de forte production dans le Languedoc provoquerait une crise analogue à celle que nous avons connue entre 1900 et 1910, et les ventes de grands domaines deviendraient impossibles. Elles sont déjà très difficiles.

Je vais maintenant analyser la situation d'après guerre de la propriété urbaine. Cette étude sommaire concernera surtout l'agglomération parisienne.

Comme pour la propriété rurale, la hausse fut assez lente pendant les premières années qui suivirent la guerre. Les revenus, taxés, ne progressaient guère et ne justifiaient pas d'importantes augmentations de capital.

Dans une étude publiée dans *La Journée industrielle* sur la situation réelle de la propriété immobilière à Paris, et en me basant sur les résultats des 693 adjudications d'immeubles faites entre le 1er janvier 1920 et le 1er août 1924, dont j'ai pu retrouver les prix de vente ou les estimations avant la guerre, la plus-value moyenne entre 1920 et 1924 n'était que de 42 p. 100; le maximum était fourni par le 8e arrondissement, avec 66 p. 100. Bien entendu, il s'agissait là de moyennes, car on constatait, pour des cas isolés, des plus-values plus fortes, et déjà, en 1924, les prix étaient sensiblement plus élevés que ceux de 1920.

La hausse prit brusquement une allure très vive, aussi bien pour les terrains que pour les immeubles de rapport à partir d'octobre 1925, c'est-à-dire au moment où la chute du franc commença à devenir catastrophique. En octobre, la livre anglaise valait 109 fr et, en décembre, elle atteignait 130 fr.

La première manifestation très nette de la hausse se produisit à l'occasion d'adjudications de terrains à la porte Champerret qui, n'ayant pas trouvé preneur en juin 1925 entre 700 et 1.000 fr le mètre carré, furent adjugés, fin 1925 et au début de 1926, au-dessus de 1.800 fr le mètre carré. Nous étions alors en pleine débâcle monétaire. Dans le premier semestre de 1926, le nombre des acquéreurs se multiplia et les prix montèrent fortement. Le rétablissement financier d'août 1926, et aussi l'accroissement extraordinaire des frais de mutation arrêtèrent ce mouvement pendant une année environ; puis, sous des influences spéculatives très vives, le mouvement en avant reprit, surtout pour les terrains.

Pour les immeubles de rapport, en effet, les valeurs étaient limitées par la taxation des loyers (limitation au coefficient 2 par la loi du 1er avril 1926, et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ensuite à 2,5 par la loi du 29 juin 1929; aujourd'hui 2,80 plus les charges).

C'est pourquoi la valeur de ces immeubles ne dépassa guère, pendant la période 1926-1929, le coefficient 3, avec une moyenne générale de 2,5 environ.

Par contre, la spéculation trouva un champ d'action extrêmement productif dans les terrains de l'agglomération parisienne et de la banlieue, et dans les immeubles à destination commerciale du centre de Paris; elle poussa fortement leur valeur et, pour certains terrains de la périphérie, on alla bien au-delà du coefficient 5.

En raison de l'extrême prospérité artificielle qui se manifestait, le besoin de locaux à destination commerciale et surtout de bureaux d'affaires, prit une intensité extraordinaire. On construisit un peu partout des immeubles à bureaux, dits « buildings », et les prix de location furent amenés, pour les étages, à des chiffres extrêmement élevés, puisque, dans certains cas, on atteignit jusqu'à 500 et 600 fr le mètre carré utilisable, chiffres à la vérité exceptionnels, le maximum le plus courant restant à 300 fr.

Ces immeubles furent construits non seulement dans le centre de Paris, c'est-à-dire dans le quartier de l'Opéra, mais aussi dans des quartiers qui étaient restés bourgeois jusqu'en 1914. On en édifia bien au-delà de l'église Saint-Augustin, en allant vers la place de l'Étoile et notamment avenue des Champs-Élysées, qui changea complètement de caractère. On raisonnait comme si les besoins en locaux de cette nature dussent s'accroître indéfiniment, et on atteignit assez vite la limite de saturation.

Certains groupes de spéculateurs se consacrèrent spécialement à la mise en valeur commerciale de l'avenue des Champs-Élysées. Pour eux, le déplacement du centre commercial de Paris devait se faire d'une façon extrêmement rapide au détriment du quartier de l'Opéra.

Les premiers résultats obtenus parurent justifier leur attente : le terrain dans l'avenue des Champs-Élysées qui, dans la bonne partie de cette avenue, valait au maximum avant la guerre 2.000 fr le mètre carré, fut porté, dès 1926, par la vente de l'hôtel de Massa, à 10.000 fr le mètre carré, et ce même terrain, par des reventes successives, atteignit 22.500 fr; on cotait couramment, en 1929, la valeur de terrains avenue des Champs-Élysées entre 15.000 et 25.000 fr le mètre carré!

Les valeurs locatives suivirent un mouvement parallèle, et alors que sur les boulevards des Italiens, des Capucines et de la Madeleine, pour les boutiques, on ne dépassait pas 2.000 à 2.500 fr le mètre carré locatif, on loua à des maisons américaines des boutiques situées tout en haut de l'avenue des Champs-Élysées, dans l'immeuble dit des « Portiques », à des prix dépassant 4.000 fr le mètre carré.

Les prix auxquels on parvenait par la location de locaux importants furent véritablement stupéfiants : c'est ainsi que la location du Café du Berry, aujourd'hui fermé, atteignit 1.680.000 fr plus les charges et que deux grandes boutiques dans l'immeuble des Portiques furent louées 800.000 fr à la General Motors plus les charges.

Des prix aussi surprenants ne pouvaient pas être maintenus et ils devaient être balayés par le premier mouvement de dépression économique.

Dans la partie des grands boulevards comprise entre la rue Montmartre et la place de la Madeleine, le mouvement spéculatif fut beaucoup moins fort; il s'agissait d'ailleurs d'immeubles anciens, grevés pour la plupart de baux à des prix

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

modérés et qui ne pouvaient, par conséquent, faire l'objet de poussées spéculatives aussi anormales.

J'ai indiqué précédemment que le terrain place de l'Opéra valait, avant la guerre, 10.000 fr le mètre carré. Le coefficient 5 aurait amené cette valeur à 50.000 fr le mètre carré; aucune mutation n'a permis de constater une valeur aussi élevée. On peut seulement noter que la vente à la Société Ford, en 1929, de l'immeuble situé à l'angle du boulevard des Italiens et de la rue du Helder, donna 30.748 fr, mais pour une petite surface de 187 m²; avec les indemnités d'éviction et les frais de reconstruction, il est vraisemblable que le prix de revient de cet immeuble si singulier comme aspect atteint 45.000 fr le mètre carré.

L'immeuble situé boulevard des Italiens, à l'angle de la rue de Choiseul, atteignit 23.692 fr le mètre carré; celui situé à l'angle du boulevard Haussmann et de la chaussée d'Antin fut vendu 25.580 fr le mètre carré.

Tout cela s'est bien tassé aujourd'hui.

Dans les quartiers bourgeois en dehors de la zone commerciale, la hausse des terrains fut proportionnellement bien plus forte. C'est ainsi que les terrains du Champ de Mars, adjugés avant la guerre entre 270 et 400 fr le mètre carré, atteignirent jusqu'à 3.000 fr; les terrains de Magic City, sur le quai d'Orsay, qui, avant la guerre, ne valaient pas plus de 300 à 500 fr le mètre carré, dépassèrent aussi 3.000 fr. Boulevard Suchet, la Ville de Paris vendit des terrains grevés de servitudes entre 1.800 et 2.800 fr, ce qui aurait fait, sans servitudes, au moins 4.000 fr le mètre carré.

A Neuilly, boulevard Maillot, dénommé aujourd'hui boulevard Maurice Barrès, on arriva à 3.000 fr le mètre carré, c'est-à-dire au-delà du coefficient 10.

La spéculation n'aurait pu, à elle seule, amener de pareilles plus-values si elle n'avait pas été soutenue par l'activité inusitée des constructions d'immeubles de rapport pendant la période 1926-1930.

Le problème de l'habitation était alors profondément angoissant, et la population éprouvait pour se loger des difficultés extrêmes; aussi les premiers immeubles neufs qui furent construits purent être loués dans des conditions très rémunératrices.

Les valeurs locatives, dans ces immeubles neufs, atteignaient 4.000 à 7.000 fr par pièce principale, de sorte que, pour un appartement de 5 pièces principales, dans un quartier bourgeois, on demandait jusqu'à 30 000 fr, plus les charges.

Une spéculation nouvelle fit son apparition : ce fut celle des ventes par appartement. Telle société de construction, qui avait édifié un vaste immeuble de rapport, où des appartements ne lui coûtaient que 600.000 fr., les revendait avec une extrême facilité un million.

Dès 1927, étudiant le problème de l'habitation, j'ai fait ressortir que, malgré toutes les apparences, on ne pouvait pas obtenir, par la construction d'un immeuble, la rémunération normale des capitaux investis, et que l'extraordinaire prospérité des spéculations immobilières réservait de pénibles lendemains. J'écrivais notamment : «... Les capitalistes, petits ou gros, n'ont aucun motif pour s'intéresser actuellement à la construction d'immeubles; ils ont, au contraire, beaucoup de motifs pour s'en écarter. » Je signalais que l'on négligeait complètement la capacité locative des locataires futurs, et que l'on oubliait que, pour payer un loyer de 30.000 fr, il fallait un revenu dépassant 180.000 fr.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les premiers résultats obtenus firent considérer l'étude ci-dessus comme ridiculement pessimiste, et les sociétés, comme les particuliers, s'engagèrent à corps perdu dans l'investissement de capitaux dans les constructions. *Les résultats réels de ces spéculations apparaissent aujourd'hui : ils sont désastreux.*

Ce qui s'est passé à Paris pour les terrains se produisit également dans toutes les régions de la France se prêtant à la spéculation, et notamment dans les stations balnéaires. C'est ainsi que, dans la zone magnifique comprise entre Saint-Raphaël et Menton, on vit des valeurs de terrains s'élever verticalement, en passant de main en main; on vendit, pour le lotissement, des centaines d'hectares de terrains que l'on n'aurait jamais eu l'idée de lotir en période normale.

Analysant, en 1929, cette situation, je faisais ressortir que « si l'on avait réfléchi à la masse formidable des capitaux qu'il aurait fallu pour couvrir de constructions tous ces terrains, à la masse non moins formidable de main-d'œuvre qui était nécessaire pour les édifier, et à l'accroissement extraordinaire de population auquel tout cela aurait correspondu, peut-être aurait-on été ramené à plus de sagesse; mais, en des moments pareils, on ne réfléchit pas; tout spéculateur suppose toujours qu'il trouvera un autre spéculateur qui lui laissera un important bénéfice. »

Pour tous ces lotissements spéculatifs extra-urbains, l'effondrement est venu bien plus vite que pour les terrains des grandes villes.

Dans le rapport que j'ai établi au moment du procès Hanau, j'écrivais : « On peut dire qu'il est pratiquement impossible de tirer un parti quelconque de ces terrains; cette volatilisation des valeurs sera vraisemblablement définitive pour une fraction importante des lotissements qui retourneront à l'état de friches ou de bois dont ils n'auraient jamais dû sortir. »

Tout récemment, un de mes collègues me signalait les résultats d'un lotissement situé sur le territoire de la commune de Roquebrune-Cap-Martin. Il s'agit d'un lotissement très bien fait, avec viabilité, canalisations d'eau, de gaz, etc.... Les premières ventes ont été faites en moyenne à 80 fr le mètre carré: on vient d'exproprier ce qui reste à vendre, et l'adjudication a donné une moyenne de 1,28 fr le mètre carré!

Je reviens maintenant à la situation parisienne.

C'est en 1931 que la crise foncière a commencé à Paris, coïncidant ainsi avec le début de la crise économique.

Pendant l'année 1930, la situation était restée en apparence aussi bonne qu'en 1929; mais on sentait déjà, à certains symptômes, que des changements importants allaient survenir. Les locations commerciales, notamment, étaient devenues moins aisées, et on notait une certaine résistance aux prix trop élevés qui avaient été précédemment obtenus.

C'est à l'occasion de la vente au Palais de Justice d'un groupe de deux hôtels particuliers situés 52, rue de Monceau, avec façade sur le parc Monceau, que l'on s'aperçut brusquement du retournement complet de la situation foncière. Cette propriété, d'une surface de 1.300 m², fut offerte aux enchères, en juin 1931, sur la mise à prix de 5.500.000 fr; on pensait obtenir aisément 6 millions. Aucun amateur ne se présenta. On remit en vente, en novembre 1931, sur la mise à prix de 3 millions, sans plus de succès. On l'adjugea enfin, le 29 novembre 1931, 1.805.000 francs, soit 1.388 fr le mètre carré. C'était un désastre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Depuis, des faits du même genre se sont succédé : une propriété 21 avenue des Champs-Élysées, adjugée, le 27 juin 1928, 12 millions, est réadjugée, le 14 avril 1932 : 7.100.000 fr : chute, 5 millions, soit 41 p. 100. Une propriété 20 rue Royale, payée, 6.500.000 fr le 7 novembre 1930, en partie reconstruite, avec un prix de revient dépassant 9 millions, fut adjugée, le 16 novembre 1933, sur surenchère, 4 millions. Avenue des Champs-Élysées, à l'angle de la place de l'Étoile, l'hôtel de gauche est adjugé, le 8 juillet 1933, 4.300.050 fr, soit une diminution de plus de 50 p. 100 sur le prix payé, en 1929, pour l'hôtel identique de droite.

En 1928, un terrain 65 rue de Varenne est payé 2.250 fr le mètre carré ; le 9 juin 1932, un terrain mieux configuré, situé rue du Bac, à l'angle de la rue de Commaille, obtient seulement, sur surenchère, 881 fr. le mètre carré. Un hôtel particulier, 15 rue Cortambert, qui avait été adjugé 1.500.000 fr le 12 mars 1930, est réadjugé sur surenchère, 510.050 fr le 1er février 1934.

A Neuilly, zone où la spéculation s'est particulièrement exercée, un magnifique terrain, dont on avait offert 1.700 fr le mètre carré en 1929, est vendu 557 fr le 5 avril 1932.

La crise foncière n'atteint pas toutes les catégories d'immeubles. Les immeubles de rapport d'avant guerre, en bon état, dont les loyers de 1914 ne dépassaient pas 3.000 fr, et dont les revenus ont été comprimés par les lois sur les loyers, n'ont pas été sérieusement touchés, surtout si leur valeur reste au-dessous de un million. Ces immeubles donnent un revenu certain, et même, quelquefois, des possibilités futures d'augmentation.

Par contre, les immeubles de rapport à grands appartements sont très durement éprouvés ; il a fallu réduire plus ou moins les loyers, parfois de 50 p. 100, et malgré cela un grand nombre d'appartements de cette catégorie restent sans preneur. Il est donc facile de concevoir que la valeur vénale de ces immeubles a suivi le fléchissement du revenu.

Il en est de même pour les immeubles à destination commerciale des grandes voies du centre de Paris. Les valeurs locatives ont dû être abaissées partout et la proportion des locaux vacants est extrêmement élevée. On est bien loin des valeurs exceptionnelles obtenues en 1929, et les illusions brillantes qu'on a pu nourrir pendant quelques années sont aujourd'hui dissipées.

Mais la crise atteint surtout les hôtels particuliers et les terrains. Un hôtel particulier est plus onéreux par le train de vie qu'il impose que par le capital immobilisé par son acquisition. Un très grand nombre de gens sont obligés de réduire leurs dépenses et de quitter pour un appartement l'hôtel particulier qu'ils occupaient. C'est pourquoi à Paris il y a à vendre tant d'hôtels particuliers qui restent sans acquéreur. Les étrangers n'achètent plus et les spéculateurs, qui achetaient pour démolir et ensuite construire des immeubles de rapport, ont abandonné la partie.

J'ai relevé les adjudications d'hôtels particuliers de mai 1933 à mai 1934, dans les 8e, 16e et 17e arrondissements. Il a fallu vendre trente hôtels pour obtenir 18 millions ; le prix moyen ressort à 1.336 fr le mètre carré, ce qui correspond à peine à la valeur du terrain. Un hôtel 53 avenue Foch, ou avenue du Bois de Boulogne, n'a obtenu, le 20 décembre 1933, que 2.045 fr le mètre carré. En 1919 le terrain de cette avenue valait jusqu'à 1.000 fr le mètre carré. En 1928-1929, on aurait dépassé 5.000 fr (compte tenu de la servitude *non ædificandi*).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La chute si rapide et si forte de la valeur des terrains s'explique aisément. Un terrain est une valeur de spéculation; c'est aussi une valeur morte, c'est-à-dire sans revenu. Pour rémunérer normalement le capital engagé, il faut que le prix d'achat double en quinze ans. En raison des fortunes réalisées au cours du XIXe siècle par des spéculations sur terrains, on s'est lancé à corps perdu, après la guerre, sur les mêmes spéculations. Les résultats ont été brillants pendant quelques années; aujourd'hui, c'est l'effondrement, et cet effondrement a provoqué bien des ruines.

La progression des valeurs ne pouvait se maintenir qu'à la condition que les grandes villes continuent à croître de plus en plus rapidement. Dans un pays comme le nôtre, qui compte 40 millions d'habitants, une capitale comme Paris groupe déjà, avec sa banlieue, 5 millions d'habitants. N'est-ce pas là déjà une proportion anormale? Ne peut-on pas craindre, avec la crise actuelle, une régression des grandes agglomérations?

Quoi qu'il en soit, la valeur des terrains a fléchi de plus de 50 p. 100 et les ventes sont de plus en plus malaisées.

Il est nécessaire, avant de terminer cette étude, de dire quelques mots des immeubles neufs que l'on a construits avec frénésie entre 1926 et 1930. Les premiers résultats financiers furent très beaux : on louait facilement et fort cher; les revenus obtenus étaient très rémunérateurs. On ne discutait plus le prix des terrains, et le coût de la construction dépassa le coefficient 8. Aux millions engagés par les particuliers et les sociétés, la ville de Paris ajouta encore les millions des contribuables; on emprunta à des taux usuraires qui, par eux-mêmes, condamnaient ces entreprises à mort.

Aujourd'hui, de pénibles réalités remplacent les illusions. On peut chiffrer à 50 p. 100 la perte des capitaux engagés dans ces spéculations immobilières. Celui qui a emprunté un million pour construire un immeuble de deux millions est ruiné, car son immeuble ne vaut pas plus de un million, et le revenu qu'il donne permet à peine de faire face à l'annuité due au prêteur.

En 1910, il y avait à Paris 10.795 locaux vacants; aujourd'hui, nous ne possédons aucun renseignement précis sur le nombre des locaux vacants, mais il ne

SITUATION	DATES	SURFACES	PRIX	PRIX AU MÈTRE CARRÉ
		(m^2)	(*fr*)	(*fr*)
86/88, rue de Tocqueville	15/3/33	240	1.130.050	4.708
162, rue de l'Université	22/6/33	259	1.165.000	4.498
74, boulevard Exelmans	20/7/33	800	3.000.000	3.750
133, avenue de Wagram	12/10/33	307	1.948.000	6.345
8/10, rue Oswald Cruz	21/12/33	1.325	6.450.000	4.867
138/140, boulevard Exelmans et rue Chanez	1/2/34	221	1.108.400	5.038
131, rue Michel-Ange	23/2/33	363	1.580.000	4.352
97/99, rue Saussure	29/3/34	589	2.456.050	4.169
113, rue des Moines	21/4/34	263	1.060.000	4.030
50, avenue de Versailles à l'angle de la rue Degas	2/5/34	372	2.050.000	5.510
12, rue Dobropol	6/6/34	638	2.000.050	3.134
15, rue Bois-le-Vent	14/6/34	413	1.800.050	4.358
Totaux		5.790	25.747.600	*Moyenne :* 4.446

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

serait pas étonnant que ce chiffre soit multiplié par 10; le vide qui s'est fait avec une si soudaine rapidité rend angoissante la position de ceux qui ont engagé des capitaux dans les affaires de constructions.

J'ai relevé quelques résultats récents obtenus pour des ventes d'immeubles de rapport dans ces derniers mois, dans les quartiers bourgeois; ils sont donnés par le tableau qui précède; ailleurs, les résultats sont encore plus mauvais.

Pour ces immeubles, les prix de revient atteignaient ou dépassaient le double des prix d'adjudication.

CONCLUSIONS

Il est impossible d'indiquer quel est le coefficient moyen de hausse en valeur apparente des biens fonciers, aussi bien urbains que ruraux, par rapport à la valeur d'avant guerre. Nous avons vu, en effet, que, suivant la nature et la situation des immeubles, ce coefficient varie entre des limites assez éloignées; pour l'ensemble, je ne crois pas que l'on puisse dépasser sensiblement le coefficient 2,5. Même si l'on admettait que le revenu brut puisse atteindre en moyenne le coefficient 4 (et c'est là une hypothèse trop favorable), cela ne correspondrait guère qu'à un revenu net compris entre 2,5 à 3 fois le revenu net d'avant guerre, car les charges absorbent une fraction bien plus importante du revenu brut. On peut donc dire qu'en valeur absolue, la propriété foncière en France a fléchi de 50 p. 100. Dans certaines régions, ce fléchissement est bien plus accentué. Dans quel sens les valeurs immobilières vont-elles maintenant s'orienter, et pouvons-nous espérer, dans un avenir prochain, une certaine amélioration?

La situation foncière est liée étroitement à la situation économique générale, et tant que la crise actuelle durera, notre position immobilière restera mauvaise. La crise de 1880 a duré plus de quinze années et elle était beaucoup moins violente que celle que nous traversons. Je ne me hasarderai pas à formuler des pronostics; je crains seulement que la période de dépression soit assez longue. Une nouvelle inflation aggraverait encore le mal, car de nouvelles lois de taxation limiteraient les revenus sans comprimer les charges.

D'autre part, il faut observer que la crise foncière n'est pas seulement la conséquence de la crise économique : l'accroissement anormal des charges fiscales y a contribué, en effet, pour une large part. L'impôt foncier a été très fortement accru, puisque l'on est passé en principal de 4 à 16 p. 100; avec les centimes additionnels, on arrive aisément à 30 p. 100 du revenu net, et pour les immeubles possédés par des sociétés, il faut ajouter la taxe de mainmorte et, dans certains cas, quand des dividendes sont distribués, une taxe sur le revenu mobilier de 17 p. 100. Cette charge serait insupportable si elle était calculée sur le revenu réel; pour la propriété bâtie, on applique la taxe au revenu net de 1925; mais pour les immeubles construits depuis la guerre, si on applique rigoureusement, dans l'avenir, la taxation on arrivera à un prélèvement intolérable. La propriété foncière est ainsi beaucoup plus lourdement chargée que la propriété mobilière.

L'aggravation des droits de mutation et des droits de succession a agi fortement sur les valeurs. Les frais de mutation, qui sont de 20 à 25 p. 100, absorbent 4 à 6 années de revenu. Pour reconstituer les droits de succession en ligne indirecte, il faut compter 8 à 12 années de revenus. Un capitaliste qui achète une propriété de un million décaisse en réalité plus de 1.200.000 fr, et s'il est obligé de revendre dans un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

délai assez bref, il doit supporter cette perte de 200.000 fr, tandis que s'il emploie son capital dans l'achat de valeurs à revenu fixe, les frais d'acquisition étant insignifiants, il lui est aisé de retrouver rapidement le capital engagé.

Une autre cause de la dépréciation des biens immobiliers, c'est le taux excessif des prêts hypothécaires. Avant la guerre, quand on achetait un immeuble de rapport, on pouvait emprunter, au Crédit foncier ou à un particulier, la moitié du prix à payer à un taux moyen de 4,5 p. 100. Il était aisé d'amortir cet emprunt progressivement, les arrérages ne dépassant pas la moitié du revenu de l'immeuble. Aujourd'hui, un acquéreur qui aurait besoin de faire le même emprunt au Crédit foncier devrait payer un intérêt de 8,05 p. 100, ce qui, avec l'amortissement en 30 ans, correspond à une annuité d'environ 9 p. 100. L'emprunteur ne pourrait même pas faire face, en employant tout le revenu de son immeuble, au paiement de cette annuité. C'est la raison pour laquelle les immeubles de rapport importants se vendent parfois très mal, car l'acquéreur doit payer comptant, sans le secours d'un emprunt.

Mais nos législateurs ne se sont pas contentés d'accroître au-delà de toute mesure raisonnable les charges qui grèvent la propriété : ils y ont ajouté des lois de taxation, la loi sur la propriété commerciale, etc. Certaines de ces dispositions législatives pouvaient être temporairement nécessaires; mais on en a tellement abusé que quelques-unes d'entre elles sont devenues aussi nuisibles aux locataires qu'aux propriétaires. Elles sont la source de tant de difficultés, de tant de procès, que l'épargne se détourne peu à peu des placements immobiliers.

Pour que l'épargne puisse se constituer normalement, il faut qu'elle puisse trouver aisément des emplois lui offrant toute sécurité. Avant la guerre, la propriété était le premier et le plus sûr de ces emplois; dans les temps où nous vivons, l'épargne a subi tant de mécomptes et tant de pillages, et l'État l'a soumise à de telles épreuves, qu'elle reste de plus en plus inerte. La thésaurisation, qui paralyse notre économie, est en grande partie la résultante d'une politique fiscale insensée.

Il n'est pas suffisant, pour que la situation de la propriété foncière s'améliore, que nous revenions à une position économique plus normale; il est nécessaire que l'État traite la propriété avec moins de rigueur et ne s'acharne pas, comme il le fait depuis quinze ans, à la destruction de sa valeur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

GAZOMÈTRE KLÖNNE A L'USINE DE LA SOCIÉTÉ DU GAZ DE PARIS A LA VILLETTE

Un groupe de membres de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale a visité, le 6 mai 1934, l'usine de la Société du Gaz de Paris, à

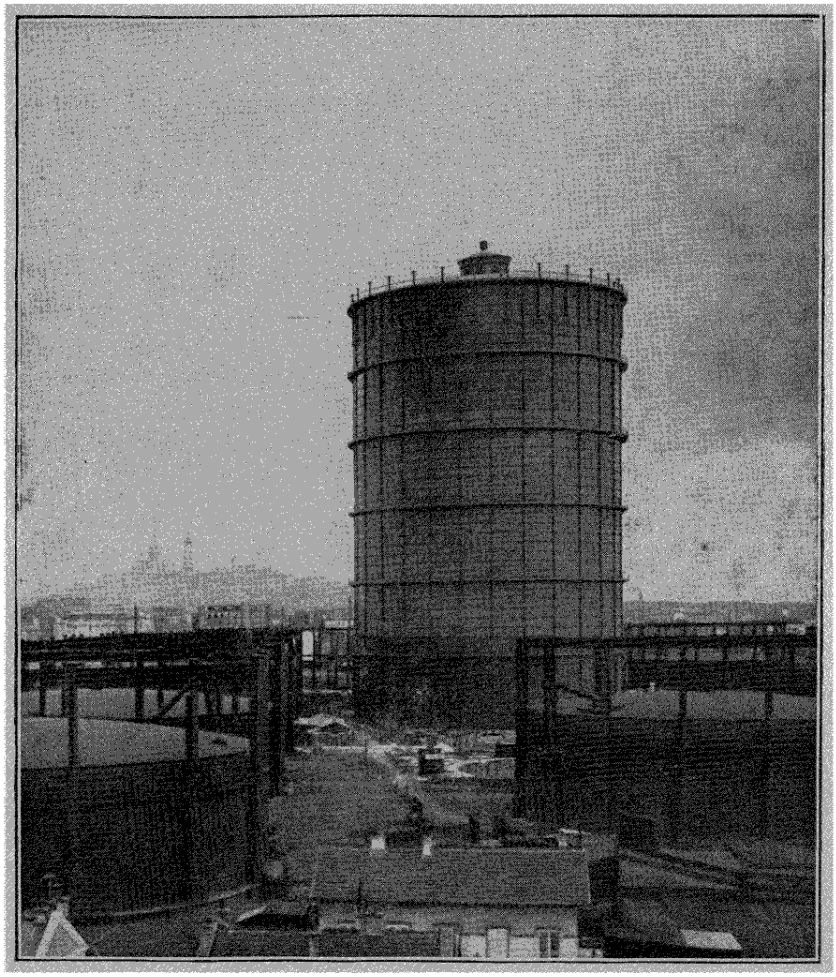


Fig. 1.
Vue extérieure du gazomètre Klönne à l'usine de la Société du Gaz de Paris, à La Villette.
Hauteur totale, 83,3 m; — Diamètre intérieur, 44,8 m; — Capacité, 100.000 m³.

La Villette. L'objet principal de cette visite était le gazomètre dit sec, système Klönne, récemment installé. Elle a été fort intéressante grâce à l'extrême complaisance de l'ingénieur en chef du service des usines, M. Mothon, et de ses

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

collaborateurs. La Société d'Encouragement est heureuse de leur adresser ses plus sincères remerciements, ainsi qu'à M. Laurain, ingénieur-conseil de la Société du Gaz de Paris, qui a bien voulu autoriser cette visite, bien que la disposition des appareils ne la rende pas facile à un grand nombre de personnes simultanément.

Ce nouveau gazomètre (fig. 1) peut emmagasiner 100.000 m³ de gaz. Plusieurs motifs l'ont fait préférer aux gazomètres ordinaires à cuve sur lesquels il présente plusieurs avantages, en particulier : un encombrement moindre; des fondations moins importantes; la suppression du chauffage des gorges en hiver; une diminution

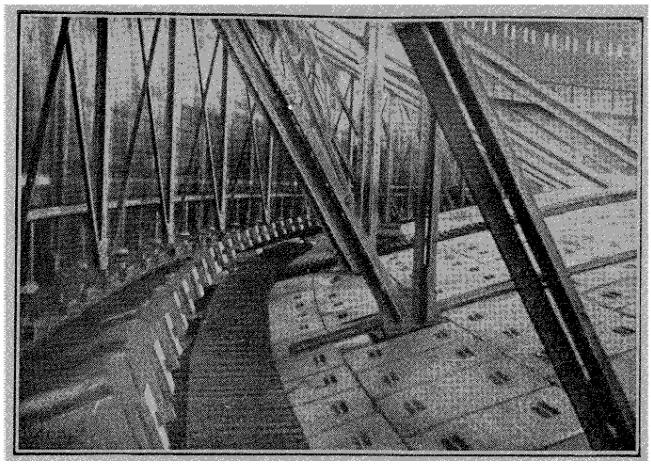


Fig. 2. — Vue de la partie supérieure du piston du gazomètre Klönne.
(Hauteur du piston, 6,26 m.)

La figure montre : à gauche, la rangée inférieure des rouleaux de guidage, placés au-dessus de la garniture étanche, et les contrepoids appliquant la garniture contre la paroi cylindrique; à droite, les dalles de béton, avec poignées de fer, chargeant le piston et le plancher circulaire en caillebotis sur lequel circule le personnel chargé de remplir les graisseurs.

de près de 50 p. 100 du poids de tôle employé; une meilleure conservation du métal.

Ce gazomètre est un grand cylindre vertical, lisse à l'intérieur, où le diamètre est de 44,8 m, avec une hauteur totale de 81,60 m; il renferme un piston, dont la course de 63,46 m engendre le volume de 100.000 m³. Les tôles du cylindre sont épaisses de 5 mm.

Le piston (fig. 2) est une poutre circulaire à treillis, dont la hauteur, nécessaire pour un bon guidage, est de 6,26 m; il est guidé par deux couronnes de rouleaux, qui portent contre la surface du cylindre. La couronne inférieure n'a pu être placée exactement au bas du piston, car, pour être accessible, elle doit être au-dessus de la garniture étanche. Cette garniture est évidemment la partie essentielle du système.

Le joint (fig. 3) est constitué par des bandes de tissu caoutchouté abondamment enduites de graisse que des contrepoids à levier appliquent contre la paroi cylindrique de la cuve. Cette disposition est visible sur la figure 2 à gauche. On y voit

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

aussi que le piston est chargé de dalles de béton jointives formant plancher; leur nombre est déterminé par la pression qu'on veut donner au gaz pour sa distribution.

Le graissage de la garniture est effectué au moyen de graisseurs Stoffler, au nombre de 112, répartis régulièrement le long du joint. Il suffit de remplir les godets des graisseurs tous les 4 ou 5 jours. Cette opération s'effectue à la main et c'est la seule qui exige la présence du personnel, pendant une fraction d'heure chaque fois, au-dessus du piston, quand la marche est normale.

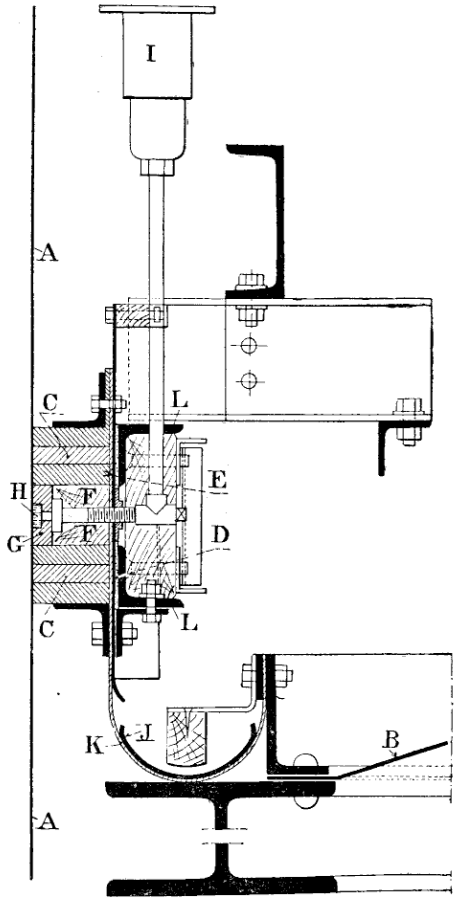


Fig. 3. — Joint déformable. Coupe verticale, par l'axe de la cuve.

A, tôle de la cuve; — B, tôle du piston de 5 mm; — C, bandes de tissu caoutchouté; — D, feutre; — E, tôle de 2 mm; — F, pièces de bois; — G, bande de caoutchouc répartissant la graisse; — H, graisse; — I, graisseur; — J, tôle de 1,5 mm; — K, toile annulaire en triple épaisseur de toile caoutchoutée et de métal; — L, fer en U de 240 mm.

Une difficulté vient de la dilatation du cylindre par la chaleur, dilatation inégale sous l'action du soleil, qui ne frappe qu'une fraction de la surface. Afin d'atténuer ces effets, l'extérieur du cylindre est recouvert d'une peinture claire.

La pression la plus forte du gaz est de 286 mm d'eau; sur les 1.576 m² du piston, elle donne une force ascendante de 450 t. Le piston, par sa construction, pèse 245 t; les dalles de béton précitées lui donnent une surcharge d'environ 200 t, surcharge qu'il est facile de modifier.

La sécurité exige impérieusement qu'aucune quantité appréciable de gaz ne puisse s'accumuler au-dessus du piston. A cet effet, plusieurs dispositifs assurent une énergique ventilation de cette partie du gazomètre, utile notamment lors des inspections et du remplissage des graisseurs.

Au sommet du lanterneau (fig. 4) qui couronne la construction, est disposé un aspirateur genre Chanard, de 0,7 m de diamètre; avec un vent de 2,50 m/sec, il déplace plus de 1.500 m³ à l'heure.

Des ouvertures, munies de persiennes, sont disposées autour de ce lanterneau.

Un ventilateur électrique envoie 360 m³ d'air par minute jusqu'auprès du piston par un tuyau en tôle de 600 mm de diamètre (fig. 4) et deux manches en toile (fig. 6) de 600 mm de diamètre, descendant à la profondeur nécessaire. Ce dispositif ne fonctionne que quand des personnes sont sur le piston. Elles y accèdent du lanterneau par un ascenseur dont la cage descend à la profondeur nécessaire (fig. 6).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Des évents, surmontés de cheminées en tôle (fig. 4 et 5) de 300 mm de diamètre, s'ouvrent à l'extérieur sur le pourtour du cylindre. Au nombre de 23, ces évents évacueraient le gaz en cas de surpression, si, par suite d'une fausse manœuvre, le piston montait jusqu'à ses butées supérieures.

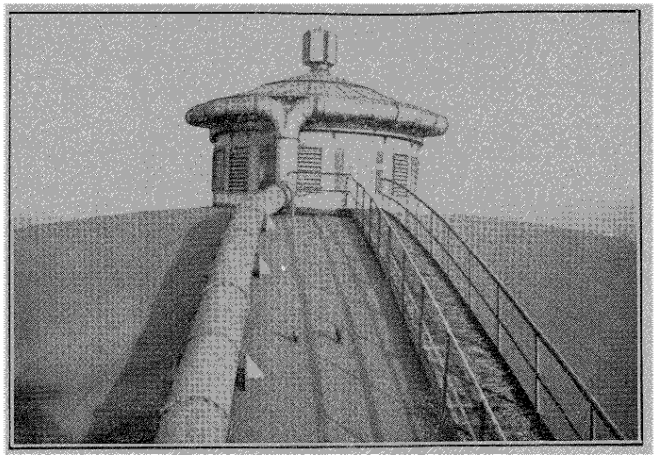


Fig. 4. — Lanterneau du gazomètre Klönne, avec conduite bifurquée amenant l'air aux manches intérieures de ventilation, et aspirateur genre Chanard.

En outre, de minutieuses précautions sont prises contre l'inflammation de gaz dans la chambre supérieure : les moteurs électriques nécessaires sont extérieurs et

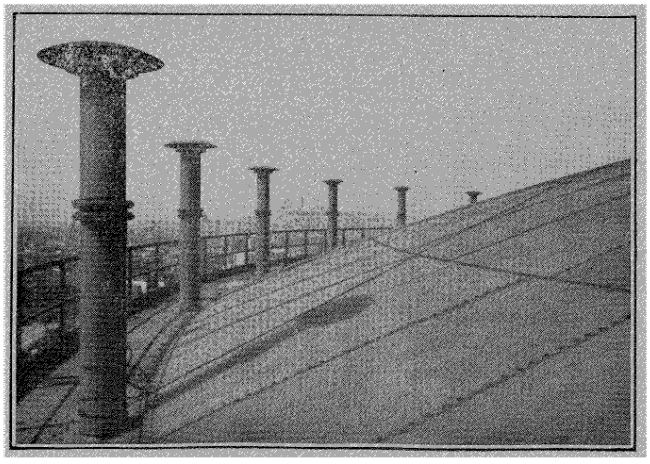


Fig. 5. — Cheminées des évents, au nombre de 23.

loin des sorties d'air; on ne pénètre dans la chambre supérieure que démuni d'allumettes, de briquet et de tout objet métallique pouvant donner des étincelles.

Enfin l'appareil est très soigneusement surveillé.

Des ascenseurs sont disposés pour faciliter cette surveillance. A l'extérieur un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pylône porte un ascenseur et un escalier, qui conduisent à la partie supérieure du gazomètre. A l'intérieur un ascenseur, à course variable, descend comme on l'a vu jusqu'au piston; il est guidé par des câbles, fixés au piston, et tendus par des poids.

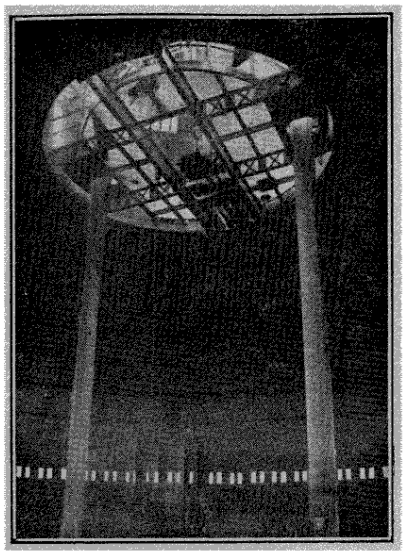


Fig. 6. — Compartiment supérieur du gazomètre Klönne, avec ascenseurs à course variable et leurs câbles de guidage, attachés au piston, ainsi que les deux manches mobiles en toile, de 600 mm de diamètre, insufflant l'air amené par la conduite de la figure 4.

Ce gazomètre, construit par la maison Derobert, à Lyon, a été mis en service, après essais, 20 mois à peine après la commande.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LA RÉSURRECTION ET LA CONSERVATION DES ARTS INDIGÈNES AU MAROC. L'ŒUVRE DE M. PROSPER RICARD

par M. HENRY-RENÉ D'ALLEMAGNE, *membre du Conseil de la Société d'Encouragement, archiviste-paléographe.*

Sept ouvrages ont été adressés gracieusement par M. Prosper RICARD, à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. Ce sont :

Corpus des Tapis marocains, présenté par M. Prosper RICARD, membre correspondant du Ministère de l'Instruction publique, chef du Service des Arts indigènes : Tome I, **Tapis de Rabat**, XII + 31 p., LXIV pl., 1923; — Tome II, **Tapis du Moyen Atlas**, 74 p., 64 fig., LXIV pl., 1926; — Tome III, **Tapis du Haut Atlas et du Haouz de Marrakech**, 26 p., 73 fig., LXIV pl., 1927. 3 vol. rel. 29 × 30 cm, Paul Geuthner, édit., 13, rue Jacob, Paris (6e).

Le miracle marocain, tome II : **La région de Rabat**. Un vol. 37 × 27 cm, 188 p., fig., XIV pl. Édition de *La Vérité marocaine*, Rabat-Casablanca, 1932.

Essai d'action sur la musique et le théâtre populaires marocains, par le Service des Arts indigènes en 1928, par Prosper RICARD. Une br. (24 × 15 cm) de 15 p., Imprimerie nouvelle, éditeur, rue de la Mamounia, Rabat, 1928.

Corpus de Musique marocaine, publié sous la direction de Prosper RICARD. Fascicule II : **Musique et danses berbères du Pays Chleuh. Études et notations musicales et chorégraphiques** par Alexis CHOTTIN. Une br. (29 × 20 cm), de 72 p., « Au Ménestrel », Heugel, édit., 2 *bis*, rue Vivienne, Paris (2e).

« **Les visages** » **de la musique marocaine**, par Alexis CHOTTIN. Une br. (24 × 15 cm), de 16 p., Imprimerie nouvelle, édit., Rabat, 1928.

Les arts marocains et leur rénovation, par Prosper RICARD. Ex *Revue d'Afrique*, nos 6 et 7, 1930. Une br. (22 × 15 cm), de 27 p. Imprimerie Cadoret, édit., 3, place Saint Christoly, Bordeaux, 1930.

PROTECTORAT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE AU MAROC. — DIRECTION GÉNÉRALE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE, DES BEAUX-ARTS ET DES ANTIQUITÉS. — SERVICE DES ARTS INDIGÈNES. **Historique, 1912-1930**. Publié à l'occasion de l'Exposition coloniale internationale de Paris. Une br. 23 × 15 cm, de 31 p.

Index commun à tous ces ouvrages : 745 + 78 (64)

Ce n'est pas une tâche aisée de faire un compte rendu même sommaire des nombreuses et précieuses publications de M. Prosper RICARD qui, dans une vie extraordinairement remplie, « a accompli dans le Maroc ce que l'on peut appeler du bon travail ».

Si nous prenons par ordre de date la liste des publications de l'actif Directeur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

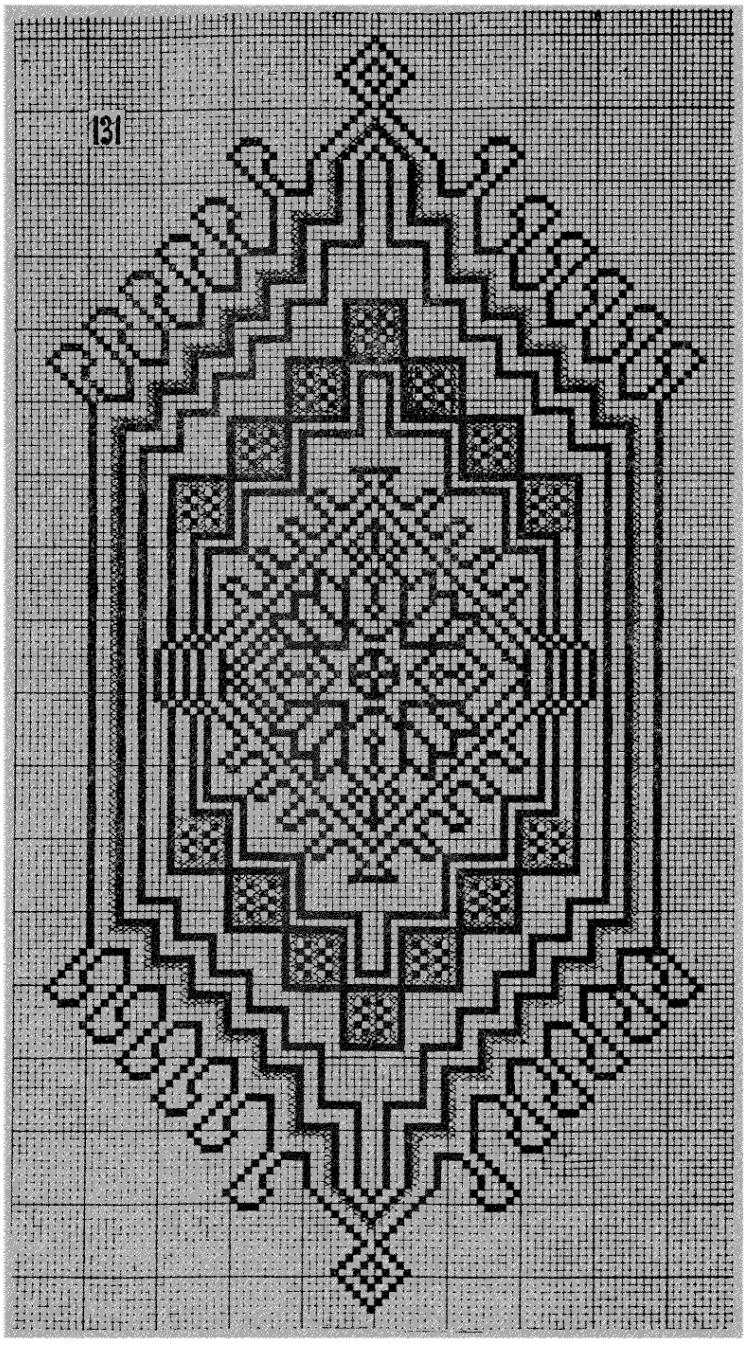


PLANCHE I. — TAPIS DE RABAT : Qobba khadra avec chebbâkiya au centre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

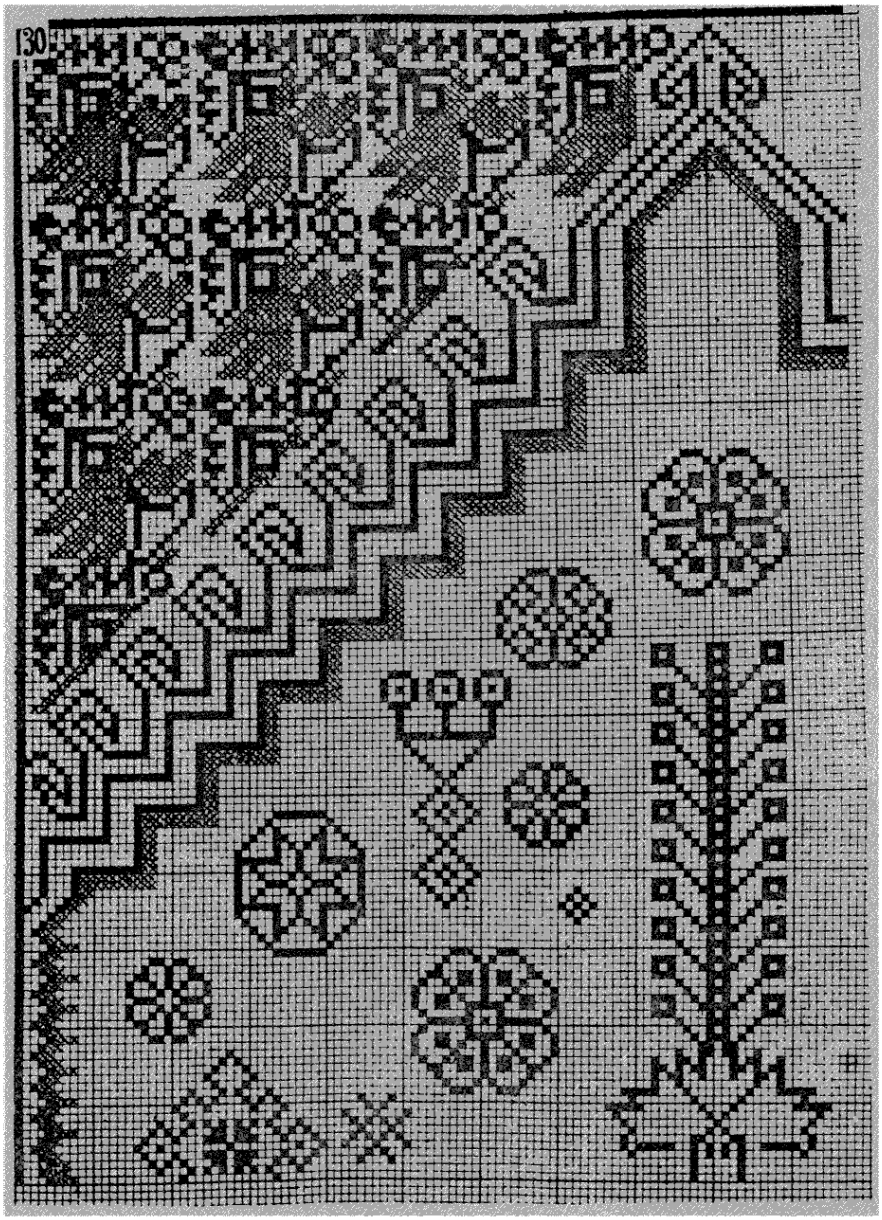


PLANCHE II. — TAPIS DE RABAT : Qobba mehtsouka. Jerîda sur l'axe longitudinal du champ.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du Service des Arts indigènes, nous voyons qu'en 1913, il publie, en collaboration avec M. A. Bel, une brochure sur *Le travail de la laine à Tlemcen.* Cinq ans plus tard, ce sont *Les arts ruraux et les arts industriels indigènes du Nord de l'Afrique* qui nous valent une note fort bien documentée.

M. Ricard ne s'intéresse pas seulement aux questions purement industrielles : le côté historique est loin de lui échapper; c'est ainsi qu'en 1919, le Service topographique de Casablanca publie une étude sur *La dynastie marocaine en dix tableaux et un graphique.*

M. Ricard, malgré toutes les préoccupations inhérentes à la direction de son service, n'oublie pas que c'est un devoir pour lui d'aider le touriste à bien comprendre le Maroc; aussi donne-t-il, entre les années 1919 et 1930, quatre éditions des *Guides Bleus*, cet utile manuel du voyageur de la Maison Hachette, qui a heureusement supplanté en France le classique *Baedecker* de notre jeunesse.

La question des *Broderies marocaines*, si typiques, n'a pas manqué d'attirer l'attention de M. Ricard qui, en 1919, a publié, à Alger, chez l'éditeur Jourdan, un beau volume sur ce sujet.

Toutefois, la principale préoccupation de M. Ricard a été de faire revivre au Maroc l'antique industrie des tapis qui, avant son arrivée, était sur le point de disparaître.

En 1923, M. Ricard publie le premier volume du *Corpus des Tapis marocains* et il consacre cet ouvrage aux tapis de Rabat.

Pour faciliter et encourager cette industrie, sous l'éminente direction du maréchal Lyautey, M. Ricard obtient la promulgation d'un dahir instituant une estampille d'état pour garantir l'authenticité d'origine, la bonne qualité et le caractère indigène des tapis marocains.

Ce premier dahir, du 22 mai 1919, est confirmé par un autre dahir, du 17 décembre 1921, modifiant le premier décret.

Enfin, une loi du 14 novembre 1921 accorde la franchise d'entrée en France, sous certaines conditions, aux tapis estampillés par l'État chérifien, originaires et importés directement de la zone française de l'Empire chérifien et étendant le régime institué par la loi du 19 juillet 1920 aux tapis d'origine et de provenance tunisienne.

Dans le tome I du *Corpus*, M. Ricard explique quelle est la texture des tapis, leur coloris et les éléments du décor. En voici une rapide aperçu : Arâs (berceau ou tonnelle); — Atircha (fleurette de géranium) qui est un motif de remplissage; — Aroucha (berceau de vigne); puis nous voyons figurer des animaux : une petite mule sous le nom de Beghîla, un moineau (bertal), un insecte au corselet long et mince (Bribellou); puis des ustensiles de ménage, une théière sous le nom de Berrâd; une aiguière au long col appelée Briq, enfin une maison, Dâr Groûna.

Nous ne pouvons donner ici qu'une idée sommaire du nom et de la désignation des motifs employés dans les tapis qui, d'après M. Ricard, ne comprennent pas moins d'une centaine d'éléments différents.

Les 32 premières planches du 1er tome du *Corpus des Tapis marocains* indiquent la disposition des points sur un quadrillé donnant exactement l'aspect d'un canevas destiné à recevoir de la tapisserie au point. Les 32 planches suivantes présentent des reproductions de tapis anciens ou modernes le plus couramment employés dans les tapis du Maroc.

Nous reproduisons ici, planches I et II, le graphique des tapis de Rabat indiquant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quelle doit être la disposition des points et le nom des dessins employés pour la déco-

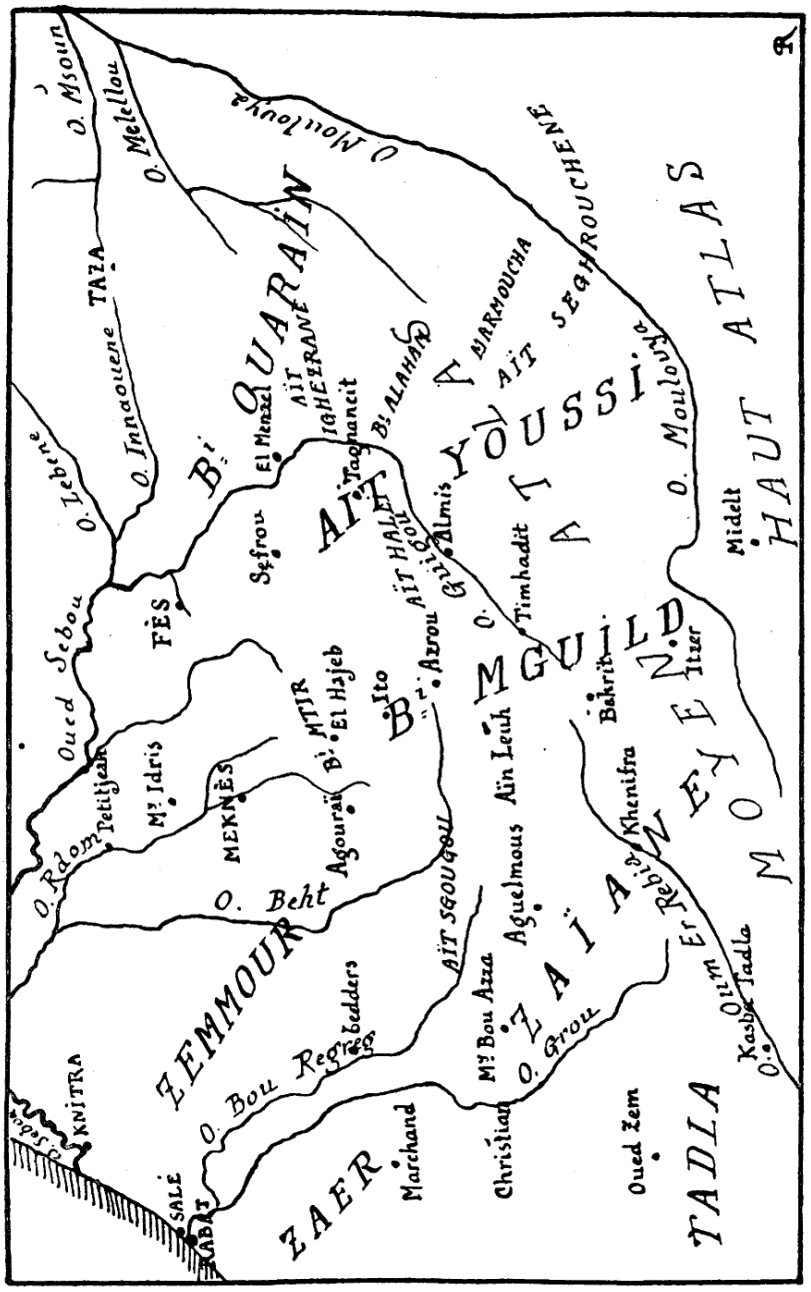


Fig. 1. — Carte pour servir à l'étude des tapis berbères du Moyen Atlas.

ration de ces tapis. Ces noms étant d'une lecture quelque peu difficile, nous renvoyons le lecteur aux légendes qui accompagnent les planches.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le second tome du *Corpus des Tapis marocains* est consacré aux productions du Moyen Atlas, c'est-à-dire aux tapis berbères, dont les motifs et les agencements sont exclusivement autochtones. Ce volume commence par donner une carte géographique indiquant les lieux de production des tapis berbères. Ce Moyen Atlas est un massif de montagnes fortement plissé dont les sommets atteignent et dépassent souvent une altitude de 2.000 m.

Pour donner une idée de la photographie des endroits où se fabriquent les tapis, nous reproduisons sur la figure 1 la carte que M. Ricard a placée en tête du second volume du *Corpus des Tapis marocains*.

Pour faire un travail utile et consciencieux, M. Ricard avait adressé aux officiers de renseignements un questionnaire composé de 14 interrogations relatives au nom de la tribu, à son caractère de nomadisme ou de sédentarité, à la texture des tapis, aux détails du dessin, aux produits tinctoriaux. Les enquêteurs devaient s'informer également si le tissage des tapis était exercé uniquement par des femmes ou si l'homme y collaborait; si le tisseur ou la tisseuse de tapis travaillait pour son compte ou pour le compte d'autrui. Il importait également de connaître la saison la plus propice à la fabrication des tapis et quelle était l'intensité de la production.

Cette enquête a donné lieu à 9 rapports d'une importance extrêmement variable. Certains de ces rapports, en effet, ne comptent que quelques lignes tandis que d'autres, tel celui de l'officier interprète Maurice Lesur, comprennent une vingtaine de pages. Beaucoup de ces rapports sont accompagnés de dessins très soignés, indiquant point par point la disposition des motifs décoratifs.

M. Ricard fait observer que les tapis berbères sont loin d'être aussi fins que les tapis de Rabat et que leur composition est formée d'éléments ornementaux qui se répètent en nappes non encadrées. Au point de vue du coloris, le tisserand emploie des laines teintes uniquement à l'aide de matières colorantes trouvées sur place.

Le second volume du *Corpus des Tapis marocains* (à l'imitation du premier) se compose de 64 planches qui sont, pour moitié, la reproduction photographique des tapis, tandis que l'autre moitié est constituée par des dessins indiquant l'emplacement de chaque point et la disposition des motifs ornementaux.

Nous empruntons au tome II du *Corpus des Tapis marocains* la planche III relative aux tapis « Zaïane ». Dans ce graphique, les carrés blancs représentent du blanc, les carrés noirs représentent du bleu, les cercles noirs du rouge foncé, les cercles clairs de l'orangé et les croix du vert.

Le troisième tome du *Corpus des Tapis marocains* est consacré aux tapis du Haut Atlas et du Haouz de Marrakech. On manquait un peu de renseignements sur les tapis du Haut Atlas car, au moment de la publication de ce troisième volume (1927), les tribus vivaient dans des territoires encore fermés aux Européens. M. Ricard donne des précisions sur la chaîne servant à constituer ces tapis : elle est plus fine et mieux tordue que dans les autres tapis marocains. En outre, la chaîne est teinte en plusieurs couleurs par zones parallèles et successives de 10 à 30 cm. Le chef inférieur est réalisé par un cordelage de deux gros fils de couleurs différentes. Quant au chef supérieur, terminal, il est constitué par une bande de tissu de 5 à 10 cm garnie de franges.

Nous extrayons du troisième volume du *Corpus des Tapis marocains* ce beau spécimen de tapis des Glaoua (planche IV). Ce tapis est relativement fin puisque

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

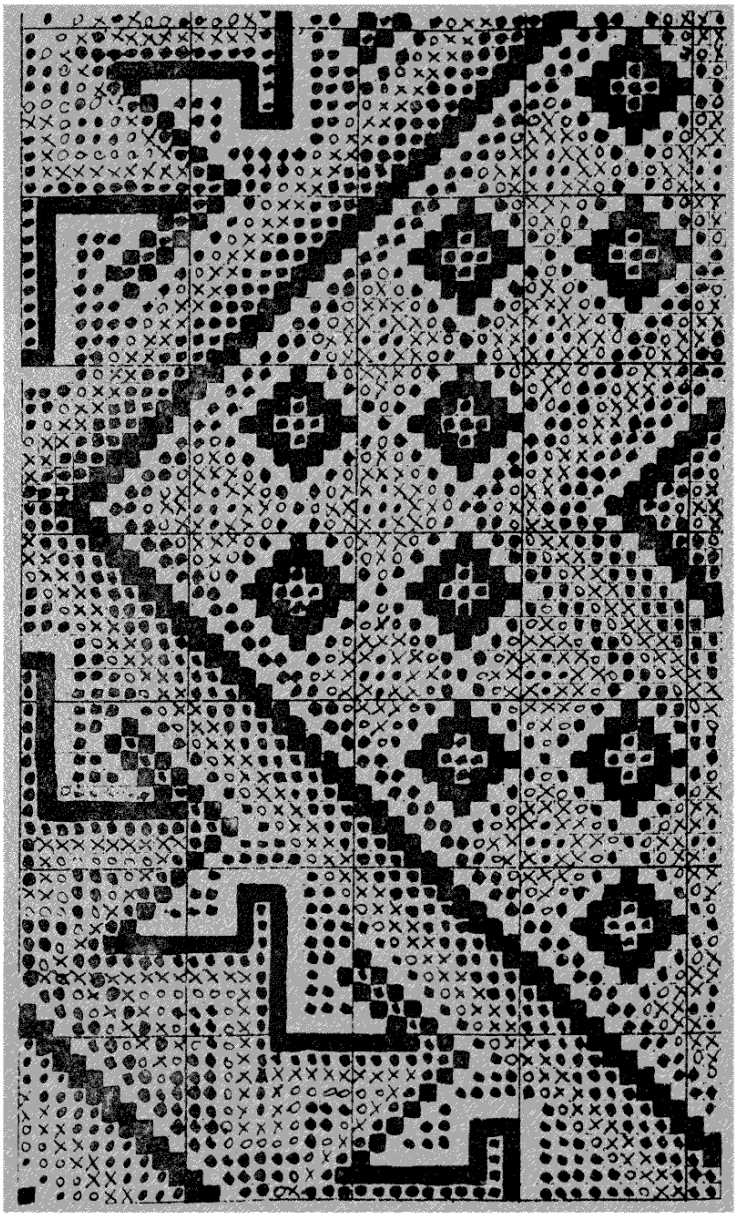


PLANCHE III. — TAPIS DU MOYEN ATLAS : Tapis Zaïane.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

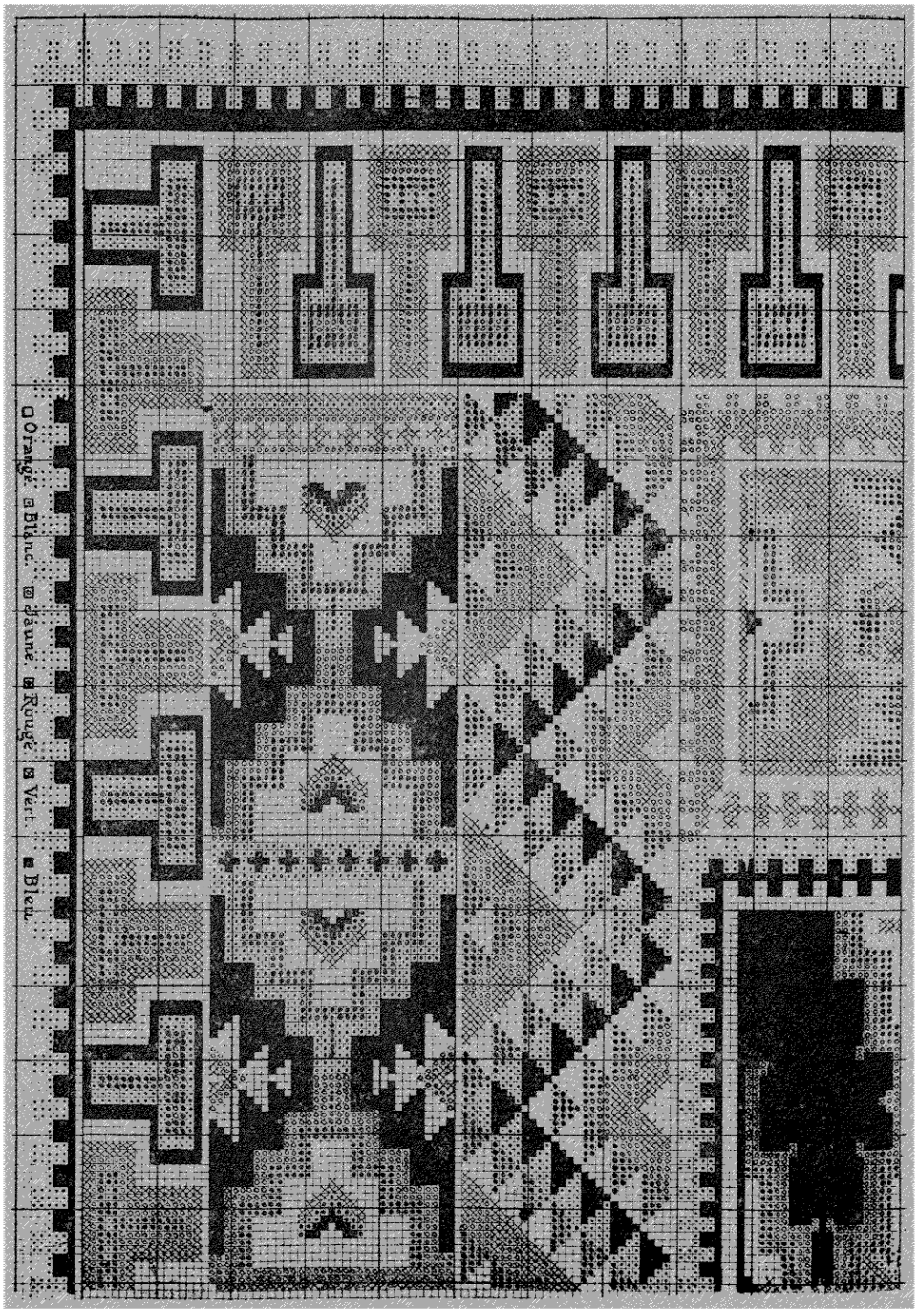


PLANCHE IV. — TAPIS DU HAUT ATLAS : Tapis des Glaoua.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'on peut compter au décimètre linéaire 24 points en largeur et 14 en hauteur. Il paraît qu'à l'exécution le tapis devra s'allonger de presque du double.

Au point de vue du coloris, les spécimens teints par les anciens procédés ont un

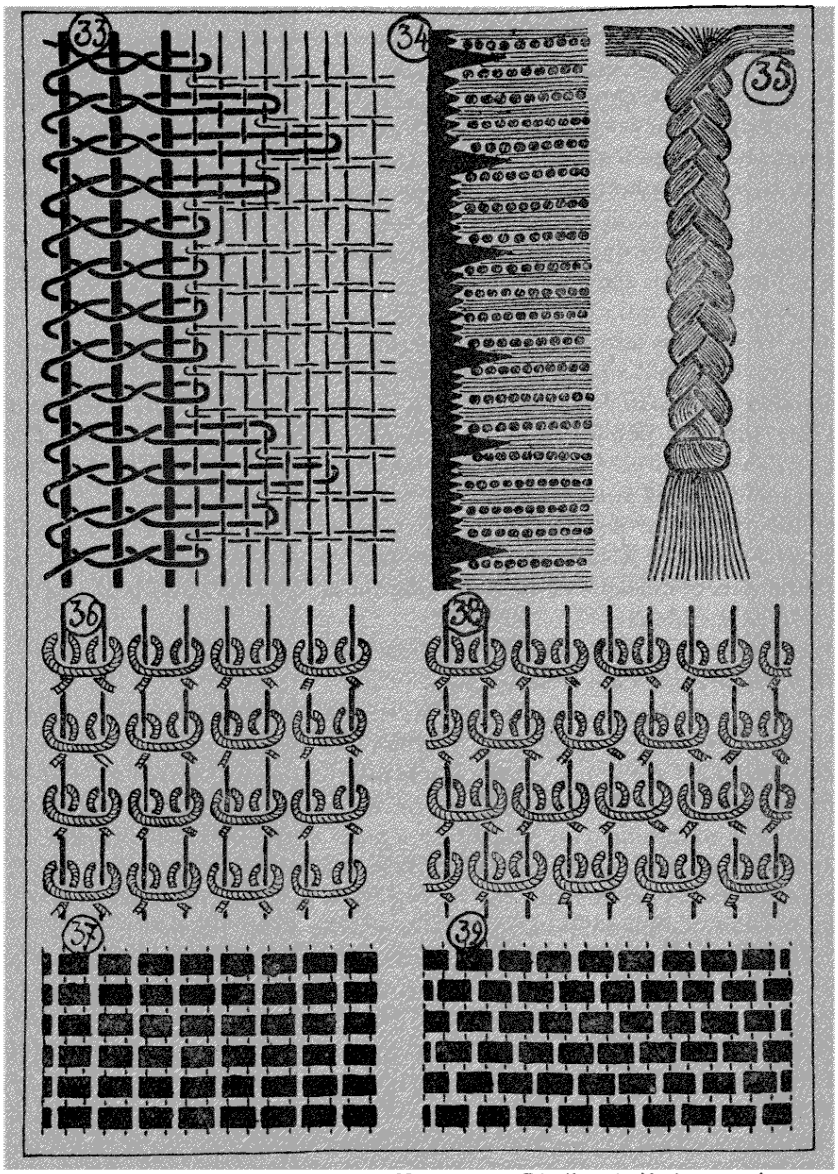


PLANCHE V. — TAPIS DU HAOUZ DE MARRAKECH : Détails relatifs à ces tapis.

fond noir qu'égayent des motifs vivement colorés en blanc et en rouge, couleurs auxquelles peuvent s'ajouter des bleus, des verts et un orangé très doux.

Les tapis du Haouz de Marrakech sont plus spécialement confectionnés par la tribu des Ouled Besseba, stationnant au Sud de la route de Marrakech à Mogador.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans ces tapis on remarque une grande variété, mais M. Ricard ne juge pas qu'ils doivent être donnés en exemple pour la fabrication actuelle, car ils sont trop loin du goût européen. Il est fort probable qu'il faut voir dans la composition de ces tapis une influence soudanaise en raison de l'apport si fréquent d'un sang noir dans la population du Maroc méridional.

Pour clore la série de nos reproductions, nous donnons dans la planche V les détails techniques relativement aux tapis du Haouz de Marrakech. Cette planche montre la disposition des points et la manière de faire les nœuds.

Suivant le plan qu'il s'était imposé dans le volume précédent, M. Ricard a constitué son troisième volume à l'aide de 64 planches, moitié en phototypies, moitié en dessins.

Un quatrième tome du *Corpus des Tapis marocains* est sous presse; nous espérons que M. Ricard nous donnera bientôt le complément de cet important travail, si utile pour tous ceux qui s'intéressent à la fabrication des tapis au Maroc.

Nous ne saurions terminer la bibliographie des œuvres de M. Ricard sans mentionner l'ouvrage qu'il a publié en 1924 chez Hachette et qui a pour titre *Pour comprendre l'art musulman de l'Afrique du Nord et en Espagne* (Paris, Hachette 1924). La même année, il publia un volume intitulé *Les merveilles de l'autre France : Algérie, Tunisie, Maroc*. Puis, ce fut une étude très complète, *La dentelle algérienne et marocaine* (Paris, Larose, 1928).

M. Ricard ne s'est pas cantonné dans l'étude des tissus; il a aussi publié, en collaboration avec M. Alexis Chottin, un *Corpus de la musique marocaine*, comprenant d'une part la musique de tradition andalouse et d'autre part la musique et les danses du pays Chleuh.

Signalons encore une plaquette intitulée *Essai d'action sur la musique et le théâtre populaire marocain* (Rabat, 1928).

Parmi les dernières publications de M. Ricard, nous devons signaler son *Historique du Service des Arts indigènes 1912-1930. Les arts marocains et leur rénovation* (extrait de la *Revue d'Afrique*, 1930) enfin le livre d'or du commerce de l'industrie et des arts dans la région de Rabat, intitulé *Le miracle marocain*; c'est une très importante publication in-folio dans laquelle on a passé en revue toutes les manifestations économiques et artistiques qui se sont signalées dans ces dernières années au Maroc.

Nous ne devons pas manquer de donner ici la liste des principales études techniques et archéologiques dues à l'inlassable activité de M. Ricard :

La menuiserie mauresque, d'après les monuments arabes du Musée de Tlemcen (Alger, Jourdan, 1915); — *L'art de la reliure et de la dorure*, texte arabe de l'année 1610, publ é avec un index français-arabe (Fès, Imprimerie municipale, 1919, réédité par P. Geuthner); — *Poteries berbères à décor de personnages* (*Hespéris*, 1921); — *La renaissance de la reliure d'art à Fès* (*Actes du Congrès des Bibliothécaires et des Bibliophiles*, Paris, 1923); — *Nattes berbères de l'Afrique du Nord* (*Hespéris*, 1926); — *Procédés marocains de teinture des laines*, en collaboration avec M. Kouadri (*Hespéris*, 1925); — *Le batik berbère* (*Hespéris*, 1925); — Note au sujet de *La fabrication des tapis dans le proche Orient* (*Hespéris*, 1926); — *Arts tripolitains* (Rome, Imprimerie du Sénat, 1926); — *La céramique marocaine*, Introduction au catalogue de l'exposition de céramique marocaine à la Manufacture de Sèvres, 1927-1928; — *Technique et rites du travail de la laine en Algérie* (*Mémorial Henri Basset*, publication de l'Institut des Hautes Études marocaines, Paris, Geuthner, 1928); — *Essai d'ac-*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion sur la musique et le théâtre populaires marocains, par le Service des Arts indigènes, Rabat, 1928); — *Il rinnovamento artistico del Marocco* (*Dedale*, mai 1929, Bettesti et Tumminelli, Milan et Rome) ; — *Les corporations d'artisans au Maroc.* (*Bulletin de Travail du Protectorat de la France au Maroc*, 1930); — *Les arts marocains et leur rénovation* (*Revue d'Afrique*, Paris, 1930); — *Note sur la découverte à Salé de spécimens de céramique marocaine du moyen âge*, en collaboration avec M. DELPY (*Hespéris*, 1931); — *Note au sujet d'un cartable du Sultan du Maroc Sidi Mohamed Ben Abdallah, 1757-1790*, présentée au 69e Congrès des Sociétés savantes de Paris et des Départements, Besançon, 1932); — *Le Conservatoire de Musique marocaine de Rabat* (*Outremer*, 1er trimestre, 1932, Paris, Larose); — *Les arts indigènes du Maroc et l'Amérique* (*Bulletin de l'Afrique française*, juillet 1933); — *Note au sujet des vieilles portes de maisons marocaines*, en collaboration avec M. A. DELPY (*Hespéris*, 1932); — *Sur un type de reliure des temps Almohades* (*Ars Islamica*, publication de l'Université de Michigan, 1934).

Tout récemment, puisque la publication date du mois de juin 1934, avec le concours de ses dévoués collaborateurs, MM. BALDOUI et Marcel VICAIRE, M. Ricard vient de faire paraître une magnifique publication sur les arts indigènes. L'auteur passe en revue toutes les spécialités du Maroc. A tout seigneur tout l'honneur, les tapis occupent dans cet ouvrage une place importante. L'auteur donne une amusante carte du Maroc où chaque centre de fabrication des tapis est représenté par un minuscule tapis représentant un dessin caractéristique de la dite fabrique. Un peu plus loin M. Ricard montre la fabrication des poteries, des broderies, des bijoux; il donne aussi un spécimen de reliures. L'archéologie n'est pas non plus oubliée et nous trouvons là quelques reproductions de ces beaux panneaux en plâtre sculpté.

Nous ne pouvons donner ici un aperçu de cet important travail qui, pour être analysé complètement, exigerait plusieurs pages.

Nous ne saurions terminer ce compte rendu sans donner un aperçu de la biographie de l'infatigable travailleur qu'est M. Ricard. Nous devons ces renseignements à notre excellent ami M. Marcel Vicaire, qui dirige le Musée de Fès avec autant d'autorité que de bonheur.

Dès son entrée en fonctions en Algérie, M. P. Ricard est mis, par le plus grand des hasards et à l'encontre des désirs qu'il avait exprimés, à la tête d'un cours d'apprentissage de garçons indigènes. Il l'accepte pourtant et sa vocation se précise aussitôt : il étudiera les arts et les métiers musulmans, qui se révèlent seulement à lui, pour pouvoir les enseigner.

Tout d'abord, de 1900 à 1909, il réussit à orienter les cours d'apprentissage de garçons indigènes de Tlemcen, puis d'Oran (créés uniquement pour l'enseignement de métiers européens) vers les métiers d'art indigènes, plus conformes aux préférences et aux goûts des autochtones. Le succès de cette orientation est tel que, sur la proposition de M. le recteur Jeanmaire, et l'avis favorable de M. le professeur Stéphane Gsell, M. Jonnart, alors gouverneur général de l'Algérie, crée, pour la lui confier, une Inspection de l'Enseignement artistique et industriel dans toutes les écoles indigènes d'Algérie.

Prospectant le pays, de la Méditerranée au Sahara, des confins de la Tunisie à ceux du Maroc, M. P. Ricard fait l'inventaire de ses ressources artistiques et travaille à leur rénovation et à leur développement par : l'institution à Alger d'un cabinet

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de dessin, la formation d'un personnel approprié, la réorganisation et la création de cours d'apprentissage de garçons et d'ouvroirs pour les filles indigènes, la préparation d'expositions annuelles, l'élaboration de documents et d'études, la publication d'articles de propagande. Les choses vont ainsi jusqu'en 1914.

Entre temps, le général Lyautey appelle M. P. Ricard en mission au Maroc (1913) où il le fait revenir en 1915, sur un ordre du Ministre de la Guerre, pour l'envoyer à Fès et le charger de la rénovation des métiers d'art de la vieille capitale. Il y reste jusqu'en 1920; grâce à ses efforts, certaines industries connaissent une activité depuis longtemps oubliée; leur commerce dépasse bientôt toutes les prévisions : Fès est dotée d'un beau Musée.

En 1920, à la tête du Service des Arts indigènes, à Rabat, M. Ricard s'efforce de généraliser dans tout le Maroc l'œuvre qu'il a entreprise à Fès. Avec le concours de collaborateurs de son choix, qu'il recrute en France (MM. Jean Baldoui, Marcel Vicaire, Jacques Revault, Azouaou Mammeri, Alexandre Delpy), il crée ou développe les Musées d'Art musulman de Fès, de Rabat, de Meknès et de Marrakech, étend son influence sur les métiers d'art des villes et jusqu'au fond des tribus, sans altérer en rien le caractère indigène. Un important courant de production et d'échanges se produit, non seulement à l'intérieur, mais encore à l'extérieur, avec toute l'Afrique du Nord, la France, les Pays-Bas, la Scandinavie, l'Angleterre et l'Amérique. Des fortunes se constituent; si la crise actuelle n'a pas été sans se faire sentir dans les milieux d'artisans, elle n'a pourtant pas atteint l'industrie des tapis, dont la production est passée de 60.000 m² en 1930-1931-1932 (20.000 m² en 1920) à 67.000 m².

L'œuvre de rénovation artistique au Maroc a été si manifeste qu'elle a suggéré à l'Algérie une réorganisation de son artisanat; en outre M. P. Ricard, a été appelé en Tripolitaine (1925) et en Tunisie (1931) pour donner des conseils aux Gouvernements de ces deux pays en vue de la rénovation qu'ils se proposaient d'y entreprendre. A cet effet, la Tunisie a même demandé au Maroc le concours d'un des collaborateurs de M. P. Ricard.

M. P. Ricard, avons-nous vu plus haut, n'a pas négligé non plus les arts musicaux et le théâtre populaire. Après quelques expériences préliminaires, il a créé un petit Conservatoire de Musique marocaine à Rabat, où est donné un enseignement confié à un spécialiste averti, M. Alexis Chottin. Des sociétés privées se sont également formées à Fès, Marrakech et Meknès; elles étudient sous le contrôle des inspecteurs régionaux.

Toute l'œuvre actuelle repose sur le retour aux traditions. Cependant elle est attentive aux expressions nouvelles qui pourraient se manifester. C'est ainsi qu'elle a découvert de jeunes artistes qui, oublieux des restrictions anciennes, s'inspirent dans leurs œuvres de la nature vivante. C'est un fait qui témoigne des tendances assez remarquables pour qu'il soit observé avec le plus grand soin. M. P. Ricard et ses collaborateurs n'y manquent pas.

La crise présente soulève de nouveaux problèmes de protection; actuellement, M. Ricard travaille surtout à leur solution.

Nous ne saurions terminer cet exposé sans rappeler ici que M. Prosper Ricard a obtenu en 1927 une médaille d'or de notre société pour son œuvre de résurrection des arts indigènes au Maroc. Cette haute distinction a été la juste récompense décernée à celui qui fut un précieux collaborateur du maréchal Lyautey auquel le Maroc est redevable de sa grandeur et de sa prospérité actuelles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ÉDOUARD GRUNER
(1849-1933)

par M. G. CHESNEAU, *membre du Conseil de la Société d'Encouragement, Inspecteur général des Mines, directeur honoraire de l'École des Mines de Paris.*

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale a été douloureusement éprouvée pa la disparition d'un de ses membres les plus éminents : M. Édouard-Emmanuel Gruner qui faisait partie du Conseil de notre Société depuis 1892.

Notre regretté collègue était un homme de bien dans toute l'acception du terme. Par la dignité de sa vie, par sa claire et solide intelligence, par la belle ordonnance de ses idées, il s'imposait à l'estime de tous ceux qui ont eu l'honneur de le connaître, et tous ne demandaient qu'à suivre ses exemples et ses conseils. On sentait vivre en lui une âme très belle, dégagée de toute préoccupation mesquine, qui répandait autour d'elle une atmosphère de confiance et de paix, et l'on était attiré vers lui par cet air de jeunesse que l'âge n'avait affaibli ni dans son esprit, ni dans son corps.

Édouard Gruner, seul fils de Louis Gruner, le grand métallurgiste, est né le 16 juin 1849, à Poitiers, où son père était alors Ingénieur en Chef des Mines. Ses ancêtres se rattachaient à une famille Gruner, de Berne, où elle possédait depuis plusieurs siècles le droit de bourgeoisie. De nombreux membres de cette famille ont fait partie des conseils de Gouvernement de la ville; l'un d'eux, Gottlieb Sigismond Gruner, est l'auteur d'un ouvrage célèbre sur les glaciers de la Suisse. C'est le père d'Édouard Gruner qui a acquis la nationalité française, lors de son entrée dans le Corps des Mines, à sa sortie de l'École polytechnique en 1830.

Suivant les traces de son père, Éd. Gruner est entrée en 1869 à l'École polytechnique où il a eu comme camarades Henry Le Chatelier, Édouard Sauvage et Joffre. Il avait jusque-là suivi sa famille dans les diverses résidences de son père, d'abord à l'École des Mines de Saint-Étienne, dont celui-ci a été directeur de 1852 à 1858, puis à celle de Paris, dont Louis Gruner a été sous-directeur de 1862 à 1870. Par l'ambiance du milieu où s'est passée sa jeunesse, Éd. Gruner devait être particulièrement préparé à la carrière d'Ingénieur des Mines, et il n'a pas failli à son destin.

En 1871, après avoir vaillamment contribué à la défense de Paris comme sous-lieutenant d'artillerie, il entrait premier à l'École des Mines de Paris d'où il sortait également le premier en 1873, titulaire de la médaille d'or attribuée au meilleur journal de voyage.

Les magnifiques travaux de son père dans le domaine de la métallurgie avaient naturellement orienté Éd. Gruner vers cette industrie, et c'est dans ce but qu'il commença par faire en 1873-1874 un stage dans les usines sidérurgiques de Styrie et de Carinthie, célèbres alors par les beaux gisements de minerais de fer qu'elles utilisaient sur place. C'est de là qu'Éd. Gruner rapporta les éléments d'un important *Mémoire sur la métallurgie du fer en Styrie et Carinthie*, qui eut les honneurs — fort rares pour des travaux de débutant — d'une publication *in extenso* dans les *Annales des Mines*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce mémoire présente un intérêt tout spécial en ce qu'on y voit se manifester clairement chez son jeune auteur les tendances qui façonneront si heureusement toute sa vie d'ingénieur. En particulier, les causes d'infériorité sur l'industrie étrangère de la Styrie et de la Carinthie « qui possèdent cependant deux des plus beaux amas de fer connus dans le monde », et les remèdes possibles à cette situation, y sont exposés avec une maîtrise impressionnante chez un débutant. Aussi ne peut-on s'étonner de voir Éd. Gruner, à peine entré en 1874 dans la Société de Châtillon-Commentry, être adjoint au bout d'un an au directeur de l'usine de Sainte-Colombe, et être chargé, en 1876, de diriger l'usine de Maisonneuve. Peu après, en 1877, il était appelé au siège de la Société à Paris, puis nommé en 1878 directeur de l'importante usine de Saint-Montant, près Beaucaire, comportant des hauts fourneaux et des laminoirs à rails, où il resta jusqu'en 1884.

C'est certainement le contact incessant d'Éd. Gruner avec un personnel nombreux d'ouvriers auxquels il s'intéressait ardemment, et dont son âme généreuse lui faisait comprendre les besoins et les désirs légitimes, qui l'a dirigé vers l'étude des lois d'assistance ouvrière, et l'a amené, alors qu'il était devenu ingénieur-conseil de MM. de Dietrich et C^ie^, fabricants de matériel de chemins de fer à Niederbronn en Alsace, à accomplir en 1886 et 1887 des missions en Allemagne et en Autriche, en vue d'y étudier leurs nouvelles législations ouvrières : en Allemagne, les *lois d'assurance ouvrière* posant le principe du risque professionnel et organisant l'assurance des ouvriers contre les accidents, en Autriche, les *lois de patronage et d'assistance ouvrière*.

Les mémoires d'Éd. Gruner sur ces deux missions ont eu certainement une très grande influence sur l'état d'esprit des industriels français, en leur faisant connaître les efforts tentés dans ces deux pays pour améliorer la situation de la classe ouvrière, et en mettant en relief, par une très judicieuse critique, les avantages et les inconvénients des dispositions prévues dans ces lois.

Dans son mémoire sur les lois autrichiennes, Éd. Gruner cite des paroles prononcées à ce sujet par le prince de Lichtenstein, rapporteur de ces lois devant les Chambres, qui me semblent s'appliquer si exactement à ses propres idées sur le rôle de la société dans les assurances des travailleurs que je crois devoir les reproduire ici : « Le travail n'est pas une affaire privée, mais une fonction déléguée par « la société à chacun de ses membres. Le paysan qui laboure son champ, l'ouvrier « qui travaille dans un atelier, est un fonctionnaire de la société, aussi bien que « l'employé du gouvernement dans son bureau, ou l'officier sur un champ de « bataille. Le travail, comme toute fonction, crée donc une série d'obligations réci- « proques entre celui qui le fournit, la société, et celui qui l'exécute, l'ouvrier. « Auprès de cette conception, combien paraît étroite la définition qui a cours « aujourd'hui en économie politique, et qui fait du travail une marchandise sou- « mise à la loi de l'offre et de la demande. »

Mais si, comme le prince de Lichtenstein, Éd. Gruner est favorable à l'assistance ouvrière, il est par contre nettement hostile à l'ingérence de l'État dans son organisation, ingérence qui se manifeste à chaque instant dans les lois allemandes et autrichiennes; et il s'exprime ainsi dans ses conclusions, présentées sous le titre *Voie dans laquelle il faut marcher en France* : « Si l'on veut en France introduire l'assurance « obligatoire, à l'exemple de l'Allemagne et de l'Autriche, il faut donc admettre « que toute personne ayant un salaire sera inco porée bon gré, mal gré, dans deux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« corporations, dont l'une l'assurera contre les chances de maladie, l'autre contre « les chances d'accidents ; qu'elle ne pourra se déplacer sans faire des déclarations « au départ et à l'arrivée.... Tout industriel devra donc communiquer toutes ses « feuilles de paye, signaler dans les quinze jours à la corporation les moindres chan- « gements qu'il aura apportés à son outillage : c'est là une obligation qui semble « bien difficilement acceptable dans une époque de transformations industrielles « constantes et de luttes économiques ardentes. »

Comme on le voit, Éd. Gruner prophétise quarante ans d'avance les récriminations sans nombre auxquelles donnent lieu actuellement chez nous, de la part des industriels, les assurances sociales vieillesse et maladie ; et, renonçant délibérément à toute ingérence de l'État dans les assurances sociales, il conclut ainsi : « L'Autriche « a cru devoir suivre l'Allemagne dans cette voie ; observons avec soin ce double « essai, mais faisons plutôt, chez nous, appel à l'initiative individuelle. En France, « il a été beaucoup fait dans la voie de l'assistance ouvrière ; l'initiative individuelle « a produit, sur bien des points, de beaux résultats ; mais, ce qui manque, c'est la « centralisation, la coordination des efforts.... Si toutes les caisses de secours d'une « même industrie d'une grande région s'associaient entre elles, comme l'ont fait les « cinq grandes compagnies houillères de la Loire, un grand pas serait fait, et les « partisans de l'assurance obligatoire officielle perdraient un des principaux argu- « ments sur lesquels ils s'appuient pour nier l'efficacité de l'action individuelle.... « Dans tous les domaines, on sent en France qu'il faut s'unir pour constituer de « puissants organismes ; si l'initiative privée n'opère librement ce groupement, cette « concentration, les appels à l'État deviendront de plus en plus vifs, et de sa pesante « main, il fera ce que devraient faire librement les industriels. »

Éd. Gruner commence là sa vaillante croisade contre l'ingérence excessive de l'État dans toutes les questions ouvrières et contre l'hésitation des industriels à prendre l'initiative des groupements capables de résoudre ces questions. Ces remarquables études sur les lois d'assurances devaient décider d'une façon définitive de la carrière, on peut dire, *sociale*, d'Éd. Gruner, se développant à côté de sa carrière *industrielle*, qui se poursuivait dans ses fonctions d'ingénieur-conseil de MM. de Dietrich et C^ie^ jusqu'en 1905, et plus tard, comme nous le verrons, dans celles d'administrateur de sociétés minières et métallurgiques. Voici les différentes étapes d'Éd. Gruner dans sa carrière sociale.

Aussitôt après ses missions en Allemagne et Autriche, pour l'étude des questions d'accidents et d'assurances, Éd. Gruner fut envoyé en 1888, en Russie par la Société de Châtillon-Commentry, puis en Algérie et en Espagne par MM. de Dietrich. En 1889, il fonda et devint le premier secrétaire général du *Comité permanent des Accidents du Travail* qui devait devenir plus tard le *Comité permanent international des Assurances sociales*, dont il fit partie jusqu'à sa mort, ainsi que de plusieurs autres associations ou comités s'intéressant aux questions sociales, entre autres l'Association française pour le Progrès social, et le Comité consultatif des Assurances contre les Accidents du Travail. Avant même la formation du Comité permanent, Éd. Gruner avait continué à publier des brochures et des articles faisant suite à ses mémoires sur les lois d'assistance ouvrière en Allemagne et en Autriche, notamment une importante étude sur *Les associations et syndicats miniers en Allemagne et principalement en Westphalie*, puis une conférence devant la Société d'Économie sociale, sur *Les syndicats industriels et en particulier les syndicats miniers en Allemagne*,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

conférence dont le but était de « traiter plus spécialement des ententes créées en « vue de régler la fabrication, de lutter contre les effets de la surproduction et de « la concurrence étrangère et d'assurer au capital engagé et, par suite, aux ouvriers « occupés, une suffisante rémunération ».

Le conférencier émet, en terminant, le vœu qu'on puisse réaliser en France des associations pour l'étude et la défense d'intérêts communs dans chacune des principales branches de l'industrie, sous les auspices desquelles pourraient se constituer des syndicats industriels et commerciaux dans lesquels patrons et ouvriers profitent également de la paix qui succède à la lutte, le tout, bien entendu, sans mainmise de l'État.

Le *Comité central des Houillères de France*, fondé le 1er janvier 1888 pour l'étude et la défense des intérêts communs de l'industrie française, a été la parfaite réalisation de ce programme, et l'on comprend que, dès 1889, Éd. Gruner ait été nommé secrétaire général de ce Comité, dont il devint vice-président en 1927, puis président honoraire en 1931.

Aux circulaires du Comité permanent, dont Éd. Gruner avait été l'inspirateur, succédèrent celles publiées sous sa direction par le Comité central des Houillères, qui ont rendu et rendent encore tant de services aux exploitants de mines. Grâce à l'activité infatigable d'Éd. Gruner, qui secondait si utilement celle du président du Comité, M. H. Darcy, le Comité des Houillères ne tarda pas à grouper pour la défense de leurs intérêts communs toutes les compagnies exploitant en France des mines de charbon. Son activité fut particulièrement féconde dans l'étude et la préparation des lois sur les accidents du travail et la réglementation de l'exploitation, dans les questions sociales, les ententes entre les divers bassins miniers, l'apaisement des conflits entre patrons et ouvriers (en décembre 1899, un arbitrage Gruner-Jaurès mit fin à la grève du bassin de la Loire). La participation des houillères aux expositions, en France et à l'étranger, fut aussi maintes fois l'objet d'études et de travaux préparatoires incombant à Éd. Gruner.

Comme on le voit, le champ des études et des travaux d'Éd. Gruner était si rapproché de celui de notre société qu'il devait forcément en faire partie; aussi, dès 1892, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale le comptait-elle parmi ses membres, et elle lui décernait une médaille d'or pour ses études sur les accidents du travail et leur législation en Allemagne et en Autriche.

Dans le domaine technique, comme membre, puis président de la Commission technique du Comité central des Houillères, Éd. Gruner a pris une grande part à l'étude des questions nouvelles soulevées, en 1906, par la catastrophe de Courrières, en organisant les Stations d'Essais et de Sauvetage de Liévin, avec le concours de M. Taffanel, puis, après la destruction de celles-ci par les Allemands, la Station d'Essais de Montluçon, sous la direction de M. Audibert.

Après la guerre, le Comité central des Houillères de France, en liaison avec le Comité des Forges de France et la Chambre syndicale française des Mines métalliques, eut l'heureuse inspiration de créer une Commission générale des Écoles chargée de répartir entre les écoles préparant des ingénieurs miniers ou métallurgiques des crédits mis à leur disposition pour l'amélioration de leurs moyens d'enseignement : laboratoires, bibliothèques, etc. Éd. Gruner en fut nommé président, et les directeurs des Écoles des Mines de Paris, Saint-Étienne, Nancy, Alès et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Douai, ne sauraient trop le remercier du soin avec lequel il étudia leurs demandes de subvention, et de la sollicitude avec laquelle il réussit à leur donner satisfaction.

Aux deux écoles des mines qui lui tenaient à cœur, Éd. Gruner a rendu les plus grands services en prenant une part active à leur fonctionnement : dans celle de Paris, comme membre du conseil de perfectionnement et de sa section permanente, dans celle de Saint-Étienne, comme président du conseil de l'école. A l'École des Mines de Paris, il a fait aux élèves, le 8 mars 1904, une conférence sur le *Rôle de l'ingénieur dans l'industrie moderne*, dont je crois devoir citer ici un passage où, sans doute inconsciemment, le conférencier se dépeint lui-même dans les conseils qu'il donne à ses jeunes camarades :

« En toutes occasions, nous devons toujours nous attacher à faire obtenir à « l'ouvrier tout ce qui lui est dû, nous devons nous efforcer de réduire ses peines « dans la plus large mesure compatible avec les intérêts dont nous avons la charge; « nous devons nous efforcer de connaître et de comprendre ses aspirations, et de « prévenir ses justes revendications, sans qu'il ait besoin de recourir à l'arme de la « grève, aussi dangereuse pour le patron que pour l'ouvrier; mais nous devons aussi « nous garder de toutes ces velléités d'ingérence dans sa vie en dehors de l'atelier. « Qu'il s'agisse de religion ou de politique, de vie privée ou d'éducation des enfants, « l'ouvrier n'a aucun compte à vous rendre, aucune pression à subir de vous. Autant « nous devons dans l'atelier, dans la mine, veiller à l'observation des règlements et « au maintien de la discipline, autant, en dehors de l'atelier et de la mine, nous « devons respecter l'indépendance matérielle et morale de l'ouvrier, tout en restant « toujours prêts à lui venir en aide, quand, librement, il voudra recourir à nos « conseils. »

Cet admirable programme de conduite pour un chef d'industrie, on peut être assuré qu'Éd. Gruner l'a toujours appliqué lui-même dans ses rapports avec les ouvriers des industries minières ou métallurgiques qu'il a eu à diriger ou à présider, et qui, en sus des Établissements de Dietrich, ont été les suivants :

En 1891, Éd. Gruner entrait comme administrateur dans le Conseil de la Société des Minerais de fer de Krivoï-Rog en Russie, et en devenait administrateur-directeur général en 1905. Il avait fait de cette entreprise une des plus importantes sociétés françaises en Russie. A la veille de la guerre, la Société de Krivoï-Rog avait une capacité de production de : un million de tonnes de minerai de fer, 600.000 t de houille et 75.000 t de fonte. Après la révolution de 1917, les Bolcheviks se sont emparés, sans indemnité, de toutes ses intallations, ruinant ainsi un effort fécond de plus de vingt-cinq ans.

Enfin, depuis nombre d'années et jusqu'à sa mort, Éd. Gruner a été président des Aciéries de Paris et d'Outreau, ainsi que des Houillères de la Haute-Loire. On voit par là que l'activité déployée par Éd. Gruner pendant trois quarts de siècle, n'a pas été moins remarquable dans le domaine industriel que dans celui des études législatives et sociales.

Comme membre de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, Éd. Gruner a contribué de la façon la plus active à ses travaux et à son développement, comme président de la Société, de 1907 à 1909, puis, jusqu'à la fin de sa vie, comme président du Comité de Commerce, auquel sa haute compétence industrielle

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

apportait constamment des solutions appropriées aux questions les plus délicates. Il le présida pour la dernière fois en février 1933.

La part importante qu'il a prise au fonctionnement de notre société s'est manifestée maintes fois dans notre *Bulletin* sous forme de rapports et de comptes rendus sur les questions qui l'intéressaient particulièrement : hygiène des ateliers, industries textiles, apprentissage, commerce, économie politique, œuvres sociales, questions coloniales, enseignement par correspondance. Il avait accepté, après la mort de M. Bérard, survenue pendant la guerre, la présidence de la Société de Protection des Apprentis, vieille filiale de la Société d'Encouragement, aux travaux de laquelle il réussit à donner une orientation nouvelle et féconde.

Parmi les innombrables associations ou comités dont Éd. Gruner a fait partie comme membre ou président, et dans lesquels sa place était toute désignée par sa haute valeur morale et par sa connaissance approfondie des questions les plus variées, je citerai seulement les suivantes dont je n'ai pas encore parlé : Association amicale des Élèves de l'École nationale supérieure des Mines de Paris; — Conseil des Amis de l'École polytechnique; — Comité consultatif des Chemins de fer, puis Conseil supérieur des Chemins de fer; — Comité consultatif des Assurances contre les Accidents du Travail; — Comité consultatif de la Navigation intérieure; — Société des Ingénieurs civils, dont il a été successivement, secrétaire en 1890-1892, membre de comité, président en 1920, et où, en prenant possession du fauteuil présidentiel, le 9 janvier 1920, il a fait un exposé saisissant de la destruction systématique des houillères du Nord par les Allemands, et de la mise en œuvre du programme de restauration; — Société de l'Industrie minérale, fondée par son père en 1855, dont il est devenu président en 1921, et dont le développement a fait l'objet constant de ses préoccupations jusqu'à ses tout derniers jours. Il a participé comme membre, puis comme président, à la plupart des Congrès de la Société, et en 1930, malgré ses 81 ans, il a encore présidé le Congrès d'Alger, et dirigé avec un entrain tout juvénile la tournée organisée en Algérie occidentale et au Maroc.

Je rappellerai comme dernier trait de sa vaillance et de son patriotisme que, dès le début de la grande guerre et âgé déjà de 65 ans, il demanda à être réintégré dans les cadres de l'armée, alors que l'un de ses deux fils, Henri, venait de tomber glorieusement pour la France, le 16 septembre 1914, à Vienne-le-Château. Il fut chargé, d'abord comme capitaine, puis bientôt comme chef d'escadron, de l'organisation des batteries à Vincennes, puis appelé en 1915 au Sous-Secrétariat des Munitions, pour la direction du service de contrôle des ouvriers. Il accomplit ainsi en France de nombreuses missions dans les usines et les manufactures de l'État, et, entre temps, fit en 1916 un voyage en Russie pour inspecter les usines travaillant pour la guerre.

Comme distinctions honorifiques, Éd. Gruner avait reçu les suivantes : la médaille commémorative de 1870-1871; — la croix de la Légion d'honneur en 1896; — la rosette d'officier en 1900; — la commanderie de la Couronne d'Italie et de la Couronne de Belgique, et plusieurs autres ordres étrangers.

Il me reste à parler d'un côté de la vie d'Éd. Gruner, moins connu sans doute dans le monde des ingénieurs que les études sociales et techniques où il s'est illustré, mais qui permet de mieux pénétrer dans les sentiments intimes de notre regretté collègue.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Éd. Gruner, qui appartenait à la religion réformée, était profondément croyant. D'une piété simple et agissante, il faisait partie de nombreux comités ou organisations charitables ou religieuses, et il a joué de bonne heure un rôle de plus en plus important dans la vie des églises protestantes françaises. Au point de vue cultuel, il appartenait depuis nombre d'années à l'église du Luxembourg, dont il a présidé le conseil jusqu'à sa mort. Il était rattaché à l'Église libre, créée au milieu du XIXe siècle par diverses personnalités laïques ou religieuses, qui croyaient préférable que les églises soient indépendantes de l'État. Mais ce mouvement n'avait nullement le caractère d'un schisme au point de vue du dogme, et, tout au contraire, Éd. Gruner s'est toujours préoccupé (ainsi qu'il a bien voulu me le faire entendre lui-même) de resserrer l'unité du protestantisme français. Président pendant plus de vingt ans de la Commission synodale des Églises libres, il fut l'un des promoteurs de la Fédération protestante de France, qui groupa en 1905 toutes les églises protestantes françaises. Il en fut le premier président et occupa ce poste pendant vingt-deux ans, de 1905 à 1927. Il eut à ce titre à représenter le protestantisme français dans les diverses manifestations qui, pendant la guerre, unirent les divers cultes dans une commune affirmation de leur patriotisme.

En 1919, il eut la joie d'accueillir les représentants des Églises d'Alsace et de Lorraine, venus pour participer aux travaux de la Fédération.

D'autre part, dès 1886, il était entré au Comité de la Société des Missions évangéliques, dont il devint le président en 1917; il l'était encore au moment de sa mort. Le développement de l'activité chrétienne dans les pays païens était l'une des tâches auxquelles il a consacré, jusqu'à ses derniers jours, toute sa puissance de travail et tout son dévouement.

Bien que de santé délicate dans son enfance, Éd. Gruner était resté extrêmement alerte jusqu'à quelques mois avant sa mort, gardant intactes toute son intelligence et son activité physique, marcheur encore infatigable à 80 ans.

Le 1er mars 1933, il ressentit les premières atteintes du mal qui devait l'emporter. Après avoir lutté de toute son énergie contre ce mal, et être passé par des alternatives de faiblesse et d'amélioration qui laissaient aux siens l'espoir que son admirable constitution lui permettrait de se rétablir, Éd. Gruner vit venir la mort avec une profonde résignation chrétienne, gardant presque jusqu'à la fin toute sa lucidité : il s'éteignit le 21 juillet 1933, à Rimoron (Seine-et-Oise), dans sa 85e année.

Éd. Gruner avait épousé en 1878, Mathilde Engelbach, décédée en 1923, appartenant à une ancienne famille strasbourgeoise, et il considérait l'Alsace comme une seconde patrie; aussi le retour des provinces perdues fut-il pour lui une joie particulièrement profonde. Son fils Louis, né en 1879, représente seul à présent, depuis la mort héroïque de son frère, l'illustre lignée de son grand-père Louis et de son père Édouard. Ingénieur civil des Mines, diplômé de l'École nationale supérieure des Mines de Paris en 1905, Louis Gruner fait le plus grand honneur au nom qu'il porte par son talent d'ingénieur des mines qui s'est déjà hautement manifesté dans un magistral *Traité d'exploitation des mines* : on peut être ainsi assuré que le flambeau de cette belle famille est en très bonnes mains.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LISTE DES PRINCIPALES PUBLICATIONS D'ÉDOUARD GRUNER

1876. Mémoire sur la situation de la métallurgie du fer en Styrie et en Carinthie (*Annales des Mines*, t. IX, 7e série).
1887. Les lois d'assistance ouvrière en Allemagne (Chaix).
1887. Les lois de patronage et d'assistance ouvrière en Autriche (Chaix).
1887. La réforme de la législation des mines (*Bulletin de l'Association amicale des Élèves de l'École des Mines de Paris*).
1887. Les lois nouvelles d'assistance ouvrière en Allemagne, Autriche et Suisse (Chaix).
1887. Les associations et syndicats miniers en Allemagne et principalement en Westphalie (Chaix).
1887. Les syndicats industriels, et en particulier les syndicats miniers en Allemagne (Conférence à la Société d'Économie sociale).
1887. La réforme de la législation des mines (*Bulletin de la Société amicale des Élèves de l'École des Mines de Paris*).
1888. L'assurance contre la vieillesse et l'invalidité en Allemagne (Paris, Librairie Warnier).
1889. Progrès récents de l'affinage et de la déphosphoration dans la fabrication des fers et aciers, par G. Bresson et É. Gruner (Rapport présenté au Congrès des Mines et de la Métallurgie, tenu à Paris en 1889).
1889. Barcelone-Bilbao. Notes de voyages (Chaix).
1891. Charges probables résultant des projets de lois d'assurances contre les accidents (Librairie Guillaumin et Cie).
1893. Mélanges statistiques relatifs aux assurances sociales en Allemagne et en Autriche (*Bulletin du Comité permanent du Congrès des Accidents du Travail*).
1893. Statistique générale des assurances ouvrières en Allemagne de 1885 à 1893 (*Bulletin du Comité permanent du Congrès des Accidents du Travail*).
1894. La législation des accidents du travail en Italie (*Bulletin du Comité permanent du Congrès des Accidents du Travail*).
1894. La loi sur les caisses de retraite des ouvriers mineurs (*Société d'Économie sociale*).
1897. Les voies navigables du Nord de la France (*Comité central des Houillères*).
1898. Aperçu historique sur les syndicats de vente des combustibles dans le bassin rhénan-westphalien (*Comité central des Houillères*).
1904. Le rôle de l'ingénieur dans l'industrie moderne (*Bulletin de l'Association des Élèves de l'École des Mines de Paris*).
1906. Les houillères françaises (*Revue politique et parlementaire*).
1920. Destruction et restauration du bassin du Nord et du Pas-de-Calais (Discours présidentiel devant la *Société des Ingénieurs civils de France*).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA DÉSINFECTION DES VÉGÉTAUX SOUS VIDE PARTIEL OU A LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE [1]

Adjonction d'anhydride carbonique à l'oxyde d'éthylène en vue de rendre le mélange ininflammable,

par M. A. L. LEPIGRE, *Directeur adjoint de l'Insectarium d'Alger* (*Service de la Défense des Cultures et de l'Inspection phytopathologique du Gouvernement général de l'Algérie*).

POSSIBILITÉS PRATIQUES DE L'INFLAMMATION DE L'OXYDE D'ÉTHYLÈNE GAZEUX. — Un des inconvénients de l'utilisation comme insecticide de l'oxyde d'éthylène est son inflammabilité à certains des dosages employés et aux températures ordinaires.

Ainsi, expérimentalement, et surtout en atmosphère confinée, on constate que la dose utilisée par les stations algériennes (75 litres de gaz par mètre cube), mélangée à l'air seul, et mise en présence d'une source d'inflammation, provoque une forte détonation, susceptible de causer une véritable catastrophe si elle se produisait en vase étanche, par exemple dans un tank à vide.

En réalité, il y a peu de chances pour qu'une telle éventualité se produise si on observe les règles suivantes :

1° ne pas jeter ni laisser dans les autoclaves des cigarettes encore allumées. Encore celles-ci s'éteignent-elles pendant la période de mise sous vide par insuffisance d'air ;

2° ne pas traiter de marchandises échauffées par fermentation ou oxydation spontanée au point qu'il y ait risque qu'elles s'enflamment spontanément dans l'autoclave ;

3° ne pas ouvrir l'autoclave sans avoir procédé aux rinçages d'air, puis en approcher avec du feu (cigarettes comprises).

Ces précautions, toujours réalisées en pratique, se montreront suffisantes dans l'immense majorité des cas pour tout autre gaz que le sulfure de carbone, même si l'appareil ne comportait pas les dispositifs de sécurité courants. Signalons enfin que, jusqu'ici, aucun accident provenant d'une inflammation accidentelle d'oxyde d'éthylène n'a été signalé [2].

Quoi qu'il en soit, et malgré le peu de danger à craindre, il est prudent de n'employer que des mélanges rendus strictement ininflammables.

Choix de l'anhydride carbonique comme anticomburant. — Pour les raisons précitées, on a eu l'idée d'ajouter à l'oxyde d'éthylène une quantité d'anticomburant

(1) Voir, à ce sujet, l'étude de M. Paul VAYSSIÈRE, *Les stations de désinfection des végétaux sous vide partiel* parue dans le *Bulletin* d'avril 1934, p. 295-308.

(2) Il convient de noter que, l'appareillage clos formant cage de Faraday, toute inflammation par étincelle ou phénomène électrique ou électrostatique en provenance de l'extérieur est impossible. D'autre part, les vapeurs d'oxyde d'éthylène ne présentent pas, comme le sulfure de carbone, ou, tout au moins, pas au même degré que ce dernier corps, la propriété de s'électriser par frottement contre une surface isolante, d'où improbabilité d'inflammation par décharges électriques dans la masse gazeuse. Le seul risque qui subsiste est celui d'un échauffement exagéré de la pompe (par exemple, si on fait tourner cette dernière sans circulation d'eau), avec allumage du mélange gazeux aspiré au contact d'un corps de pompe échauffé, et retour d'une onde d'inflammation vers l'autoclave à travers la tuyauterie. Encore cette onde pourrait-elle être arrêtée par un dispositif de sécurité prévu à cet effet par certains constructeurs. Sur notre demande, les nouvelles installations sont d'ailleurs prévues avec un dispositif ne permettant de faire tourner la pompe qu'autant que la chemise refroidissante est effectivement alimentée en eau, l'interruption du débit d'eau interrompant le passage du courant électrique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

suffisante pour écarter tout danger. Un produit était tout indiqué : l'anhydride carbonique, puisqu'il présente, en plus de cette propriété, l'avantage d'augmenter indéniablement la puissance insecticide et, dans les marchandises, l'efficacité en profondeur du mélange toxique.

L'anhydride carbonique limite l'inflammabilité, non seulement par son action propre, mais encore par le fait que son utilisation remplace partiellement, pour un volume et un dosage donnés, l'air nécessaire à la combinaison inflammatoire.

La combustion de l'oxyde d'éthylène se faisant suivant la réaction :

$$C^2H^4O + 5\,O = 2\,CO^2 + 2\,H^2O, \qquad [1]$$

on constate que, pour 44 g de C^2H^4O, il faut 80 g d'oxygène, soit environ 320 g d'air. La combustion optima de 150 g de C^2H^4O nécessite donc 1.090 g d'air.

Si on recherche, dans le tableau ci-joint, avec une marge de sécurité de 1 vol. CO^2 / C^2H^4O supplémentaire et un vide de désinfection de 20 mm, les quantités de CO^2 (6,3 fois plus que d'oxyde d'éthylène) et d'air devant entrer dans la composition du mélange à employer, on trouve :

C^2H^4O	75 litres	
CO^2.	472,5 —	
Air.	426 —	ou 553 g.

Ces 553 g représentent à peine la moitié de la dose optima et leur action oxydante se trouve encore neutralisée par les 945 g de CO^2.

UTILISATION DES MÉLANGES ININFLAMMABLES. — Nos recherches, tout comme celles des autres établissements, ont maintes fois démontré qu'on a avantage, pour la destruction d'un même insecte, à faire varier les doses d'oxyde d'éthylène selon les circonstances : durée de la désinfection, nature et disposition de la marchandise, température, etc.

Cette variation entraîne automatiquement des différences dans le rapport d'ininflammabilité CO^2 /C^2H^4O à choisir.

Trois cas où l'on a à mettre en œuvre des quantités diverses se présentent :

a) Désinfection sous vide. — Actuellement, les stations de désinfection du Gouvernement général de l'Algérie utilisent une dose de 75 litres d'oxyde d'éthylène et de 540 litres de CO^2 par mètre cube, agissant pendant 1,5 heure.

Le travail de jour a suffi, jusqu'ici, aux besoins des intéressés. Mais, devant la faveur croissante avec laquelle est accueillie la méthode, il faudra peut-être envisager bientôt le travail de nuit ou une solution intermédiaire consistant à commencer le traitement le soir avant le départ du chef d'atelier. A son retour, le lendemain, la désinfection étant achevée, le tank est déchargé.

Celle-ci permettrait, d'abord, de gagner une désinfection par jour, ensuite de réaliser une appréciable économie au moyen de l'adoption de doses plus faibles, agissant plus longtemps, pendant 14 heures environ.

Pour le travail diurne on reviendrait aux dosages normaux, plus élevés, avec une durée de traitement de 1,5 heure.

Cette variation de dosage de l'oxyde d'éthylène entraîne évidemment celle de l'anhydride carbonique. La première n'est cependant pas encore fixée; elle ne pouvait l'être en effet avant l'achèvement du présent travail, faisant connaître les quantités de CO^2 à utiliser dans les essais pour chaque dose d'oxyde d'éthylène utilisée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

b) *Désinfection de locaux à peu près vides.* — L'étude de ce cas laisse en présence deux thèses absolument contraires.

La première est basée sur le fait que les faibles quantités employées (40 à 50 g de C^2H^4O par mètre cube) diffusant rapidement, le temps où elles sont inflammables est négligeable, et il devient pratiquement inutile de les additionner d'anticomburant.

Le commerce livre cependant des produits spéciaux liquides qui contiennent une partie de CO^2 pour 9 ou 10 d'oxyde d'éthylène. Cet apport n'a probablement pour but que de retarder légèrement la vaporisation de l'oxyde d'éthylène grâce au refroidissement brutal provoqué par l'évaporation instantanée de l'anhydride carbonique. Quant au rôle d'adjuvant respiratoire que l'on pourrait être tenté d'attribuer à la présence de l'anhydride carbonique, il n'est pas rempli à une concentration aussi faible (4 à 5 g/m^3).

Dans une seconde thèse, on peut, au contraire, estimer que c'est dans la désinfection des locaux à peu près vides que la question de sécurité se pose le plus.

En effet, le fait que des concentrations inflammables ne sont réalisées que pendant un temps assez court n'empêche pas qu'elles ne le soient. D'autre part, les risques d'inflammation accidentelle — manœuvre intempestive d'un interrupteur, cigarette oubliée, etc. — sont beaucoup plus grands dans ce cas que dans celui d'un silo, par exemple, et, *a fortiori*, que dans celui d'un autoclave entièrement clos.

Enfin, le fait qu'en pareil cas, on emploie souvent des mélangés d'oxyde d'éthylène liquide et de gaz carbonique liquéfié ou solidifié *qui ne se vaporisent pas simultanément, a pour conséquence que, même si on mesure les deux constituants du mélange dans une proportion pour laquelle la déflagration est impossible, cette proportion n'est certainement pas réalisée en tous points de l'espace où se produit le dégagement gazeux.* C'est donc dans le cas de la fumigation des locaux qu'il est indispensable, non seulement d'observer les proportions indiquées par les expériences de laboratoire, mais d'adopter une marge de sécurité particulièrement étendue.

A notre avis, les deux thèses sont parfaitement soutenables et ce n'est guère que la pratique, juge définitif, qui pourra démontrer que l'économie de la première se trouve ou non compensée par la garantie de sécurité supplémentaire de la seconde.

c) *Désinfection de silos et magasins remplis de marchandises.* — En Amérique on utilise maintenant l'oxyde d'éthylène mélangé à la « glace sèche » (CO^2 solide) broyée [3].

Lorsqu'on déverse dans un silo un tel mélange, il ne se produit presque aucune vaporisation d'oxyde d'éthylène (bouillant à + 13°) avant que la totalité de l'anhydride carbonique (bouillant à — 79°) ne soit volatilisée [4]. On peut donc légitimement admettre que les choses se passent de la façon suivante : le mélange oxyde d'éthylène-anhydride carbonique déversé, d'une manière ou d'une autre, dans le silo, perd peu à peu, par vaporisation, son anhydride carbonique qui, au fur et à mesure qu'il se volatilise, s'écoule, en raison de sa forte densité, vers le fond du silo, où il s'accumule, ne se mélangeant que d'une manière tout à fait incomplète avec l'air qui occupe l'espace entre les grains, et le refoulant vers le haut. Lorque tout l'anhy-

(3) J.-M. Russ, Fumigation à l'oxyde d'éthylène (*Industrial and Engineering Chemistry*, avril 1930, vol. 22, n° 4).

(4) Cette volatilisation présente, en outre, l'appréciable avantage d'abaisser la température élevée des grains charançonnés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dride carbonique du mélange est vaporisé, l'oxyde d'éthylène commence à se vaporiser à son tour ; ses vapeurs, également denses, s'écoulent vers le bas et viennent se stratifier à la surface de la couche inférieure d'anhydride carbonique, dans laquelle elles ne peuvent s'insinuer que par une diffusion, forcément très lente, en raison de la présence des grains qui freinent les courants gazeux.

C'est une des raisons, non analysée par les auteurs américains, pour laquelle il leur arrive en général, de n'avoir qu'une mortalité insuffisante au fond du silo. Ces « ratés » à la base du silo sont mis par eux sur le compte d'un défaut d'étanchéité de la fermeture inférieure : nul doute qu'ayant constaté des résultats incomplets, ils n'aient essayé, sans aucun succès en ce qui concerne une amélioration de l'efficacité, d'étancher au mieux la base du silo dans les expériences suivantes. A notre avis, ces insuccès sont dus, avant tout, au fait que, par suite du mode d'utilisation, un « culot » de gaz carbonique presque pur, dont on sait qu'il n'a guère de valeur insecticide, a le temps de s'accumuler dans le fond du silo avant que les vapeurs d'oxyde d'éthylène aient eu le temps de *commencer* à se dégager.

Remarque. — Si l'on ne tient pas compte des phénomènes d'absorption et d'adsorption qui se sont produits durant le dégagement même des vapeurs, on constate que la concentration de l'atmosphère baignant les grains est bien supérieure, en réalité, à celle qui est indiquée par mètre cube. Prenons, par exemple, le cas où l'on utilise 200 g de mélange par mètre cube, soit 100 litres de gaz. 1 m³ de silo reçoit environ 800 kg de grains ; leur densité réelle étant voisine de 1,4, le volume réellement occupé est à peu près de 0,57 m³ : le gaz ne peut donc diffuser que dans 430 litres et le rapport $\frac{\text{volume de gaz}}{\text{volume libre}}$ n'est donc plus 1/10, mais 2,3/10.

En se basant sur ces chiffres, on remarque qu'il serait inutile de dépasser une dose de 860 g de mélange par mètre cube (par exemple, 70 g d'oxyde d'éthylène et 11,25 fois plus de CO^2), les quantités en surplus ne pouvant trouver place dans le silo.

Or, les Américains sont arrivés à utiliser, dans la désinfection en silo, des doses allant jusqu'à 4,6 livres d'oxyde d'éthylène et 46 livres de gaz carbonique par 1 000 boisseaux de grain. Si on tient compte du volume *apparent* occupé par ces 1 000 boisseaux, du volume *réel* du grain (calculé en prenant comme base sa densité réelle) et du volume qu'occupent réellement, après vaporisation, les 50,6 livres de fumigant, on constate que, pour les doses employées, le fumigant *a presque complètement déplacé*, par densité, l'air qui imbibait primitivement la masse de grain, et on se rend compte que l'addition des quantités massives de gaz carbonique mises en œuvre avait en réalité surtout pour effet de favoriser, par son volume, ce déplacement, le gaz carbonique étant ainsi utilisé comme *véhicule*, pour transporter dans toutes les cavités du silo, à la faveur de la densité identique des deux corps, l'oxyde d'éthylène qui, autrement, occupant un volume gazeux insuffisant, resterait cantonné dans la partie inférieure du silo, et laisserait le haut indemne.

Enfin, il convient, au sujet du mode opératoire, de faire une remarque qui s'applique même au cas où la concentration choisie est ininflammable : les quantités de mélange réparties, non pas uniformément dans la masse, mais par doses fractionnées locales, en se vaporisant, donnent, à un certain moment de la diffusion qui correspond à une certaine concentration, un mélange détonant si le mélange initial

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ne contient pas une proportion de CO^2 assurant l'ininflammabilité quels que deviennent les rapports mélange/air ultérieurs (5).

Il semble là, que l'on puisse distinguer deux cas :

a) le local, ou le silo, est pratiquement étanche ;

b) il possède au contraire des ouvertures libres suffisantes pour, en cas d'inflammation locale, laisser échapper le volume supplémentaire de gaz produit, évitant ainsi la surpression qui favorise l'inflammation générale.

Le deuxième cas pourra se présenter pour des greniers à grains (bien rarement pour des silos), et l'on pourra alors utiliser les courbes de Jones (fig. 3) où le rapport $CO^2/C^2H^4O = 7{,}2$. Mais en réalité, la seconde hypothèse revient le plus souvent à la première.

Soit, en effet, une source d'inflammation à la base d'un tas de grains. Les gaz dégagés, freinés dans leur écoulement par les couches supérieures de grains, créeront une surpression de plus en plus forte à mesure que l'inflammation gagnera les doses de chaque couche. Une déflagration totale, aussi complète que les quantités d'air, les conditions de compression et d'échauffement le permettront, aura lieu et pourra être fort dangereuse.

Il importe donc, à notre avis, dans ce cas, d'utiliser la dose maxima de CO^2 déterminée au cours de nos essais et augmentée encore d'une dose de sécurité, soit au moins 510 litres par mètre cube d'espace libre (c'est-à-dire non occupé par le grain), ou 220 litres par mètre cube d'espace rempli de grain, cela quelle que soit la dose d'oxyde d'éthylène mise en œuvre.

Le tableau suivant résume les conditions de sécurité à remplir dans les divers cas de désinfection qui se rencontrent couramment :

Désinfection sous vide en autoclaves	étanches.	Dose de C^2H^4O supérieure à 30 litres (désinfection rapide.)		Dose de CO^2 adaptée à la dose de C^2H^4O d'après le tableau de l'Insectarium d'Alger.
		Dose de C^2H^4O inférieure à 30 litres (désinfection lente).		Dose de CO^2 suffisante uniquement pour jouer le rôle d'adjuvant respiratoire.
Désinfection de locaux et magasins vides	peu étanches.	Dose de C^2H^4O inférieure à 30 litres.	1re thèse.	Dose de CO^2 suffisant uniquement pour jouer le rôle d'adjuvant respiratoire.
			2e thèse.	Dose de CO^2 adaptée à la dose de C^2H^4O d'après le tableau de Jones.
Désinfection de silos, locaux, magasins, contenant des marchandises	étanches ou remplis de marchandises empilées et compactes.	Toutes doses.		Dose de CO^2 maxima, d'après le tableau de l'Insectarium d'Alger.
	peu étanches ou contenant peu de marchandises empilées et compactes.	Toutes doses.		Dose de CO^2 maxima, d'après le tableau de Jones.

(5) Par exemple, dans le cas où on emploie 7 parties de CO^2 pour 1 de C^2H^4O, le moment dangereux est atteint quand la vaporisation du mélange et sa diffusion dans l'air qui baigne les marchandises, donnent localement, autour des dépôts d'insecticides, des concentrations comprises entre 65 et 40 litres d'oxyde d'éthylène par mètre cube (Voir les diagrammes).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ESSAIS DE DÉTERMINATION DES DOSES ININFLAMMABLES. — A chacun des cas envisagés, correspond donc :

1° Une variation du dosage d'oxyde d'éthylène;

2° Un appoint de CO^2, variable aussi, mais toujours suffisant pour empêcher l'inflammation du mélange.

C'est pourquoi nous avons jugé indispensable, avant de publier nos recherches sur les doses insecticides d'oxyde d'éthylène, de déterminer d'abord les quantités de CO^2 qui doivent leur être adjointes, ces quantités étant susceptibles de faire varier assez sensiblement la puissance du toxique.

Essais de Jones (6). — Jones utilise un tube de verre vertical, de 1,80 m de haut et de 6 cm de diamètre. Les mélanges gazeux introduits dans ce tube par la pression atmosphérique y sont convenablement homogénéisés. Leur inflammation est amorcée ensuite par une lampe à alcool que l'on passe à la partie inférieure de ce tube, préalablement démunie de la plaque de verre rodé qui en assure l'étanchéité pendant la mise sous vide. *L'inflammation a donc lieu à la pression atmosphérique.* Sont considérés comme ininflammables tous les mélanges où la flamme s'éteint d'elle-même avant d'avoir atteint le haut du tube, quelle que soit la hauteur déjà parcourue.

Les résultats obtenus, fort intéressants, ne sont cependant valables que pour les conditions expérimentales adoptées. Ainsi est-il difficile de considérer comme négligeable l'action refroidissante des parois dans le tube de 60 mm de diamètre que Jones a adopté pour ses recherches, lorsqu'il s'agit de déterminer la limite d'inflammabilité, c'est-à-dire le pourcentage pour lequel la combustion d'une tranche gazeuse fournit juste assez de chaleur pour échauffer la tranche voisine jusqu'à son point d'inflammation. Il faudrait, pour élucider ce point, pouvoir cinématographier les diverses formes que prend la tranche avant de l'onde inflammatoire.

D'autre part, l'emploi d'une flamme constitue, remarque avec raison l'auteur, un apport appréciable de chaleur qui permet à l'onde inflammatoire de démarrer avec un volant de chaleur étrangère. Il est toutefois douteux que l'arrêt de la propagation de la flamme à une certaine distance du point de départ soit dû au fait que ce volant de chaleur, initialement reçu par la tranche inférieure, s'épuise sur le parcours de l'onde inflammatoire uniquement pour porter les tranches successives du mélange à la température d'inflammation.

L'apport initial du volant de chaleur d'une part, l'action refroidissante des parois d'autre part, nous ont conduit à utiliser un montage expérimental différent : mise à feu par étincelles de magnéto donnant une chaleur de démarrage beaucoup plus faible; inflammation réalisée dans un récipient d'un diamètre de 9 cm.

Les essais de Jones ne sont donc pas valables :

1° dans le cas où des points d'ignition sont répartis dans toute la masse, par exemple dans le cas d'inflammation d'une masse de grains en fermentation, où un apport appréciable de chaleur est réalisé par la fermentation même. Dans ce cas, l'influence refroidissante du contact avec les denrées ne s'exerce pas, bien au contraire, puisque ce sont ces dernières qui constituent un facteur d'ignition;

2° dans le cas où le commencement de combustion, pour local qu'il soit,

(6) JONES, Atténuation de l'inflammabilité de certains produits pour fumigation au moyen de l'anhydride carbonique (*Ind. Eng. Chem.*, vol. 25, n° 4, p. 394-396).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

provoque dans le reste de la masse des modifications des conditions de température et de pression suffisantes pour rendre cette masse plus susceptible de transmettre l'onde inflammatoire. C'est précisément le cas lorsque la réaction s'opère, non plus à pression constante, mais dans un local partiellement clos (silo)

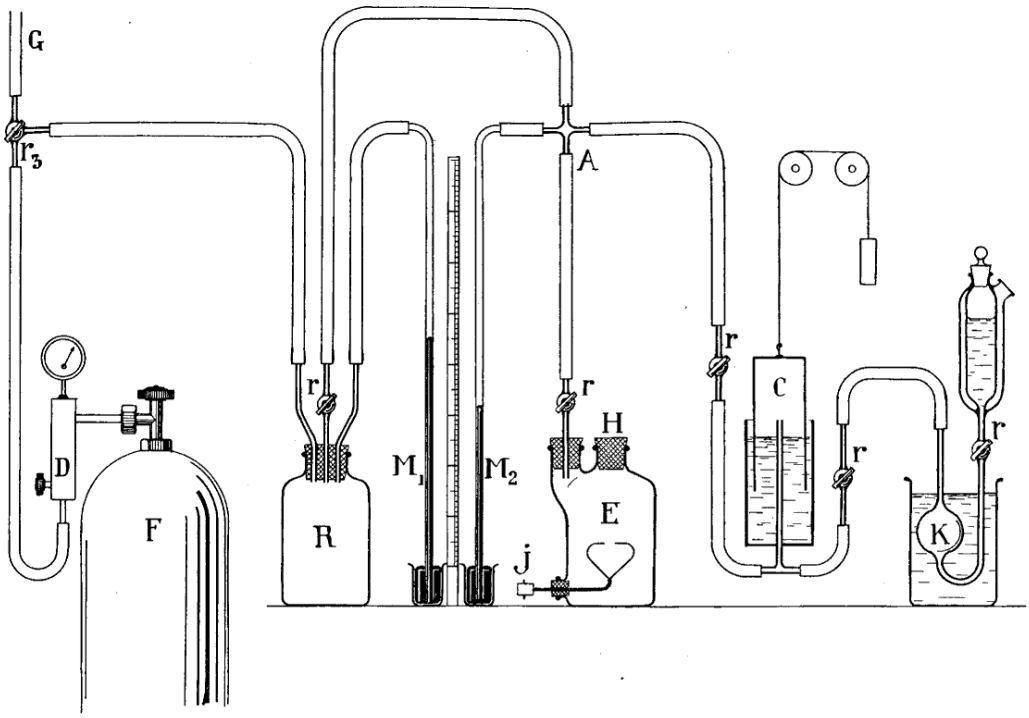


Fig. 1. — Dispositif utilisé pour la recherche des points limites d'inflammation.

A, Point de débranchement de la bouteille E; — B. Bouteille réfrigérée recevant l'oxyde d'éthylène liquide; — C, Gazomètre à oxyde d'éthylène (liquide de garde : glycérine); — D, Mano-détendeur de CO^2; — E, Bouteille de combustion des mélanges; — F, Bouteille d'anhydride carbonique CO^2; — G, Branchement allant vers la pompe à vide (non figurée); — H, Bouchon mobile, projeté par les explosions; — J, Branchement sur la magnéto; — K, Vaporiseur : boule en verre plongeant dans un bain-marie garni d'eau chaude; — M_1, Manomètre de la bouteille-réservoir de CO^2; — M_2, Manomètre de la bouteille de combustion; — R, Bouteille-réservoir de CO^2; — r, Robinets d'isolement; — r_3, Robinet à 3 voies permettant soit de faire le vide, soit d'alimenter en CO^2.

Dimensions principales :

Hauteur cylindrique de la bouteille	175	mm
Diamètre intérieur de la bouteille	90	—
Écartement des pointes d'éclatement	5,9	—
Hauteur au-dessus du fond du dispositif d'éclatement	95	—

ou clos (autoclave), où le début de combustion locale provoque instantanément :

a) une élévation de pression par dilatation de la fraction qui a brûlé;

b) une élévation de température, par cette combustion même et par la compression qui la suit immédiatement.

Enfin, ces essais ont été effectués en maintenant le tube d'inflammation vertical, l'orifice d'inflammation dirigé vers le bas. Cela est en partie justifié par le fait que la propagation de la flamme dans de tels mélanges a une nette tendance à s'opérer de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bas en haut, et qu'elle ne devient horizontale que lorsqu'elle s'approche d'un plafond refroidissant.

Mais on peut faire à cette méthode, qui laisse ouvert pendant la combustion l'orifice inférieur, le reproche suivant : les mélanges employés, tous plus lourds que l'air, ont, par conséquent, tendance à s'écouler vers le bas du tube par simple gravité, même si l'action de dilatation thermique ne venait par intensifier encore cette cause d'erreur.

L'emploi du tube ouvert vers le bas semble plutôt indiqué pour des mélanges plus légers que l'air, comme ceux à base d'acide cyanhydrique.

Essais de l'Insectarium d'Alger. — Dans ces essais, on a tenté de supprimer ou de réduire les diverses causes d'erreur sus-indiquées. Ils diffèrent d'autre part essentiellement de ceux de Jones en ce que les inflammations n'ont pas été réalisées à la pression atmosphérique, mais dans un appareil de capacité fixe, permettant d'obtenir des résultats directement applicables à la technique de désinfection en récipients étanches, non ou faiblement dilatables.

La figure 1 représente le dispositif réalisé.

Une forte pompe à vide, normalement affectée à l'usage du tank d'essai de l'Insectarium, permet de faire le vide à 2 mm près dans deux bouteilles R et E, toutes deux reliées à des baromètres à mercure.

L'oxyde d'éthylène gazeux est débité par un gazomètre, garni, comme liquide de garde, de glycérine pure et chargé lui-même au moyen d'un vaporiseur très simple (sphère de verre plongeant dans un bain-marie).

L'acide carbonique à 99° de pureté est débité par un mano-détendeur réglé à faible pression et envoyé dans la bouteille R. On effectue dans ce récipient trois opérations de vide, suivies de trois rentrées de CO^2 à la pression atmosphérique, de façon à éliminer pratiquement tout l'air qu'il peut contenir (la pompe ne pouvant atteindre le vide qu'à 2 mm près). L'introduction des doses d'oxyde d'éthylène et d'anhydride carbonique est réglée très exactement au moyen du baromètre à mercure de la bouteille E. Par exemple, pour constituer à une pression atmosphérique de 750 mm un mélange gazeux contenant 5 p. 100 d'oxyde d'éthylène et 30 p. 100 de gaz carbonique, on envoie d'abord en E assez d'oxyde d'éthylène pour faire retomber le vide du flacon de

$$\frac{750 \times 5}{100} = 37{,}5 \text{ mm},$$

puis l'anhydride carbonique pour obtenir une nouvelle descente de la colonne de mercure équivalant à

$$\frac{750 \times 30}{100} = 225 \text{ mm}.$$

Ces doses ne sont envoyées que lentement, afin d'éviter les contractions ultérieures dues à l'équilibrage thermique avec l'ambiance.

La bouteille E est ensuite débranchée au point marqué sur le croquis : l'air complète aussitôt le volume de gaz nécessaire pour établir la pression atmosphérique dans la bouteille. L'équilibre thermique étant effectué, elle est fermée au moyen de son robinet particulier.

A l'intérieur de E, une plaque de zinc de 12 cm de longueur et de 3 cm de largeur, pliée à angle droit dans sa longueur, sert d'agitateur mobile. La bouteille

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau des essais relatifs aux mélanges inflammables ou ininflammables d'oxyde d'éthylène, d'anhydride carbonique et d'air.

OXYDE D'ÉTHYLÈNE EN VOLUME DANS L'AIR p. 100	MÉLANGES INFLAMMABLES		MÉLANGES ININFLAMMABLES		TEMPÉRATURE	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE	PRESSION ATMOSPHÉRIQUE
	Quantité du mélange dans l'air.	Rapport en volume de CO^2 à C^2H^4O.	Quantité du mélange dans l'air.	Rapport en volume de CO^2 à C^2H^4O (1).			
3			3	0	18°,9	0,86	742 mm
3,5	7	1	7,875	1,25	18°,6	0,89	742 —
3,7	22,2	5	23,125	5,25	18°,6	0,89	742 —
3,9	26,325	5,75	27,3	6	18°,5	0,81	742 —
4,1	31,775	6,75	32,8	7	18°,6	0,91	742 —
4,3	37,625	7,75	38,7	8	18°,5	0,90	742 —
4,5	49,5	10	50,625	10,25	16°,7	0,69	746 —
5	50	9	51,25	9,25	16°,7	0,69	746 —
5,5	49,58	8	50,875	8,25	16°,8	0,69	747 —
6	49,50	7,25	51	7,5	16°,7	0,69	747 —
6,5	48,75	6,5	50,375	6,75	16°,7	0,69	747 —
7	49	6	50,75	6,25	16°,8	0,70	747 —
7,5	46,875	5,25	48,75	5,5	16°.8	0,70	747 —
8	46	4,75	48	5	17°,1	0,70	747 —
8,5	44,625	4,25	46,75	4,5	17°,2	0,76	747 —
9	42,75	3,75	45	4	16°,8	0,75	747 —
9,5	42,75	3,5	45,125	3,75	16°,8	0,75	747 —
10	43,5	3,35	46	3,6	16°,4	0,73	749 —
11	41,25	2,75	44	3	16°,5	0,76	747 —
12	42	2,5	45	2,75	16°,4	0,76	747 —
13	42,25	2,25	45,5	2,5	16°,4	0,72	749 —
14	42	2	45,5	2,25	19°,2	0,91	742 —
15	41,25	1,75	45	2	19°.2	0,91	742 —
18	45	1,5	49,5	1,75	19°,2	0,86	742 —
20	48	1,4	50	1,5	18°,9	0,87	742 —
22	48,4	1,2	50,6	1,3	19°,4	0,88	742 —
24	52,8	1,2	55,2	1,3	19°,6	0,80	742 —
27	54	1	56,7	1,1	19°,8	0,81	742 —
30	57	0,9	60	1	19°,5	0,84	742 —
33	59,4	0,8	62,7	0,9	19°,8	0,81	742 —
36	61,2	0,7	64,8	0,8	19°,7	0,84	742 —
39	62,4	0,6	66,3	0,7	19°,8	0,83	742 —
42	63	0,5	67,2	0,6	19°,8	0,83	742 —
48	67,2	0,4	72	0,5	19°,7	0,84	742 —
54	70,2	0,3	75,6	0,4	19°,6	0,80	742 —
60	78	0,3	84	0,4	18°,2	0,86	742 —
66	79,2	0,2	85,8	0,3	18°,7	0,84	742 —
72	79,2	0,1	86,4	0,2	18°,7	0,84	742 —
78	81,9	0,05	85,8	0,1	18°,9	0,84	742 —
80	80	0	84	0,05	18°,9	0,84	742 —
82			82	0	19°	0,84	742 —
Inflammations retardées ayant lieu au moyen d'une série d'étincelles jaillissant pendant :							
4 sec 82	82	0	86,1	0,05	19°	0,84	742 —
13 — 86	86	0	90,3	0,0	19°	0,84	742 —
20 — 89	89	0	93,45	0,05	19°,1	0,84	742 —
30 — 90	90	0	94,5	0,05	19°,1	0,84	742 —
60 — 92			92	0	19°,2	0,84	742 —

(1) *En pratique il sera prudent d'augmenter les nombres de cette colonne d'une unité au moins.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

étant tenue horizontalement, on la secoue violemment pendant 2 minutes, de façon à faire tourner intérieurement l'agitateur. Cette manipulation simple assure une diffusion et une homogénéité suffisantes, facilitées d'ailleurs par la forme trapue du récipient.

L'inflammation est obtenue au moyen d'un dispositif très simple, placé à poste fixe et constitué par deux électrodes de laiton très pointues, écartées de 5,9 mm, distance à laquelle les étincelles peuvent éclater quelles que soient la composition du mélange gazeux et les autres conditions.

Le courant nécessaire est fourni par une forte magnéto munie d'une manivelle, produisant à l'air, après passage dans la canalisation et au point marqué « branchement sur la magnéto », des étincelles de 2,8 mm entre deux boules de fer doux de 24 mm de diamètre (mesure prise dans les conditions suivantes : température de l'air, 18°1; — état hygrométrique, 0,83; — pression atmosphérique, 751 mm).

Cette magnéto fournit 8 étincelles par tour. Les essais d'inflammation sont opérés en donnant, pour chacun, 6 tours de manivelle en 2 secondes, soit, dans ce délai, 48 étincelles. Les étincelles sont provoquées dans le mélange gazeux, le flacon étant dans la position verticale.

Lorsque les essais de dégrossissement ont permis de prévoir qu'on approche de la limite d'inflammabilité du mélange, le bouchon de caoutchouc H, destiné à assurer, par son départ, l'expansion des gaz de combustion, est fortement enfoncé, de manière à permettre la compression dès l'apparition d'une flamme intérieure, si minime soit-elle. Les résultats obtenus par ce mode opératoire s'appliquent donc bien aux conditions de la désinfection sous vide.

On est ainsi parvenu à des dosages de CO^2 plus élevés que ceux de Jones, les limites inférieure et supérieure, sans addition de CO^2, restant cependant les mêmes.

La limite supérieure (82 à 92 p. 100 d'oxyde d'éthylène) semble en différer cependant. Il suffit de se reporter au tableau qui précède pour comprendre cette anomalie apparente : dans ces cas, on a élevé assez notablement la température, et, par suite, augmenté la compression du mélange, en produisant un nombre d'étincelles très supérieur à celui qui est utilisé au cours des essais.

De même, très certainement, parviendrait-on à avancer les limites d'inflammation de la première partie du tableau en augmentant le nombre d'étincelles, jusqu'à ce que la chaleur produite par celles-ci s'équilibre avec le rayonnement. On a jugé inutile de *fouiller* de telles conditions, qui ne présentent qu'un intérêt expérimental et différent avec chaque cas.

DOSES A UTILISER EN PRATIQUE. CONCLUSIONS RELATIVES AUX ATELIERS D'ALGÉRIE. — Une marge de sécurité de 1 volume supplémentaire de CO^2 suffit très largement pour donner un dosage pratique en fonction des chiffres du tableau.

La puissance insecticide de l'oxyde d'éthylène étant aujourd'hui assez bien connue, on en déduit que, dans la pratique, on n'en aura jamais à employer que des doses (en litres de gaz par mètre cube) de 8 à 100. En ce qui concerne les stations d'Algérie, qui utilisent les doses de 75, sous un vide de 20 mm, on constate, d'après le tableau, qu'elles doivent employer le rapport $CO^2/C^2H^4O = 6,3$ et non 7,2. Il n'en résulte aucune réduction de la puissance insecticide. Les travaux de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Hazelhoff [7] ont en effet bien démontré qu'une quantité de 70 à 100 litres de CO^2 par mètre cube, suffit largement pour jouer le rôle d'accélérateur de la respiration. Il est donc possible, dès maintenant, de réaliser une économie appréciable par un nouveau réglage du CO^2 dans les ateliers algériens.

Le nouveau prix de revient s'établit ainsi :

C^2H^4O . . .	75 litres ou 150 g (à 17 fr le kilogr.)	2,55 fr
CO^2	472,5 litres ou 945 g (à 3,25 fr le kilogr.).	3,07 —
	Total.	5,62 fr

soit une économie de 0,44 fr environ par mètre cube sur les dosages actuels. Nous exécuterons dorénavant nos essais en tenant compte, pour chaque dosage de C^2H^4O, des rapports CO^2 / C^2H^4O déterminés dans le présent travail et augmentés de la marge de sécurité d'une unité.

REPRÉSENTATIONS GRAPHIQUES. DIAGRAMMES.

1° On pourrait utiliser un diagramme où seraient portées en abscisses les quantités de C^2H^4O par mètre cube et en ordonnées, additivement, les concentrations respectives des trois composants du mélange.

Mais, dans ce diagramme, il serait contre-indiqué de porter seulement les points qui correspondent aux teneurs en CO^2 pour lesquels on n'a pas obtenu d'inflammation, de joindre ces points par un trait continu, et de délimiter deux régions distinctes par la ligne ainsi obtenue. En effet, la courbe réelle passe, pour toutes les doses de C^2H^4O, entre le point pou lequel on n'a pas obtenu d'inflammation et le point pour lequel on l'a obtenue. Entre ces deux points, le point de passage est quelconque *a priori*, puisque rien ne permet d'affirmer qu'il doive être pris plus près de la limite supérieure que de la limite inférieure. La seule chose qu'on sache de la courbe qui doit réellement départager la zone pour laquelle l'inflammation n'a pas lieu de la zone pour laquelle l'inflammation se produit, c'est qu'elle doit être comprise en son entier entre les deux séries de points, représentant respectivement les mélanges pour lesquels l'inflammation ne se produit pas, et ceux pour lesquels elle a lieu.

Cette condition étant respectée, on doit opter pour la forme de courbe la plus simple satisfaisant au mieux ce sentiment de la continuité qu'il est bien difficile de définir, mais dont tout le monde a la notion intuitive. C'est ainsi que nous avons pu tracer une courbe limite sur laquelle n'apparaît plus la bosse étrange comprise entre les teneurs de C^2H^4O : 54 p. 100 et 80 p. 100, bosse dont il serait bien difficile de légitimer l'existence par des considérations physiques ou chimiques, si elle ne résultait pas seulement des conditions dans lesquelles on a opéré, et du fait que dans cette zone, la fourchette, dans laquelle est compris le point vrai de la courbe à tracer, va en augmentant de plus en plus.

La méthode saine consiste donc à reporter les deux séries de points encadrants sur le diagramme sans leur attribuer une valeur limitative absolue et à tracer, entre les deux séries, une courbe *interprétative* qui a beaucoup plus de chances de s'approcher de la réalité. Le crochet de la courbe entre les abscisses 54 et 80 n'est certainement

(7) HAZELHOFF, Le CO^2, accélérateur chimique de la pénétration des insecticides gazeux dans le système trachéen des insectes par son pouvoir de maintenir ouverts les stigmates (*Journ. of Econom. Entom.*, octobre 1928, n° 5, p. 790).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pas « significant » comme disent les Anglais, contrairement au crochet entre les abscisses 4 et 10, qui, lui, traduit certainement l'allure de la variation du phénomène.

Avant de tirer une interprétation de ce diagramme, il convient d'en souligner les caractéristiques essentielles :

a) La partie pratiquement la plus intéressante du diagramme est aussi la plus difficile à interpréter graphiquement, en raison de la variation rapide des grandeurs à mesurer dans cette région, ce qui nécessite une grande multiplicité de points très rapprochés; il faut donc, pour avoir une figuration acceptable, adopter une grande échelle des abscisses, d'où un diagramme tout à fait exagéré comme dimensions pour être lisible dans la partie utile, à tel point que nous avons jugé impossible de le reproduire ici.

b) Dans la partie du diagramme qui correspond aux teneurs en C^2H^4O entre 40 et 82, les difficultés d'expérimentation précise font que les deux points représentant, pour une même abscisse, les compositions inflammable et ininflammable, sont séparés par une grande distance verticale. Ce fait donne, d'une part, une impression d'expérimentation peu poussée, et d'autre part, incite à tenir compte, comme correspondant à une réalité, des variations accidentelles de la position des points figuratifs, variations dues seulement au fait que l'on ne pouvait plus faire varier la teneur en CO^2 que de quantités qui en venaient à constituer un pourcentage important de la quantité totale de CO^2 nécessaire.

Il nous a semblé que ces inconvénients, qui frappent l'œil, pouvaient être corrigés en utilisant pour le graphique un papier à graduation logarithmique, et il semble bien que les résultats de cette transposition soient assez heureux (fig. 2).

En effet, d'une part, on n'a éprouvé aucune difficulté pratique à porter sur le diagramme tous les points qui avaient été relevés expérimentalement aux essais, ces points étant bien distincts les uns des autres, et la courbe intercalaire facile à tracer. D'autre part, l'intervalle entre les points tracés sur toute la branche à peu près horizontale de la courbe reste sensiblement constant, et l'intervalle qui sépare, pour chaque valeur de l'abscisse, le point d'inflammation possible du point d'inflammation impossible reste également du même ordre de grandeur de bout en bout de la courbe. La diminution de l'échelle des ordonnées est donc sensiblement en proportion de la diminution de la précision possible des mesures, dans la région considérée du diagramme.

Enfin, le fait que la division logarithmique ne comporte pas de *zéro* (le zéro étant reporté à une distance infinie à gauche en ce qui concerne les abscisses, vers le bas en ce qui concerne les ordonnées) n'a pas d'importance, puisque ni les abscisses ni les ordonnées ne passent par la valeur zéro dans la région intéressante du diagramme.

On peut interpréter les résultats obtenus de la manière suivante.

On remarquera d'abord que la combustion de l'oxyde d'éthylène suivant la réaction [1] montre que 1 volume de vapeurs d'oxyde d'éthylène nécessite, pour brûler complètement, 2,5 volumes d'oxygène ou $\frac{2{,}5 \times 100}{21} = 11{,}9$ volumes d'air.

Or, on constate que l'action retardatrice de l'acide carbonique est peu intense, c'est-à-dire que la courbe où on porte la teneur d'oxyde d'éthylène en abscisses prend une allure très rapidement croissante, jusqu'au moment où la proportion de l'air à l'oxyde d'éthylène devient, en volume, inférieure à cette valeur 11,9, c'est-à-dire

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

jusqu'au moment où l'oxyde d'éthylène cesse de se trouver en présence d'une quantité d'air supérieure à celle qui serait nécessaire pour assurer sa combustion complète. A partir de ce moment, la combustion revêt le caractère d'une combustion étouffée et incomplète, et l'allure de la courbe change brusquement, la présence de l'appoint de CO^2 prenant immédiatement une grande importance.

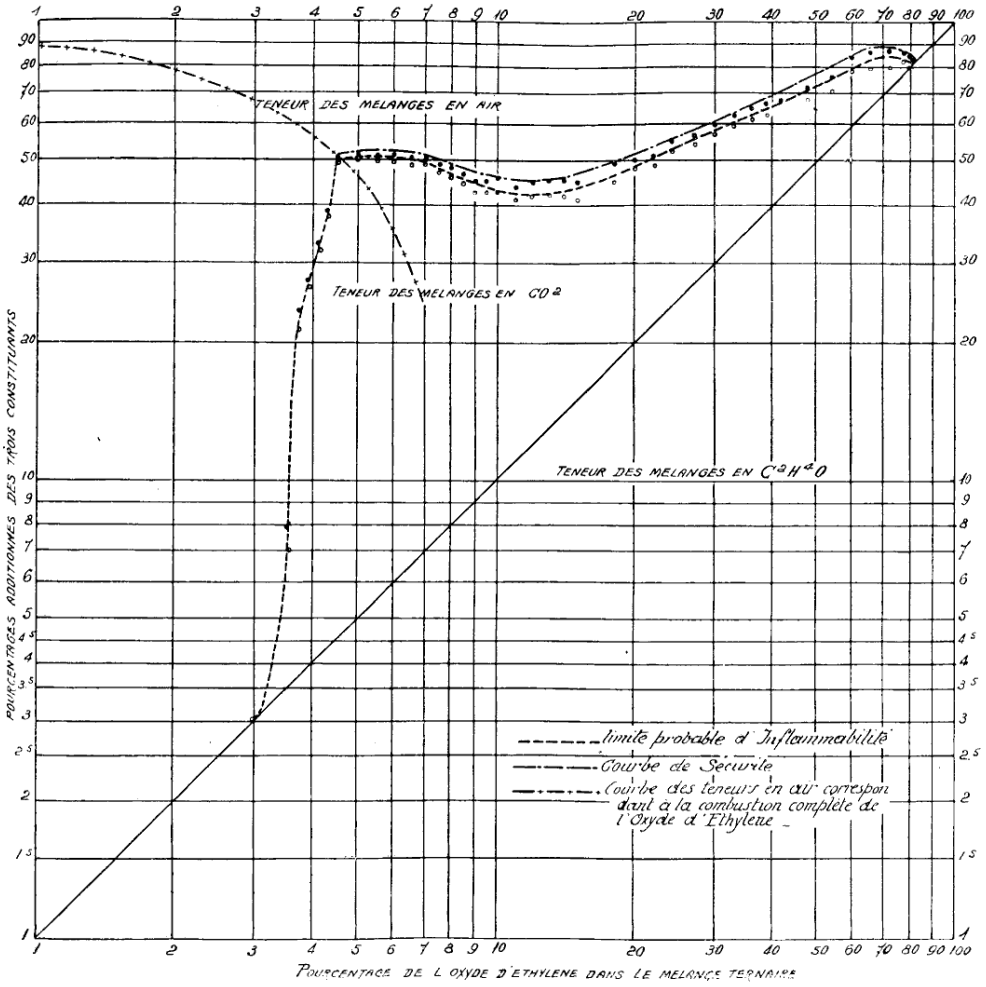


Fig. 2. — Résultats obtenus à l'Insectarium d'Alger transposés sur papier à graduation logarithmique.

Du reste, l'allure de la courbe est d'interprétation plus difficile parce que, en présence d'une quantité insuffisante d'air, interviennent des réactions de combustion incomplète, dans lesquelles il peut y avoir production d'oxyde de carbone ou même de carbone libre, réactions dans lesquelles le gaz carbonique lui-même peut intervenir, par exemple suivant la réaction :

$$C^2H^4O + CO^2 + O^2 = 2H^2O + 3CO \qquad [2]$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui est probablement exothermique dans son ensemble et qui, si elle ne peut s'amorcer seule, peut toutefois, une fois que la décomposition de l'oxyde d'éthylène est amorcée par la réaction [1], permettre la décomposition de quantités plus élevées d'oxyde d'éthylène que la teneur en air du mélange ne semblerait l'indiquer.

Enfin, comme il a été dit plus haut, il n'est pas douteux qu'en présence

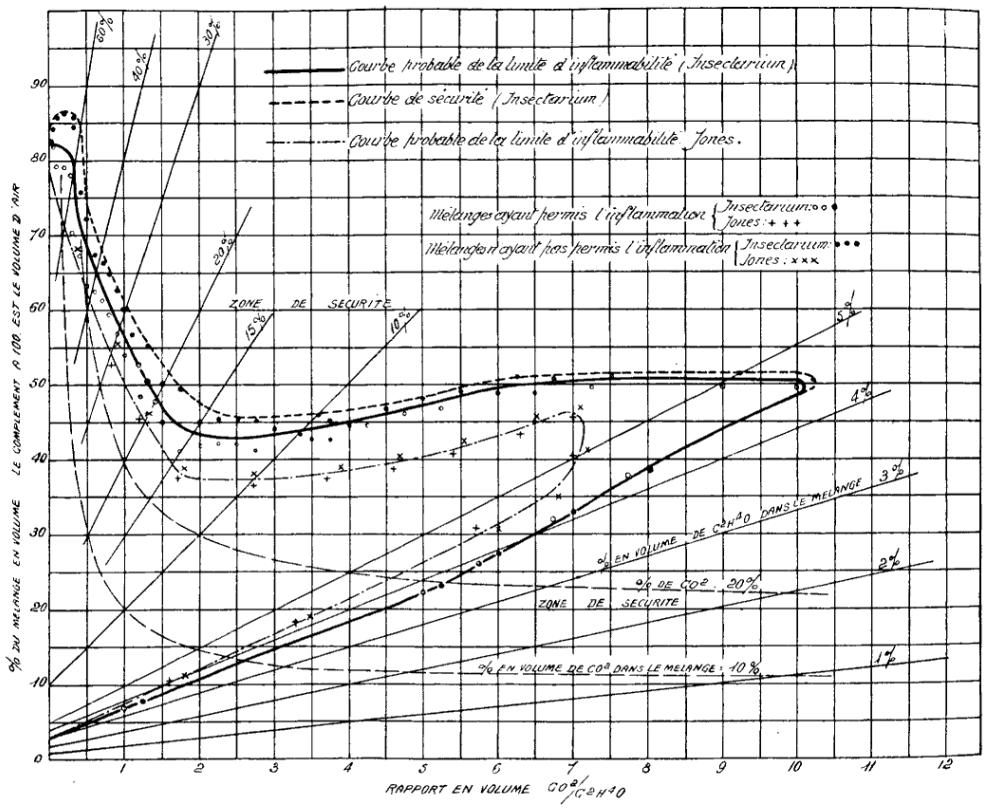


Fig. 3. — Comparaison, au moyen de la méthode graphique de Jones, des résultats obtenus par Jones et de ceux de l'Insectarium d'Alger.

d'une insuffisance marquée d'air, il n'y ait aussi une décomposition partielle avec formation de carbone, et ici encore le gaz carbonique peut jouer un rôle actif.

2° Diagramme établi en adoptant le mode de représentation de Jones (fig. 3). Le seul intérêt de ce mode de représentation est qu'il permet une confrontation aisée des résultats de Jones avec les nôtres. Mais le système de coordonnées adopté par Jones — rapport CO^2 / C^2H^4O en abscisse, et pourcentage du mélange en ordonnée — préjuge nettement de la solution à donner au problème, à savoir qu'il s'agit de déterminer le mélange préalable de CO^2 et de C^2H^4O qu'il est convenable de préparer pour *tous les emplois*. Or, les essais de l'Insectarium d'Alger montrent qu'un tel mélange, bon à tous usages, ne peut être adopté qu'au prix d'une consommation excessive de CO^2 *dans certains cas particuliers*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

3° Le seul diagramme vraiment acceptable est celui (fig. 4) qui fait ressortir, sur le même plan, les pourcentages des trois composants du mélange, alors que dans un mélange où figurent les trois constituants A, B et C, dont les pourcentages respectifs sont a, b et c, il n'y a aucune raison, si ce n'est des raisons commerciales qui n'ont rien à voir avec les principes d'une étude scientifique, à adopter comme coordonnées[8] :

$$x = \frac{a}{b} \qquad \text{et} \qquad y = \frac{a+b}{a+b+c}.$$

Il semble que le graphique de Jones ait l'avantage de mieux « détailler » la

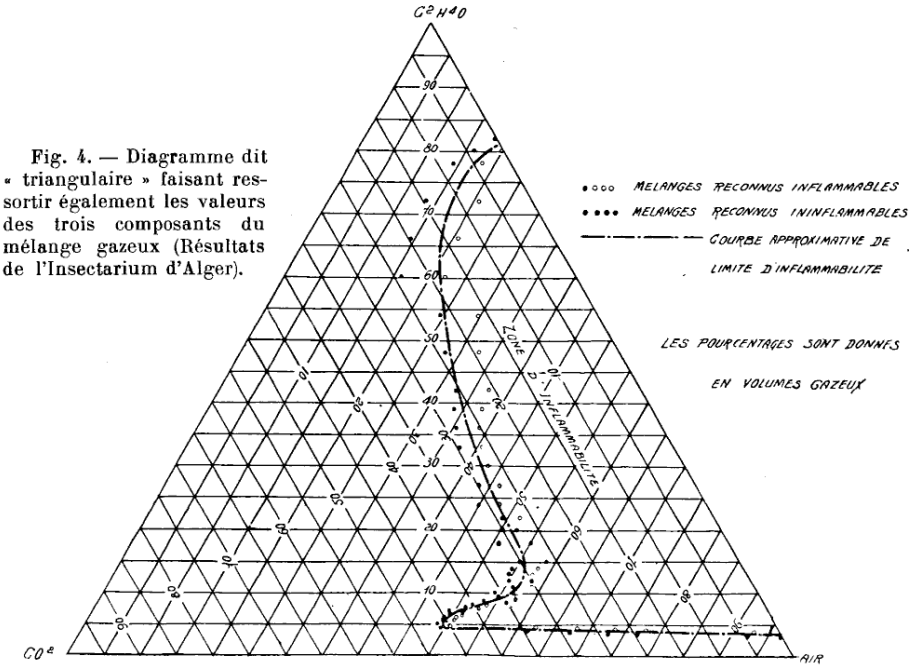


Fig. 4. — Diagramme dit « triangulaire » faisant ressortir également les valeurs des trois composants du mélange gazeux (Résultats de l'Insectarium d'Alger).

courbe dans la zone des dosages usuellement employés. Nous ne croyons pas que ce soit là un point important, car toute la gamme des concentrations est réalisée dans la pratique entre le moment où le produit (ou le mélange) commence à se vaporiser et à diffuser dans l'espace qui lui est offert, et le moment où, la diffusion (ou le rinçage) aidant, la teneur en CO^2 et C^2H^4O tend vers zéro dans l'atmosphère de la pièce ou de l'autoclave. Il n'y a donc pas de région de l'aire triangulaire qu'il faille étudier plus qu'une autre.

Le grand inconvénient du graphique de Jones, c'est de ne pas du tout faire ressortir la valeur, pour chaque point, de la teneur de l'atmosphère en oxyde d'éthylène, et, en définitive, c'est cette notion, absente du diagramme, qui est la plus importante.

(8) $a = CO^2$; $b = C^2H^4O$; $c =$ air.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE

MÉTHODE GRAPHIQUE DE JONES

On porte sur le graphique (fig. 3) un certain nombre de points représentant, les uns la composition des mélanges pour lesquels on a constaté l'impossibilité de l'inflammation, les autres la composition des mélanges pour lesquels on a constaté la possibilité de cette inflammation.

En raison de l'écart assez grand qui existe entre les deux séries de points, ni les uns ni les autres ne représentent les dosages minimum ou maximum pour lesquels l'inflammation est impossible (ou possible). D'autre part, on n'a dans aucun cas une idée de l'erreur commise, c'est-à-dire qu'on ignore si la courbe séparant la zone des inflammations possibles de celle des inflammations impossibles, passe plus près du point correspondant à l'inflammation impossible ou du point correspondant à l'inflammation possible.

La courbe qui joint les points de chaque série n'a donc pas, par elle-même, une grande signification; en tout cas, les menus accidents ou irrégularités qu'elle présente, ne doivent pas être pris comme correspondant à une réalité profonde du phénomène, car, le plus souvent, ces irrégularités doivent être attribuées au mode opératoire adopté et à l'écart admis entre les doses essayées.

Pour interpréter graphiquement les mesures, on peut donc :

1° se borner à figurer les points, en indiquant par un signe distinctif s'ils représentent les mélanges pour lesquels l'inflammation est possible ou impossible. On représente ainsi exactement les résultats des expériences, sans faire aucune part à l'hypothèse ou à l'intuition, mais le graphique ainsi obtenu est difficilement lisible;

2° chercher à faire passer, entre les deux séries de points, une courbe qui les sépare complètement, cette courbe présentant la plus grande simplicité possible entre toutes celles qui répondent à cette condition. Il est difficile de définir exactement ce qu'il faut entendre par « maximum de simplicité » bien que cela s'entende assez bien par intuition. On pourra dire que, analytiquement, ce sera la courbe présentant le minimum de points d'inflexion, la variation la plus lente et la plus régulière des rayons de courbure, et, d'une manière plus précise, une courbe représentant une fonction dont les dérivées première, seconde, etc... auront un nombre minimum de racines. Il y a ainsi quelque chance que la courbe ainsi établie épouse assez exactement la forme de la courbe *inconnue* délimitant les aires d'inflammabilité et de non-inflammabilité. Pratiquement, c'est d'ailleurs ainsi que l'on opère en général en pareil cas;

3° tracer une courbe, aussi « simple » que possible, et telle que tous les points correspondant à des mélanges dont on a constaté l'ininflammabilité se trouvent, par rapport à cette courbe, du côté de l'aire d'ininflammabilité. La courbe ainsi définie pourra être prise comme une *courbe de sûreté*, telle que, pour tout point situé, par rapport à cette courbe, du côté de l'aire d'inflammabilité, on est pratiquement sûr de l'inflammabilité du mélange.

Si le problème que l'on se pose est de préparer des mélanges ininflammables, on définit la courbe de sécurité comme laissant du côté de l'aire d'inflammabilité tous les points pour lesquels on a déterminé l'inflammabilité du mélange.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Entre ces deux courbes de sécurité, se trouve une *zone douteuse*, pour laquelle on risque de constater, soit l'inflammabilité, soit l'ininflammabilité, sans que la position du point sur le graphique, tel qu'il a été tracé, permette de prévoir en toute certitude, le résultat que l'on obtiendra.

Il est intéressant, pour rendre le graphique de Jones plus facilement interprétable, d'y tracer les droites correspondant à des pourcentages constants du mélange total en oxyde d'éthylène. L'allure même qu'affectent ces droites montre combien la notation de Jones est arbitraire, car on devrait, pour une propriété aussi essentielle des mélanges que leur teneur en gaz actif, obtenir une représentation graphique moins compliquée et de plus en plus lisible à mesure que la teneur en oxyde d'éthylène s'élève.

On peut de même, tracer les courbes correspondant à des teneurs données du mélange en CO^2. Les teneurs du mélange global en air s'obtiennent en retranchant de 100 l'ordonnée du point considéré. Les courbes d'égale teneur en CO^2 sont des hyperboles équilatères.

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE ROUEN
DISTRIBUTION SOLENNELLE DE RÉCOMPENSES
(Rouen, 6 mai 1934),

par M. Ed. SAUVAGE, *membre du Conseil de la Société d'Encouragement.*

Pour la neuvième fois la Société industrielle de Rouen a célébré sa grande fête annuelle, en distribuant des récompenses aux ouvriers et employés de tous grades des établissements industriels et commerciaux, sous la présidence de M. Raoul DAUTRY, directeur général des Chemins de Fer de l'État, conseiller technique à la Présidence du Conseil.

Cette réconfortante cérémonie s'est déroulée avec l'éclat habituel dans la vaste enceinte du cirque de Rouen. Sur l'estrade, aux côtés de M. Dautry et de M. RENARD, président de la Société industrielle, avaient pris place le Préfet de la Seine-Inférieure, le Maire de Rouen, les plus hautes notabilités du département et de nombreux autres invités, parmi lesquels notre Société était représentée.

En ouvrant la séance, M. Renard rappela en quelques mots l'œuvre du Président de la réunion : Ingénieur en chef du réseau du Nord, M. Dautry, après la guerre, dirigea la reconstitution de ce réseau, reconstitution dans laquelle il accorda une grande place aux œuvres sociales. Depuis 1928, à la direction du réseau de l'État, il a fait de celui-ci un des mieux outillés. Puis M. Renard remercia les invités, dont la présence prouve l'intérêt qu'ils portent à la Société industrielle, et, à la suite d'une courte allocution, céda la parole à M. Dautry.

Après avoir montré combien l'activité et les heureux efforts d'un organisme comme la Société industrielle constituaient un réconfort et un louable exemple, l'orateur insiste sur l'un des résultats les plus graves du désordre actuel.

« Trente millions de chômeurs dans le monde nous offrent aujourd'hui le spectacle paradoxal de la misère dans l'abondance et soulignent la cruauté qui résulte du désordre anarchique de nos systèmes économiques. Ces hommes sont cependant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

faits de chair et d'âme. Allons-nous laisser la misère les ruiner physiquement et les dégrader moralement? N'est-ce pas une tâche qui s'impose d'urgence, dans tous les pays et à tous, de faire ce qu'il faut pour assurer à tous les êtres humains les conditions nécessaires à une vie matérielle et à une vie spirituelle plus dignes? »

Puis il rappelle ce qu'a fait la Société industrielle :

« Vous avez su persuader patrons et ouvriers de la communauté d'intérêt qui les unit par-dessus les barrières de classe. Dans l'excessive rationalisation que nous voyons souvent triompher, vous avez humanisé l'apprentissage et la production, sauvé le caractère traditionnel du produit français, la qualité, préservé cette éminente dignité de l'ouvrier de France qui en fait avant tout un homme, et ne dépend pas de la nature du métier, mais de la façon dont on le fait, de l'importance de la situation, mais de la façon dont on vit.....

« Il ne s'agit ni de rétablir les « galères » pour donner du travail aux hommes, ni de construire des outils inutiles, ni de rendre les prix de revient excessifs, ni d'entretenir des désordres vains, mais d'utiliser à des fins humaines la science, le capital, la machine et le travail. »

Dans une seconde partie de son discours, M. Dautry parle des conférences qui se tiennent à Rouen, sous sa haute direction, afin d'établir une collaboration entre les moyens de transport. Il dit pourquoi le département de la Seine-Inférieure a été choisi comme champ d'expérience et expose les données du problème.

« Un accord de bonne volonté entre les transporteurs ou, à défaut, un accord de bonne foi entre leurs représentants, ou, au pis aller, en fin de compte, un arbitrage des intérêts en présence sera sanctionné finalement par l'autorité publique en tenant compte des intérêts raisonnables des usagers, en écartant à la foi leurs désirs excessifs et coûteux pour le pays, et les intérêts privés parasitaires. »

Dans sa péroraison, il fait appel aux sentiments les plus nobles :

« Quand, par une collaboration plus étroite des intérêts et des ambitions légitimes, la nation aura assuré à tous ses fils une vie moins défiante, moins hargneuse, moins heurtée et finalement plus heureuse, elle pourra plus facilement se pencher sur leur esprit et sur leur âme et leur proposer un idéal de vie qui ait quelque grandeur. Autant que le *redressement des choses*, importe le *redressement des esprits*. Au moment où une réorganisation nationale doit être entreprise dans l'effort et le sacrifice, *un problème de foi et d'éducation se pose* : on ne se bat bien que pour ce que l'on aime, on n'aime vraiment que ce que l'on connaît. Le scepticisme dissolvant n'est pas plus de mise spirituellement qu'intellectuellement et moralement.

« Le problème de notre époque n'est pas plus de briser les instruments du progrès et de revenir sur les résultats acquis que de laisser courir les risques et les aventures auxquels conduisent l'incertitude intellectuelle et le trouble moral.

« Dans chaque homme, dans chaque métier, dans chaque corporation, dans toutes les forces de notre activité, industrielle, intellectuelle, spirituelle, politique, le vrai problème consiste à rétablir les vertus du bon sens et la discipline morale, l'honnêteté, base de toute confiance, et le sérieux, condition de tout travail. »

La Société industrielle de Rouen publiera *in extenso* le discours de M. Dautry.

Parfaitement organisée par M. D'Anjou, secrétaire de la Société, et ses collaborateurs, jeunes gens et jeunes filles, la distribution des récompenses eut lieu dans le plus grand ordre et avec rapidité.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Elle commença par la remise des médailles du travail de l'État : 19 médailles de vermeil pour 50 ans de services, et 62 médailles d'argent pour 30 ans. A cette occasion, le Préfet fit savoir que M. Dautry était aussi un médaillé du travail.

Vinrent ensuite les récompenses de la Société industrielle : 57 médailles d'or pour un minimum de 40 années de services ininterrompus dans un même établissement, 91 médailles de vermeil pour 30 années, 13 médailles d'argent grand module pour services exceptionnels, 138 médailles d'argent pour 20 années.

Certaines de ces médailles ont été remises aux titulaires par le Président de la Société et par des invités, mais le plus souvent par le patron de l'établissement où travaille le lauréat. Une gratification pécuniaire accompagne la médaille.

Les médailles d'argent grand module récompensaient au moins 50 années de services dans le même établissement, 60 années pour M. L. MARTIN, passeur de coupes, et pour Mlle B. MOREAU, bancbrocheuse, 62 pour M. A. DESHAYES, manœuvre.

A cette distribution de récompenses étaient jointes quelques médailles d'argent grand module, offertes par la Société industrielle à l'ASSOCIATION NORMANDE POUR PRÉVENIR LES ACCIDENTS DU TRAVAIL.

Ces médailles ont été attribuées à des directeurs d'usines ou à des chefs de service pour le souci constant de la protection des travailleurs, pour les améliorations apportées au matériel et la réalisation de conditions particulièrement satisfaisantes de sécurité dans le fonctionnement de l'ensemble des services qu'ils dirigent.

A la même Société, le Préfet remit une médaille d'argent, au nom du départe ment, et la ville de Rouen quelques plaquettes.

Des diplômes de certificats d'aptitude professionnelle furent attribués à trois élèves du *Cours d'Aides-Chimistes de la Société industrielle de Rouen*; puis le palmarès donne la liste des élèves des cours de filature et de tissage de l'Institut chimique de Rouen ayant obtenu le certificat de filature et de ceux ayant obtenu le certificat de tissage, pour l'année scolaire 1932-1933.

Une dernière mention n'est pas sans intérêt : les MINISTRES DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DU COMMERCE ET DE L'INDUSTRIE, DU TRAVAIL ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALE, DES COLONIES, sur la proposition du Jury de la 3e Exposition patronale du Travail, tenue à Paris en 1933, ont reconnu comme deux des *meilleurs ouvriers de France* : M. FOURNIER (Émile), teinturier, et M. LANGLOIS (Pierre), aide-chimiste.

A la suite de cette cérémonie, la Société industrielle a convié ses invités à un déjeuner. Des médailles y furent remises à MM. V. STEINER et Ch. REBER, membres de la Société industrielle depuis 50 ans.

Au dessert, M. Renard prononça quelques paroles fort aimables pour ses invités, et M. Dautry les égaya par une humoristique allocution.

Le palmarès de la distribution de récompenses existe à la bibliothèque de la Société d'Encouragement (Pièce n° 13.671).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ

COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 5 JUIN 1934)

par M. Ed. SAUVAGE, *président du Comité des Arts mécaniques.*

Jouets intéressants présentés à la Société.

Certains jouets appliquent d'ingénieux principes, réalisés à l'aide de constructions très simples. Les descriptions qui suivent en donnent deux exemples. Il s'agit de jouets présentés à notre Société, ce qui arrive assez rarement.

AUTOMOBILE-JOUET DE M. PIERRE BILLON, A PROPULSION ET A DIRECTION ASSURÉES PAR UN MÊME ORGANE.

Un jeune inventeur, M. Pierre Billon, 144, rue de Flandre, Paris (19e), a construit pour son jeune garçon une petite imitation de voiture automobile à pousser par des enfants dont la particularité est que les roues d'avant reçoivent un mouvement de braquage. Une tige inclinée, qui part de l'avant, traverse l'arrière du petit véhicule et s'élève à une hauteur convenable, sert à la direction comme à la propulsion; elle se termine, à la partie supérieure, par un volant qui la fait tourner : la rotation, dans un sens et dans l'autre, déplace un lien transversal qui fait braquer les roues d'avant. Un ressort, formé d'une bande de caoutchouc, fixée en son milieu au châssis de la voiture et à ses extrémités aux leviers de braquage, ramène les roues à leur position normale.

L'enfant, tout en poussant le véhicule, en commande la direction, ce qui donne un réel intérêt à la manœuvre.

La tige de manœuvre porte une articulation dans la partie libre à la sortie de la voiture, ce qui rend la conduite plus commode qu'avec une tige rigide.

Les quatre roues, indépendantes, sont munies de bandages élastiques, constitués par un enfilage de rondelles plates en caoutchouc, portant normalement sur la jante; ces rondelles sont serrées par un fil métallique qui les traverse et par une bande de caoutchouc collée sur la partie extérieure et formant la surface de roulement.

Ce jouet a fait l'objet d'un brevet d'invention, daté du 22 juin août 1934, au nom de M. Pierre Billon.

LE VIROPLANE DE M. JEAN FIEUX.

Le jouet imaginé et construit en 1909 par notre collègue, M. J. Fieux, alors qu'il était tout jeune, est intéressant pour plusieurs raisons. Il est ingénieux, amusant, bien présenté et instructif, car on y trouve une application des effets du mouvement gyroscopique : c'est donc ce qu'on appelle un jouet scientifique; mais ce qu'il a de plus intéressant peut-être, c'est qu'il fournit un exemple typique de l'action que peut avoir un encouragement donné à temps sur l'orientation de toute une carrière : le viroplane prit part en 1909 au Concours Lépine, et il y reçut la plus haute de ses récompenses, le Grand Prix. C'était peu de chose mais cela donna confiance au jeune inventeur, qui entreprit et poursuivit avec persévérance des travaux sur le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

gyroscope; il y réussit; aussi 24 ans plus tard, le 11 décembre 1933, l'Académie des Sciences décernait à M. Fieux, ingénieur-conseil aux Établissements Schneider, le Prix de la Marine pour ses applications du gyroscope, savoir : un appareil anti-roulis; un dispositif de freinage des avions sur les navires porte-avions; une suspension de gyroscope avec tourillons activés, applicable aux instruments de précision; un système de stabilisation des appareils de bord. Tous ces appareils sont maintenant d'un usage courant dans la Marine française.

Dans le viroplane, fabriqué et vendu seulement depuis trois ans, sous le nom de *gyroplane*, par un grand magasin de Paris, l'inventeur a utilisé la précession due au mouvement gyroscopique.

Tout solide de révolution animé d'un mouvement de rotation rapide autour de son axe, et soumis à un couple de forces extérieures, prend un second mouvement

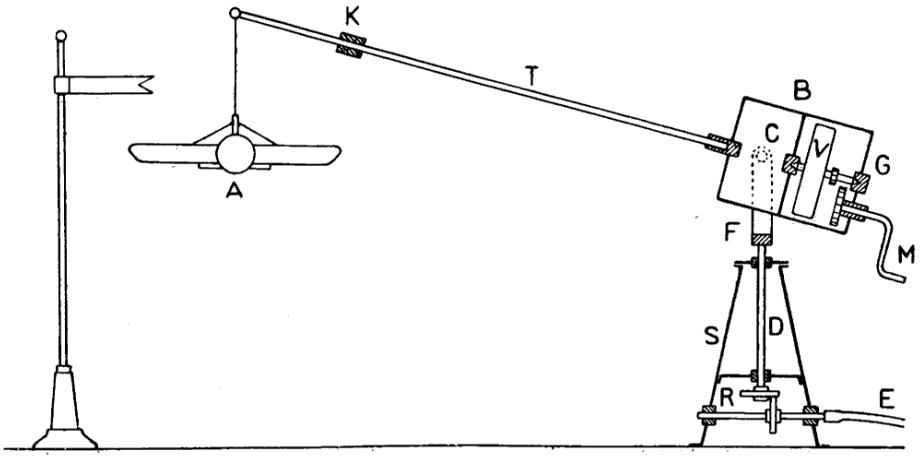


Fig. 1. — Schéma du viroplane.

de rotation, appelé mouvement de précession, autour d'un axe parallèle à la direction de ces forces. Ainsi l'axe de la toupie de Foucault, soumise au couple de la pesanteur et de la réaction du support, décrit un cône ayant pour axe la verticale passant par le point fixe, c'est-à-dire par la pointe de la toupie.

Le viroplane comprend (fig. 1 et 2) : un volant V, enfermé dans une boîte cylindrique en fer-blanc B. L'axe de cette boîte est prolongé extérieurement par une tige d'acier T de 50 cm de longueur environ, à l'extrémité de laquelle est suspendu un petit aéroplane A. L'ensemble est supporté par les tourillons horizontaux C des extrémités de la fourche F, de telle façon qu'un couple convenable, dû à la pesanteur, soit toujours en faveur de l'aéroplane, qui, par suite, tend à rester à terre. Cette fourche est solidaire de l'axe vertical D du renvoi à friction R dont la sellette S constitue le bâti. L'axe horizontal de ce renvoi est prolongé extérieurement par un flexible E terminé par un bouton. Enfin, la vitesse de rotation du volant est communiquée par le train d'engrenages G commandé par la manivelle M.

Étant suspendu à l'extrémité de la tige, l'aéroplane est asservi aux différents mouvements de précession du volant. Ces mouvements ne peuvent être dus qu'à deux couples : 1° au couple vertical constant, dû à la pesanteur; 2° au couple horizontal variable, communiqué par le flexible et le renvoi.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Au couple résultant correspond à chaque instant un mouvement de précession bien déterminé. C'est ainsi qu'en roulant le bouton du flexible entre les doigts, de gauche à droite, on provoque le démarrage et le mouvement ascensionnel de l'aéroplane, et qu'on le fait descendre et atterrir en roulant le bouton en sens contraire. Pour obtenir le planement régulier à une hauteur déterminée, il faut laisser le couple de la pesanteur agir seul.

Un curseur K, pouvant se déplacer d'une extrémité à l'autre de la tige T, permet

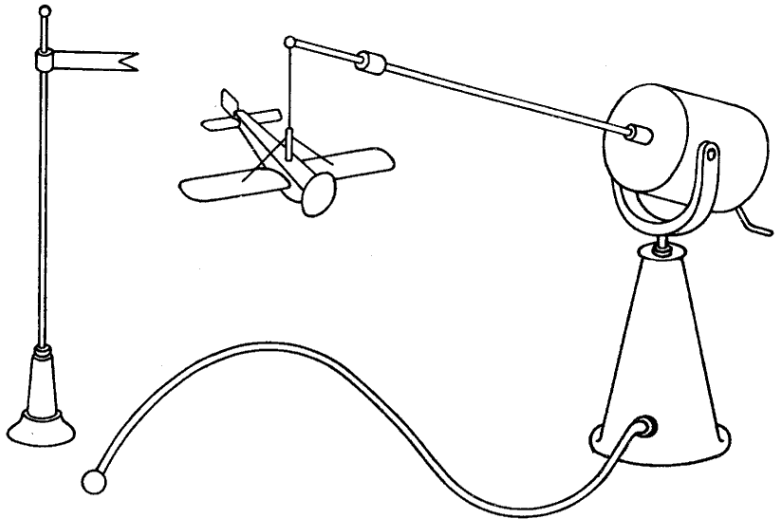


Fig. 2. — Vue d'ensemble du viroplane.

de régler le couple dû à la pesanteur et par suite la vitesse moyenne de précession, c'est-à-dire la vitesse de l'aéroplane.

Enfin, dans le but de faire du viroplane un jouet d'adresse en même temps qu'un jouet d'intérêt scientifique, on a placé sur la piste de l'aéroplane un certain nombre de petits drapeaux qui sont autant d'obstacles à éviter ou de buts à atteindre.

Il va de soi que tout autre appareil qu'un aéroplane pourrait le remplacer; mais à l'époque de l'invention, Blériot venait de traverser la Manche en avion et il était naturel que le jouet participât à l'enthousiasme général; d'ailleurs, il n'est pas encore démodé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE EN JUIN 1934.

Dons de M. Léon Masson, membre du Conseil d'Administration :

DUMAS (M.). — **Leçons sur la philosophie chimique**, professées au Collège de France (recueillies par M. BINEAU). 2e édition. In-8 (23 × 14) de 470 p. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1878. **18390**

DUMAS (J.-B.). — **Discours et éloges académiques.** In-8 (23 × 14). Tome I : de LIII + 315 p.; Tome II : de 329 p. Paris, Gauthier-Villars, 1885. **18391-2**

*
* *

Don de la Société industrielle de Mulhouse :

Le Centenaire de la Société industrielle de Mulhouse. In-4 (35 × 26). Tome I: *Son activité et ses créations de 1826 à 1926*, de 279 p., XXIX pl.; Tome II: *L'industrie et le commerce à Mulhouse et dans le Haut-Rhin de 1900 à 1925*, de 252 p., pl. XXX à XL. **18393-4**

*
* *

Don du périodique : *Le Génie Civil* :

PAPIN (MAURICE-DENIS). — **Pour se préserver des dangers de la foudre et de l'électricité.** In-12 (18 × 11) de 208 p., 23 fig. Paris, G. Doin et Cie, 8, place de l'Odéon (6e), 1934. **18395**

IZARD (L.), DES CILLEULS (J.) et KERMARREC (R.). — **La guerre aéro-chimique et les populations civiles.** Étude historique, clinique, thérapeutique et préventive. 3e édition, revue et augmentée. In-8 (23 × 15) de 312 p., fig. Paris, Charles-Lavauzelle et Cie, 124, boul. Saint-Germain (6e), 1933. **18396**

IHNE (A.). — **Le séchage des bois**, à l'usage des conducteurs et des constructeurs de séchoirs. 2e édition. In-8 (25 × 16) de IX + 171 p., 77 fig. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1934. **18397**

GRASSER (Dr GEORG). — **Petit traité pratique et théorique du tannage au chrome.** Traduit par Georges MARMIESSE et Marc DIETZ. In-8 (25 × 16) de XI + 246 p., 43 fig. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1934. **18398**

GUNTHER (N. M.). — **La théorie du potentiel et ses applications aux problèmes fondamentaux de la physique mathématique** (Collection de monographies sur la théorie des fonctions, publiée sous la direction de M. Émile BOREL). In-8 (25 × 16) de 303 p., 49 fig. Paris, Gauthier-Villars, 1934. **18399**

SCHEIDIG (ALFRED). — **Der Löss und seine geotechnischen Eigenschaften.** In-8 (25 × 16) de XII + 233 p., 132 fig. Dresden und Leipzig, Theodor Steinkopf, 1934. **18400**

LUDIN (ADOLF). — **Wasserkraftanlagen.** 1. Hälfte : *Planung, Triebwasserleitungen und Kraftwerke.* In-8 (25 × 16) de XVIII + 515 p., 601 fig. Berlin, Julius Springer, 1934. **18401**

*
* *

Traité de chimie minérale, publié sous la direction de PAUL PASCAL; secrétaire général : PAUL BAUD. In-8 (26 × 17). Tome VI, fascicule I : *Métaux alcalins, potassium, sodium*, par A. CHRÉTIEN, L. HACKSPILL, P. ROLLET, de XXIII + 726 p., 238 fig. — Tome VI, fascicule II : *Lithium, élaboration des métaux alcalins, calcium, strontium, baryum*, par P. BAUD, L. CHASSEVENT, A. MAILLARD, H.-J. PINK, A.-P. ROLLET, p. 727-1332, fig. 239-338. Tome VIII : *Éléments des terres rares, cuivre, argent, or, mercure*, par F. BOURION, A. CONDUCHÉ, J. ISABEY, F. MEYER, L.-J. OLMER, C. TOURNEUX, de XXIII + 1180 p., 127 fig. — Tome XII : *Radioéléments, gaz rares, étude générale des alliages, addenda*, par J. AMIEL, G. CHAUDRON, P. CHEVENARD, M. CURIE, E.-L. DUPUY, J. ESCHER-DESRIVIÈRES, H. FORESTIER, A. LEPAPE, M. OSWALD, P. PASCAL, A. PORTEVIN, A. ROUX, A. SANFOURCHE, de XXIII + 856 p., 483 fig. Paris, Masson et Cie, 120, boul. Saint-Germain (6e), 1934. **18402-3-4-5**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES ÉLECTRICIENS. — **Célébration du cinquantenaire de la Société française des Électriciens (1883-1933)**, constituée le 15 novembre 1883, reconnue d'utilité publique le 7 décembre 1886. In-4 (27 × 18) de 159 p. **18406**

VEIL (SUZANNE). — **Les périodicités cinétiques** (Exposés de chimie générale et minérale, publiés sous la direction de Paul PASCAL. IV : Les phénomènes périodiques de la chimie. II) *Actualités scientifiques et industrielles, 154*). In-8 (25 × 16) de 32 p. Paris, Hermann et Cie, 6, rue de la Sorbonne (5e), 1934. **18407**

*
* *

MERKLEN (J.) et VALLOT (E.). — **Ruptures et avaries accidentelles des rails.** État actuel de la question et améliorations à envisager (ex *Génie civil*, 5 et 12 mai 1934). In-8 (24 × 16) de 22 p., 18 fig. Paris, Publications du journal « Le Génie civil », 5, rue Jules-Lefebvre (9e), 1934. (*Don de M. J. Merklen.*) **Pièce 13852**

GODFERNAUX (R.). — **Les grands réseaux de chemins de fer français.** Année **1933.** In-12 (18 × 12) de 40 p. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1934. **Pièce 13853**

COUTROT (JEAN). — **Le système nerveux des entreprises** (Bureau d'ingénieurs conseils en rationalisation). In-4 (27 × 21), de 43 p., 35 fig. Paris, Delmas, 7, rue de Madrid (8e). **Pièce 13854**

HYMANS (ERNST). — **Analyse des facteurs de la production** (Bureau d'ingénieurs conseils en rationalisation). In-4 (27 × 21) de 15 p., 20 fig. Paris, Delmas. **Pièce 13855**

PETIT (DANIEL). — **Application des produits réfractaires dans les foyers et en particulier dans ceux des générateurs à vapeur** (Les produits réfractaires industriels, 3e série, n° 1). In-4 (28 × 22) de 33 p. (dactylographié), 18 fig. Paris, Produits réfractaires et céramiques du Nord, 48, rue de La Boëtie (8e), 1934. **Pièce 13856**

*
* *

CHAMBRE DE COMMERCE DE PARIS. — **Compte rendu des travaux.** Année **1931**. Tome I : *Commissions d'études*; Tome II : *Commissions administratives.* — Année **1932**. Tome I : *Commissions d'études*; Tome II : *Commissions administratives.* — Année **1933.** Tome I : *Commissions d'études*; Tome II : *Commissions administratives.* Paris, Librairies-imprimeries réunies, 7, rue Saint-Benoît (6e). **Pér. 148**

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. — DIRECTION DES EAUX ET FORÊTS. — **Annales.** Fascicule **62** : *Rapports et notes techniques* (France et étranger). — *Documents législatifs et administratifs. Jurisprudence, études juridiques* . Paris, Imprimerie nationale, 1932. **Pér. 9**

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. — DIRECTION DES MINES. — **Statistique de l'industrie minérale et des appareils à vapeur en France, en Algérie, dans les colonies, pays de protectorat et territoires sous mandat français pour l'année 1931.** Paris, Imprimerie nationale. **Pér. 138**

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES. — **Procès-verbaux des séances.** 2e série, Tome XV : *Session de 1933.* — Tome XVI : *Annexes du Comité consultatif d'Électricité et de Photométrie. Mémoires présentés à la session de 1933.* Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e). **Pér. 208**

BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES. — **Travaux et Mémoires**, publiés sous les auspices du Comité international, Tome XIX. Paris, Gauthier-Villars. **Pér. 208**

Annales de Physique. — Table chronologique, table par noms d'auteurs et table des matières de la 10e série, 1924 à 1933. Tomes I à XX. Paris, Masson et Cie, 120, boul. Saint-Germain (6e), 1934. **Pér. 102**

L'agent général, gérant,

E. LEMAIRE.

BRODARD ET TAUPIN, Coulommiers-Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

133e ANNÉE. OCTOBRE 1934.

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

LE GÉNÉRAL GUSTAVE FERRIÉ
(1868-1932)

Le général Ferrié, qui fut membre du Conseil de la Société d'Encouragement de 1922 jusqu'à sa mort, a joué un rôle d'une telle importance pour les destinées de la France et pour l'avenir de la science et de l'industrie, que nous avons cru devoir reproduire ici les principaux discours qui ont été prononcés après sa mort et lors de l'inauguration de divers monuments qui ont été consacrés à sa mémoire. Ce sont :

1° L'éloge funèbre du Général, par le lieutenant-colonel du Génie Paul BRENOT, qui fut son collaborateur et ami pendant 28 ans. Cet éloge a été radiodiffusé par le poste Radio-Paris, le 16 février 1932, jour même du décès du Général;

2° le discours prononcé, le 18 février 1932, par M. Robert BOURGEOIS, président de l'Académie des Sciences, aux funérailles du Général;

3° la conférence faite le 10 mars 1932, par le lieutenant-colonel P. BRENOT, à l'Association amicale des 8e, 18e et 28e régiments du Génie;

4° et 5° les discours prononcés le 10 octobre 1932, à l'inauguration des plaques indicatrices de l'Avenue du Général-Ferrié, au Champ-de-Mars, par M. Georges PERRIER, membre de l'Académie des Sciences, et M. Paul PAINLEVÉ, membre de l'Académie des Sciences et ministre de l'Air;

6° le discours prononcé le 15 novembre 1933, par M. Émile PICARD, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, lors de l'inauguration du monument élevé près du poste radiotélégraphique du Champ-de-Mars, à la mémoire du Général;

7° le discours prononcé le 17 novembre 1933, par M. René MESNY, collaborateur du général, à l'Académie de Marine;

8° et 9° les discours prononcés le 24 novembre 1933, par M. Jean PARAF, président de la Société amicale des Ingénieurs de l'École supérieure d'Électricité, et par M. DE VALBREUZE, président de la Société française des Électriciens, à Malakoff (Seine), lors de l'inauguration du médaillon du Général à cette école.

(N. D. L. R).

*
* *

Le général Ferrié,

éloge funèbre, radiodiffusé le 16 février 1932, prononcé
par M. Paul BRENOT, *lieutenant-colonel du Génie.*

Sur toutes les régions du globe les ondes électriques viennent de porter la nouvelle de la mort d'un des savants qui ont le plus fait pour les asservir et les associer au développement du progrès.

En transmettant fidèlement à des millions d'hommes, le funèbre éloge du général

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ferrié, c'est un magnifique hommage que les forces mystérieuses de la nature rendent à celui qui vient de succomber sous leurs coups.

Les résultats seuls demeurent et dominent le jugement des hommes.

Honneur donc et reconnaissance à celui qui vient de nous quitter pour entrer dans l'histoire et dont le grand exemple dicte notre devoir.

Élève à l'École Polytechnique en 1887; sous-lieutenant du Génie en 1889, le Général Ferrié remplit tout d'abord les diverses fonctions auxquelles sont appelés les officiers du Génie.

En 1893, il se spécialise dans la télégraphie et c'est quelques années après qu'il va s'attacher aux problèmes que pose l'invention de la T. S. F.

Il nous en expose lui-même les circonstances dans un mémoire de 1921 :

« Étant déjà télégraphiste et électricien, j'entrepris l'étude des phénomènes hertziens en 1898, après la publication des résultats des premiers essais de Marconi, et j'assistai, au début de 1899, aux expériences sensationnelles faites par lui entre la France et l'Angleterre. Le Ministre de la Guerre, M. de Freycinet, très intéressé par le compte rendu des résultats de ces expériences, me demanda s'il serait possible de réaliser en France, sans participation étrangère, des applications militaires du nouveau moyen de communication dont l'organe principal, le cohéreur, était dû à notre compatriote M. Branly. Je crus pouvoir donner une réponse affirmative. Ma carrière technique et scientifique fut de ce jour définitivement fixée. »

Heureuse fortune, car, dans tous les domaines de sa magnifique activité, le succès récompensera les efforts du général Ferrié.

Efforts surhumains, il faut qu'on le sache : dans les premières années, il dut lutter âprement contre l'inertie et l'incrédulité, travailler sans ressources, sans moyens.

J'ai eu l'honneur, en 1904, d'être le premier officier placé en permanence à ses côtés pour collaborer aux expériences sur l'emploi de la télégraphie sans fil aux armées. J'occupais le modeste bureau qui, plus tard, devint le sien, et qu'il conserva ensuite de longues années.

Ce bureau, un coin de couloir, trois petites cabanes en bois dans le Champ de Mars et dans les forts de Villeneuve-Saint-Georges et de Palaiseau, composaient tous les locaux de recherches. Comme personnel, une équipe de six hommes, menuisiers, mécaniciens, etc..., d'un dévouement admirable d'ailleurs, mais dont pas un n'était électricien. Pas de crédits, même pour les appareils les plus indispensables.

Voilà d'où est parti l'homme. Quelle foi, quelle ténacité, quelle habileté dut-il avoir pour faire aboutir l'œuvre à laquelle il avait donné toute son âme.

Toute son âme, en effet, car ce fut une des raisons de son triomphe. Magnifiquement soutenu par une fière compagne, qui, dès le début, avait compris le grand devoir auquel le nom de Ferrié s'était attaché, et qui ne cessa de le conseiller, de le soutenir, de l'aider même jusque dans ses travaux, il consacra toutes ses forces, tendues sans cesse à l'extrême, à servir la cause qu'il avait embrassée.

Levé dès l'aube, ignorant presque le repos, doué d'une santé de fer, d'une endurance exceptionnelle, il put aboutir là où personne autre que lui n'aurait sans doute fait la moitié du chemin. Ce fut, hélas! aussi la cause du grand malheur que nous pleurons. Pour ne pas différer de nouveaux travaux, il ne voulut pas croire au mal, aux avertissements des siens, et le mal, insidieusement, l'a terrassé.

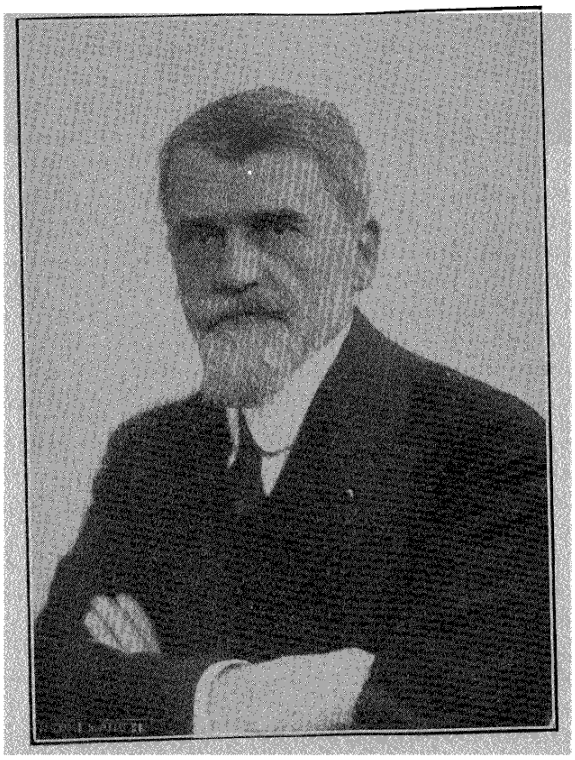
Cette mort « au champ d'honneur » du simple devoir est un sublime enseignement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'œuvre était terminée, ou presque.

Dans le domaine militaire, le général Ferrié a créé, développé toute la radiotélégraphie militaire, aidé par des collaborateurs d'élite, de plus en plus nombreux devant la grandeur de l'organisation, tous gagnés à la tâche par l'exemple qu'ils voyaient devant eux, par l'exquise cordialité de leur chef.

Postes mobiles des armées, dont les premières applications en campagne eurent



Le Général Gustave Ferrié (1868-1932).

lieu au Maroc en 1908; postes des places fortes, dont les premiers types furent créés en 1905; postes des dirigeables, expérimentés dès 1910 : dans tous les domaines le général Ferrié a bâti, en partant de rien, et laissé une organisation de premier ordre.

Toujours il paye de sa personne, et chaque fois qu'une expérience comporte un risque, il le court le premier. C'est lui qui veut partir en campagne au Maroc, avec le premier détachement de postes mobiles de T. S. F. C'est lui qui, le premier, expérimente la T. S. F. sur les dirigeables. C'est lui qui, en 1902, part aux Antilles pour remplacer par T. S. F. la communication sous-marine rompue par l'éruption de la Montagne Pelée.

La station de la Tour Eiffel, abritée tout d'abord dans une petite baraque en bois de neuf mètres carrés, au milieu de ce qui était alors la brousse du Champ de Mars,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

devient son centre de travail préféré. Il la développe, et, en 1910, crée le premier grand poste souterrain qui depuis s'est considérablement accru et transformé, surtout pendant la guerre. En 1914, directeur technique de la Radiotélégraphie militaire, il groupe autour de lui toute une élite de savants, d'ingénieurs, constitue des laboratoires et des centres d'approvisionnements qui vont permettre de subvenir sans retard à tous les formidables besoins des armées. Ces besoins, il les devance même, pressentant de nouvelles applications, l'esprit ouvert à toutes les suggestions : c'est ainsi que se créent les services de surprise des communications téléphoniques, d'écoute des bruits souterrains ou aériens de télégraphie par le sol.

Il est l'animateur de la radiotélégraphie militaire, et son influence s'étend aux armées alliées qui s'inspirent de ses idées, de ses conseils.

C'est le moment où commence son rôle international qui grandira considérablement dans la période d'après guerre.

Il a vaincu les inerties, les mauvaises volontés. D'ailleurs, personne n'ose plus douter de l'importance des applications des ondes électriques et les honneurs récompensent les magnifiques résultats.

Tous les échelons militaires sont parcourus. Général de division, ayant rang de commandant de corps d'armée, maintenu en activité sans limite d'âge par une loi spéciale du 6 avril 1930, dont l'exposé des motifs est le plus beau témoignage de la reconnaissance du pays, le général Ferrié, titulaire de tous les grands ordres étrangers, est nommé avant de mourir, grand'croix de la Légion d'Honneur.

La carrière scientifique du Général fut aussi belle que sa carrière militaire. Il adorait l'armée et fut avant tout un « militaire ». Ceux qui vivaient avec lui, sentaient l'affection profonde de son cœur pour l'arme du Génie, où il avait appris à être un homme.

Mais son esprit curieux, organisateur, se tournait vers toutes les applications des ondes électriques qu'il poursuivait, en quelque sorte, sans trêve, dans toutes leurs manifestations, pour les mettre au service de l'homme.

En dehors du laboratoire, où il invente, en 1900, le détecteur électrolytique, étudie avec Blondel, dès 1902, les antennes dirigées, crée des appareils spéciaux, il envisage les mesures de grande envergure.

Dès 1910, avec MM. Claude et Driencourt, il a résolu le problème de l'application de la T. S. F. à la mesure du temps, au réglage des pendules de précision.

Il est l'animateur de la Conférence internationale de l'Heure en 1913. Puis c'est la mesure des longitudes par une méthode devenue classique, et appliquée internationalement par une commission dont il est nommé président.

Esprit vaste, il ne cherche pas à limiter son effort d'organisation au cadre de son pays. La guerre, par le travail en commun des techniciens des armées alliées lui a montré la fécondité des grandes coopérations.

Il cherche à maintenir et élargir les collaborations qui s'étaient nouées sous l'effet des nécessités immédiates.

Les grands problèmes de la propagation des ondes, nécessitent la création d'un centre de recherches qui étende son action sur le monde entier.

Il le crée sous le nom d'Union de Radiotélégraphie scientifique internationale, et en devient le président.

Il veut, en France, organiser fortement un centre national d'études générales, qui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

répondra tout d'abord aux besoins du pays, puis constituera un des éléments importants du grand organisme international.

Il y parvient. Et le Laboratoire national de Radioélectricité, que nous lui devons, débute modestement dans les bureaux du Général, pour devenir bientôt une organisation de premier ordre. Le Général voulait y voir collaborer, comme pendant la guerre, les techniciens de l'État, les techniciens de l'industrie, pour les recherches d'ordre général qui demandent le concours de tous les efforts.

Comme complément de l'organisation de la T. S. F. qu'il avait réalisée, le Général, et ce sont ses propres paroles, estimait « indispensable de créer un enseignement élevé permettant de former de bons ingénieurs, et susceptible d'attirer des élèves étrangers ». Là également, son œuvre aboutit.

Une section de T. S. F. est constituée en 1911 à l'École supérieure d'Électricité. Il collabore lui-même, et en crée personnellement la première organisation.

Dans le domaine scientifique, le général Ferrié fut universellement admiré.

Dans toutes les grandes conférences internationales, il joua un rôle de premier plan. Il fut appelé à en présider les principales commissions, et son influence dépassa singulièrement celle d'un président de délégation. Il fut un magnifique et populaire défenseur de l'influence française, en même temps qu'un des meilleurs ouvriers des grandes coopérations internationales.

Docteur *honoris causa* des principales universités étrangères, président d'un grand nombre d'organisations, plusieurs fois lauréat de l'Institut, titulaire du prix Osiris, membre du Bureau des Longitudes, membre de l'Institut, le général Ferrié était arrivé dans la science, au faîte des honneurs.

Les admirables résultats de cette admirable carrière marquent peut-être moins dans le souvenir de ceux qui ont vécu près de lui que l'exquise bonté de son cœur.

Admiré, il le fut. Aimé, encore davantage. Sur combien de misères s'est-il discrètement penché, combien d'infortunes, lui, sans fortune, a-t-il soulagées sans hésiter, avec la parole qui arrache les larmes des yeux et crée le dévouement.

Un simple trait marquera la beauté des manifestations de son cœur et sa belle compréhension du devoir.

C'était la guerre. Peu nombreux, les officiers qui avaient jour et nuit à assurer les lourds services du centre radiotélégraphique de la Tour Eiffel s'épuisaient par manque de sommeil. Le colonel Ferrié voulut avec eux prendre le quart de service. Pendant toute la guerre, en sus de ses lourds travaux, il continua à assurer, à son tour, comme un jeune lieutenant, le trafic et la surveillance des organes du centre.

Une magnifique intelligence, appuyée sur toutes les qualités des grands animateurs du progrès, et dominée par un cœur profondément bon, voici ce que la France et l'humanité viennent de perdre.

Vous tous qui écoutez, ce soir, pensez que dans les joies quotidiennement apportées dans vos foyers par la radiodiffusion, une grande part lui est due, et que votre pensée fidèle transmette pieusement, avec gratitude, aux générations qui viennent, le souvenir du grand Français qui n'est plus.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Discours de M. Robert Bourgeois,

président de l'Académie des Sciences,

prononcé aux funérailles du général Ferrié, le 18 février 1932.

MADAME, MESSIEURS,

L'Académie des Sciences, le Bureau des Longitudes, l'armée, la science française, la science mondiale, sont en deuil. Le général Ferrié, notre confrère, qu'il y a quelques jours à peine nous voyions encore à nos séances plein de force et de vie, n'est plus. La nouvelle de l'opération grave qu'il venait de subir, puis, après un bien court délai, la nouvelle de sa mort, ont été pour nous tous comme un coup de foudre; nous sommes encore à nous demander si sa disparition est une réalité.

Celui qui vient de nous quitter était à la fois un grand soldat, un savant éminent et un remarquable organisateur. Aussi, retracer sa carrière scientifique, indépendamment de sa carrière militaire, est une impossibilité. Toutes deux s'enchevêtrent, car son ambition constante était de faire profiter l'armée, qui lui était si chère, de tout ce que sa haute compétence scientifique lui faisait découvrir et réaliser.

L'œuvre de toute la vie de Ferrié se rapporte à la télégraphie sans fil. A sa sortie de l'École polytechnique, il choisissait l'arme du Génie et, dès le début, était affecté au Dépôt central de la Télégraphie militaire. Là il est pris immédiatement par l'immense intérêt qui s'attache dès 1898 aux phénomènes de propagation des ondes; il en étudie les applications militaires et, dès lors, comme il l'a si souvent répété, sa carrière technique et scientifique est définitivement fixée.

De ce moment, il s'efforce sans cesse de contribuer à la technique radiotélégraphique et de développer ses applications sans concours étranger. C'est le résumé de toute sa carrière.

Mais comme doit le faire et comme le fait tout grand esprit scientifique, il procède par étapes. Dans une première période, il entreprend des recherches dans le but de concevoir les phénomènes et de réaliser les appareils. Dès le début, il apporte, par la découverte et la création d'un type spécial de détecteur, un progrès des plus importants à la réception des signaux de télégraphie sans fil, en permettant leur lecture à l'oreille par leur son. Il réalise en même temps, au cours d'une campagne coloniale marocaine, les premières applications de ses découvertes et commence en 1903 l'installation à la Tour Eiffel d'un poste puissant qui rendra par la suite tant de services.

A partir de 1909, Ferrié estime la technique suffisamment avancée et entreprend un large développement des applications de la télégraphie sans fil. C'est à cette époque que se rapporte l'emploi des appareils à bord des dirigeables et des avions militaires, enfin l'application de la télégraphie sans fil au problème de l'envoi de l'heure du méridien initial à tous les postes de réception que peut toucher la Tour Eiffel, en liaison avec l'Observatoire de Paris. Réalisation d'une portée immense qui assure aux navires la détermination précise de leurs positions à la mer et révolutionne la détermination des différences de longitude. Ces résultats mettent la France au premier rang pour le problème de la distribution de l'heure; Paris est choisi comme siège du Bureau international de l'Heure.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Arrive 1914, la guerre. Ici, ce que l'on peut appeler la chance française trouve à la tête des services de télégraphie militaire l'homme le plus compétent qui soit, celui qui, à une science profonde, joint une énergie peu commune et un incomparable esprit réalisateur. Il serait trop long d'énumérer toute l'ampleur des recherches, des découvertes, des réalisations faites par le général Ferrié et les savants collaborateurs qu'il avait réunis autour de lui et dont le continuel dévouement ne lui a jamais fait défaut. Il suffit de dire que, dès le début et pendant toute la durée de la guerre, la France fut toujours, en télégraphie et téléphonie militaires, d'une incontestable supériorité. Nos alliés nous suivirent; quant à nos ennemis, malgré leur puissante organisation technique, ils furent toujours considérablement en retard. L'armée française a été ainsi toujours la première, grâce à Ferrié, qui se montra dans ces circonstances non seulement un grand chef auquel doit aller la reconnaissance du pays, mais un des meilleurs artisans de la victoire finale.

Après la guerre, Ferrié réussit à conserver la cohésion entre les spécialistes dont l'union avait donné de si bon résultats. Il fut l'âme du projet d'une grande opération internationale de différences de longitude mondiale, actuellement en cours d'exécution, sous les auspices du Bureau des Longitudes.

Il collabora également, avec toute sa compétence et toute son ardeur, à la réalisation de l'expédition scientifique que l'on appelle l'Année polaire, qui doit donner, au point de vue de la physique du globe, des résultats de tout premier ordre. Il nous en parlait encore au Bureau des Longitudes, il y a une quinzaine de jours; la mort vient de le surprendre au milieu de ses travaux.

Tant de services rendus avec un dévouement sans limites et un complet désintéressement devaient avoir leur consécration scientifique. Dès 1911, le Bureau des Longitudes l'appelait auprès de lui; en 1922, l'Académie des Sciences le nommait à l'unanimité à la vacance créée dans la Section de Géographie et Navigation par le décès de notre confrère Grandidier, après lui avoir décerné, en 1921, sa plus haute récompense, le prix Osiris.

A l'étranger, ses mérites scientifiques avaient peut-être encore plus de retentissement que dans notre pays, et sa place se marquait au premier rang dans les unions et comités scientifiques internationaux. Il était successivement nommé : président de la Commission internationale des Longitudes par T. S. F.; membre de la Commission internationale de l'Heure, président de l'Union internationale de Radiotélégraphie scientifique, et tout récemment, quand le Conseil international de Recherches modifia ses statuts, en 1931, et procéda à l'élection d'un nouveau bureau, ce fut Ferrié qui, d'acclamation, fut nommé premier vice-président de la nouvelle organisation. Toutes les sociétés scientifiques françaises de géodésie, d'astronomie, de radiotélégraphie, d'électricité le comptaient comme président ou membre de leur conseil. Il n'était de par le monde un congrès intéressant ces sciences auquel il ne participât avec une autorité devant laquelle tout le monde s'inclinait. Si l'on ajoute à cela toutes les inspections que lui imposaient ses fonctions d'Inspecteur général des Services de Télégraphie militaire et des Troupes et Services de Transmissions, en France, en Algérie, au Maroc, au Levant, on reste confondu devant une telle accumulation de travaux et devant une telle infatigable activité. Au moment même où il entrait au Val-de-Grâce, il était sur le point de partir en Syrie.

Tel était celui auquel la science doit tant de résultats. Mais, à côté du savant il y

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avait l'homme. Trouver un camarade et un ami plus sûr, un collaborateur plus accueillant, et pour ceux qui servaient sous ses ordres, un chef plus bienveillant, est impossible à dire. Sa haute compétence scientifique, qui le plaçait au premier rang, était chez lui comme cachée sous une affabilité et une modestie qui faisaient l'admiration de tous ceux qui le connaissaient. Qui l'a approché l'a aimé. C'est le plus bel éloge que l'on puisse faire d'un homme.

La perte est immense pour la science; elle l'est plus encore pour la compagne si dévouée de sa vie, qui l'entourait de son affection, qui le soutenait dans ses travaux, lui faisait oublier ses fatigues et devant laquelle je m'incline.

Au nom de l'Académie des Sciences, au nom du Bureau de Longitudes, j'exprime à Mme Ferrié et à toute sa famille la part bien vive que tous leurs membres prennent à la disparition d'un des plus éminents de leurs confrères. Puisse l'hommage que nous lui rendons être un adoucissement à leur douleur, et vous, Ferrié, mon confrère, mon camarade et mon ami, non pas un adieu, mais au revoir.

*
* *

Conférence faite le 10 mars 1932 à l'Association amicale des 8e, 18e et 28e Génie,

par le lieutenant-colonel du Génie BRENOT,
président du Syndicat professionnel des Industriels radioélectriques.

Plus que le devoir, la sympathie profonde qui se dégageait irrésistiblement de la personnalité du général Ferrié a inspiré déjà tant d'éloges, tant d'études d'une vie si magnifiquement remplie que je crois devoir me dégager ce soir du cadre habituel des notes biographiques.

La meilleure manière de faire connaître un homme n'est pas d'énumérer ses succès. C'est de le montrer aux prises avec les difficultés de la vie et de faire la mesure de son triomphe à celle des obstacles franchis.

L'histoire du général Ferrié se confond avec l'histoire de la T. S. F. en France. Parler d'elle, c'est parler de lui. Il en fut le tuteur et conduisit ses premiers pas, avec énergie, avec sûreté, au milieu des pires misères. Plus tard, quand l'enfant devint grande personne, il en resta le conseiller, l'animateur dans l'effort. Mais ce sont les heures du début les plus intéressantes, les heures où seul, sans soutien, sans moyen, il fallait livrer dans la nuit des luttes incessantes et dures... et le pire ennemi n'était pas la matière ingrate.

De ces heures permettez-moi de vous livrer quelques souvenirs.

Le capitaine Ferrié vient d'assister aux expériences faites par Marconi entre la France et l'Angleterre (1899).

Il a pressenti l'avenir, et, dans l'ardeur de sa foi et de sa jeunesse, il assume devant le Ministre de la Guerre, et la responsabilité de retrouver seul, en dehors de toute participation étrangère, les résultats acquis, et celle d'établir des appareils susceptibles d'applications militaires.

Reportons-nous à l'époque :

Des phénomènes mystérieux aux lois mal connues : depuis l'antenne jusqu'au

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cohéreur de Branly, on travaille dans une technique nouvelle, où ce qui paraît aujourd'hui d'une évidente simplicité pose les problèmes les plus ingrats.

Solutions électriques difficiles, réalisations mécaniques complexes. Ce monde des infiniments petits, des vitesses infiniment grandes, entend faire payer cher l'accès de ses mystères.

Ferrié s'aide de conseils, de concours que peuvent lui apporter quelques savants, quelques ingénieurs de l'industrie, Blondel, Carpentier, Ducretet, Gaiffe, Rochefort, et, sans crédits ou presque, sans moyens d'exécution, il aborde tout de même la tâche.

Une petite pièce, boulevard Latour-Maubourg, deux baraques avec des supports d'antenne constitués par de petits pylônes en bois, dans les forts de Villeneuve-Saint-Georges et de Palaiseau, constituent les locaux de travail.

Quelque temps après, M. Eiffel offrira l'utilisation de la Tour que d'autres ingénieurs ont renoncé à employer comme support d'antenne, à cause de l'importance de sa masse métallique.

Une petite baraque en bois de quelques mètres carrés est construite au Sud du monument, dans l'emplacement alors enclos de palissades, et à l'état de brousse, où se dessinera plus tard le parc du Champ de Mars. L'antenne est un simple fil, amarré, à la suite d'essais progressifs, d'abord au 1er étage, puis au 2^{e}, puis au 3^{e}.

Dans ces installations rudimentaires, le capitaine Ferrié fait tout. Il exécute les montages, procède aux mesures, manipule le plus souvent lui-même.

Son équipe comprend d'excellents sapeurs, modèles de travail et de dévouement, mais qui ne sont ni des physiciens, ni des électriciens. Les collaborateurs les plus habituels sont un caporal mécanicien, qui deviendra dentiste, un fabricant de corsets, un horloger, un charpentier. Ils doivent recevoir ici notre hommage unanime. Ils furent les ouvriers de la première heure et ne marchandèrent jamais leur dévouement ni leur peine.

Et bientôt les premiers résultats apparaissent. Un type de transmetteur à bobine d'induction est créé. Une des boules de l'éclateur est simplement reliée au sol, l'autre à l'antenne. L'antenne est donc attaquée en excitation directe. La syntonie n'a pas grande importance à cette époque, car les émissions n'encombrent pas l'éther.

D'ailleurs, le détecteur lui-même, du type « cohéreur », est un détecteur à grande résistance, sensible aux pointes de tension, et qui s'accommode bien ainsi des effets de choc électrique qui lui sont brutalement transmis.

Le récepteur, dans sa boîte de chêne, blindée de cuivre, à forme de pupitre, va rester longtemps immuable. Il comprend tous les organes annexes du cohéreur, qu'il a fallu étudier, créer : tapeur pour décohérer le cohéreur, relais, circuits divers, excités par l'antenne réceptrice et qui, sous le nom de jiggers, étaient demeurés un des mystères des postes de Marconi.

Des types de cohéreurs réguliers et sensibles ont été créés, à limaille d'or et surface d'acier poli.

Les antennes ont été étudiées. On en a vérifié le mode vibratoire, le mode de rayonnement. On a appris à mesurer leurs longueurs d'ondes.

Comme les techniques anglaise et allemande semblent se préoccuper des antennes dirigées, le capitaine Ferrié étudie les propriétés des antennes horizontales et, sur les conseils de Blondel, envisage déjà l'emploi des cadres.

Les irrégularités du cohéreur, les inconvénients de son principe ont poussé

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Marconi à chercher un autre détecteur. Le grand inventeur italien établit, étudie le détecteur magnétiqne.

Mais, dès 1900, le capitaine Ferrié, s'écartant de la voie des cohéreurs à contacts solides, avait donné le principe des détecteurs électrolytiques, à contact pointe-liquide. Quelques années plus tard son idée sera reprise en Allemagne et mise au point simultanément dans les deux pays.

En 1902, c'est-à-dire moins de trois ans après la création du service d'études, un matériel d'émission et de réception susceptible d'applications pratiques a été créé.

Les Colonies, la Marine en demandent des types et les expérimentent.

Le capitaine Ferrié effectue des expériences comportant l'emploi d'antennes soutenues par des ballons à 300 ou 400 mètres de hauteur, et constate que des portées de 300 ou 400 kilomètres sont ainsi réalisables, avec des puissances infimes.

Le grand mouvement se déclenche... et le nouveau matériel reçoit le baptême du feu. Le capitaine Ferrié part aux Antilles avec ses appareils pour remplacer par T. S. F. la communication sous-marine rompue par l'éruption du Mont Pelée. Pour la première fois dans notre domaine national la « sans-fil » se substitue au « fil ».

Ce succès va-t-il lui apporter l'appui confiant des services qui le contrôlent?... non pas. Voici au contraire les heures grises, celles des pires difficultés.

C'est à cette époque, octobre 1904, que je reçus un matin l'ordre de me rendre dans les quarante-huit heures à l'Établissement central de Matériel de Télégraphie militaire pour y collaborer à l'emploi de la T. S. F. aux armées.

Je me présente au capitaine Ferrié, et ma surprise fut profonde de voir la foi et la gaieté de cet homme à côté des misérables moyens dont il disposait.

J'étais le premier collaborateur officier attaché à lui de manière permanente.

D'autres officiers avaient passé à ses côtés, le capitaine Becq, par exemple, mais incidemment, pour des missions ou des essais spéciaux.

Le capitaine Ferrié me dit de me mettre au courant, comme je pourrais, avec l'équipe de sapeurs. Au hasard des essais, il trouve le temps de me donner quelques explications, et peu à peu, dans la confiante collaboration quotidienne me laisse voir ses soucis et ses craintes, cachés derrière cette bonhomie si alerte, si vivante, qu'on était tenté de le croire tout à fait inaccessible au « cafard ».

Les succès du début ont soulevé des jalousies qui exploitent la méfiance, l'inertie et toutes les objections que rencontrent les progrès révolutionnaires.

Un nouveau programme d'essais est entrepris en 1905. Un poste mobile, dit « du Grand Quartier général », se déplacera vers l'Est et l'on vérifiera à quelle distance une exploitation militaire peut être assurée.

Ce poste, dont me charge le capitaine Ferrié qui reste au poste de commandement de Paris, comprend un groupe électrogène sur chariot, avec accumulateurs, une voiture-poste où sont rassemblés les appareils récepteurs et transmetteurs (2 bobines d'induction Rochefort couplées, de 0,50 m d'étincelle, attaquant l'antenne en excitation directe, une boîte de réception à cohéreur), une voiture-treuil sur laquelle s'enroule l'antenne qui est un câble d'acier de 400 mètres servant de câble de retenue à un ballon cerf-volant dit « drachen ».

Des télégrammes véritables doivent être échangés sous le contrôle d'officiers qui accompagnent les expérimentateurs.

Les essais réusssisent parfaitement jusqu'à la frontière de l'Est, confirmant entiè-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rement les résultats antérieurs qui avaient fait l'objet de plus de soupçons que de félicitations.

En me remerciant dans une lettre charmante de ma modeste collaboration, le capitaine Ferrié m'écrit qu'il n'ignorait pas que les expériences récentes avaient eu surtout pour but de prouver qu'il était un « fumiste ». Ce ne fut pas contre lui que la démonstration réussit.

L'ère des critiques mesquines et systématiques, des objections incessantes, n'est pourtant pas close : la T. S. F. vient bouleverser tant d'habitudes. Lorsqu'on voulut répandre l'usage du téléphone aux armées, violente déjà fut l'obstruction. La T. S. F. connut d'autres luttes, et les coups étaient plus faciles à diriger : il n'y avait qu'un centre d'efforts à frapper.

Des crédits de quelques centaines de francs sont demandés pour construire un ondemètre. Refusés, comme inutiles. En dehors du capitaine Ferrié, un cahier des charges a fixé les conditions d'isolement des dynamos des postes de T. S. F. Le capitaine Ferrié le déclare insuffisant. On l'invite à s'abstenir de critiques de ce genre : « Aux premiers essais, tous les induits crèvent. »

L'indemnité de déplacement normale est demandée pendant les expériences faites dans l'Eure-et-Loir pour permettre aux sapeurs spécialistes qui travaillent à toute heure, jour ou nuit, aux essais des postes mobiles dans des villages sans grandes ressources, d'assurer leurs repas dans des conditions à peu près acceptables. Refus. Ils doivent se contenter du prêt normal, comme s'ils étaient à la caserne, dans l'ordinaire organisé.

Et la liste pourrait être allongée sans cesse. Le temps se gaspille en rapports, en réclamations. Là où de grands encouragements sont nécessaires, ne se rencontrent que brimades et critiques.

Ces faits sont rappelés sans acrimonie.

On en retrouve le développement autour des premiers efforts de tous les animateurs des nouveaux progrès.

Mais il était nécessaire de les évoquer, car ils mesurent en partie le triomphe du vainqueur.

Jamais l'énergie du capitaine Ferrié ne se dément. Pourtant il souffre bien souvent, et je le vois à certains tremblements nerveux qui sont pour moi les détecteurs des grands soucis. Mais il se domine magnifiquement et jamais ses collaborateurs ne sentent le contre-coup de toutes ces misères : bonne humeur, cordialité, au service d'une énergie de fer, d'un esprit d'entreprise que rien ne peut calmer.

Heureusement compris par quelques grands chefs, par quelques grands esprits, qui par moments interviennent pour rétablir une situation trop compromise, la tâche continue, toujours fertile en résultats.

C'est le détecteur électrolytique mis au point, et l'introduction de la lecture au son qui améliorent considérablement le rendement des récepteurs jusque là affectés fortement par les moindres parasites. C'est la suppression des bobines d'induction et l'emploi du courant alternatif industriel qui va permettre d'accroître les puissances en jeu, de diminuer les hauteurs d'antenne, en abandonnant les ballons d'une manœuvre si délicate et si aléatoire.

L'évidence des résultats, les services rendus par la T. S. F. s'imposent et diminuent l'âpreté des luttes. Les moyens d'exécution augmentent.

Un nouveau type de matériel, d'allure plus industrielle, est créé : courant alter-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

natif sous une puissance de plusieurs kilowatts, lecture au son avec détecteur électrolytique et quelques premiers types de détecteurs à cristaux, antennes soutenues par des mâts ou des pylônes. Le cohéreur disparaît peu à peu.

La Marine, les Colonies adoptent ces appareils. Le commandant Ferrié s'embarque sur l'escadre de la Méditerranée. C'est la tempête. Les marins mêmes, à l'intérieur du poste de T. S. F., sous le pont cuirassé, sont indisposés. Le commandant Ferrié manipule lui-même et reste plus de vingt-quatre heures durant aux appareils. On l'emporte évanoui.

Il part au Sénégal et pose les premières bases des grands postes de l'Afrique occidentale.

Il part au Maroc avec un détachement de postes mobiles improvisés en quelques jours, et assure le service radiotélégraphique pendant la campagne de la Chaouia, sous les ordres du général d'Amade, qui en fait un magnifique éloge.

La station de la Tour Eiffel se développe. On commence les travaux du grand poste souterrain actuel.

On remplace progressivement par des postes à courant alternatif, comportant des antennes soutenues par des pylônes, les stations des grandes places fortes de l'Est et du Nord (Belfort, Épinal, Verdun, Toul, Maubeuge), desservies jusqu'alors par les anciens appareils à cohéreur, à bobine d'induction, et dont les supports d'antenne étaient des ballons et des cerfs-volants.

Les deux premiers postes automobiles, qui plus tard prendront part à la guerre de 1914, sont équipés en 1908. Leur antenne est constituée par un mât métallique démontable.

La T. S. F. est venue au secours du fil, à l'intérieur, lors de la grève des Postes et des Télégraphes, lors des troubles du Midi.

En collaboration avec M. Blondel, les premiers essais de radiogoniométrie ont été effectués à La Rochelle, sur un vapeur du Service des Phares, le *Léonce-Raynaud*, dont l'antenne est constituée par un cadre triangulaire.

Sur les côtes, des stations de T. S. F. relient les principales îles aux défenses côtières.

On prépare les expériences de T. S. F., en dirigeable, en aéroplane.

Le commandant Ferrié élargit déjà son champ d'action en s'orientant vers le domaine scientifique; et les signaux horaires, la mesure du temps amorcent la popularité de la T. S. F.

En 1910, la bataille est gagnée.

Dans les multiples voies où l'homme l'a appelée à son secours, la radioélectricité affirme la grandeur de son rôle.

Amené à collaborer avec toutes les principales administrations de l'État, Guerre, Marine, P. T. T., Colonies, Travaux publics, Instruction publique, etc..., Ferrié s'est imposé à toutes.

Quand une question de T. S. F. se pose, la réponse est déjà traditionnelle : Voyez Ferrié.

C'est un magnifique hommage rendu à onze années d'un effort surhumain, extraordinairement fertile en résultats, en impulsions créatrices dont l'effet a été définitif.

Car, avant toutes choses, cet homme fut un animateur. L'esprit à l'affût de tout ce qui était nouveau, il déclenchait le mouvement par son énergie, par l'influence personnelle acquise, coordonnait tous les impondérables.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le résultat se dessinait, s'imposait.

Les esprits critiques prétendaient alors parfois chercher vainement l'essentiel de son œuvre personnelle, qui n'apparaissait pas resplendissante comme une invention sensationnelle, alors que cette œuvre était partout, directrice, coordinatrice, œuvre de semeur, de laboureur, dure, essentielle, féconde.

La guerre, les grandes conférences internationales consacreront la valeur du colonel Ferrié. Son rôle, ses succès, qui ne sont plus contestés, ont reçu les plus éclatants, les plus populaires des témoignages.

Du plan national, son vaste esprit l'a porté sur le plan international.

Dans les Conseils des Alliés d'abord, ensuite dans les conférences plus vastes où se réunissent presque tous les pays du monde, il est appelé aux hautes présidences et c'est à lui le plus souvent que tous s'adressent unanimement quand il faut traduire un effort collectif, une pensée d'ensemble.

Lui dont le tempérament militaire est si ardent qu'il reste toujours soldat avant tout, passionné pour l'art du sapeur, aimant son uniforme comme un enfant, se raidissant dans les saluts militaires comme un jeune polytechnicien, est l'âme même des conciliations, des coordinations.

Instruit par les luttes du début, plein de dégoût pour le sectarisme sous toutes ses formes, il cherche toujours à provoquer les collaborations, à calmer les discordes.

Et sa grande cordialité n'est pas seulement une forme de ses manières : elle reflète le fond de son cœur, affectueux et bon.

Auprès de lui, puis attaché au Ministre des Colonies, enfin dans l'industrie, toujours son ami, bien souvent son confident, j'ai vu son action sous toutes les formes, mais avec une seule tendance : l'apaisement dans la collaboration.

Profitons de la leçon que lui ont dictée de terribles efforts.

Dans les tâches qu'il a réalisées ou amorcées en tant de domaines, télégraphie militaire, radiodiffusion, laboratoires, enseignement, mesures scientifiques, etc..., il a toujours cherché à élargir le champ de travail, à s'adresser à toutes les compétences, à toutes les bonnes volontés.

Ce fut une cause essentielle du succès de son œuvre.

Cette œuvre périclitera si nous ne suivons pas, tous, dans nos voies respectives, la même inspiration.

En dehors de notre volonté d'aboutir, nous devons à sa mémoire, à notre gratitude, de suivre son grand exemple.

***

Discours de M. Georges Perrier,

membre de l'Académie des Sciences,

prononcé le 10 octobre 1932, lors de l'inauguration des plaques indicatrices de l'avenue du Général-Ferrié, au Champ-de-Mars.

M. LE PRÉSIDENT DU CONSEIL MUNICIPAL, MADAME, MESDAMES, MESSIEURS,

Lorsqu'en 1899, le capitaine Ferrié, à l'âge de 31 ans, faisait installer tout près d'ici une baraque de 9 m² pour y abriter sa première installation rudimentaire de radiotélégraphie, procédant lui-même aux montages et aux manipulations, sans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

doute sa claire intelligence avait déjà le pressentiment du prestigieux avenir réservé à la télégraphie sans fil. Après trente-trois ans écoulés, nous pleurons l'homme qui, de cet avenir, a été le meilleur artisan, et qui, dès l'origine, eut foi dans l'œuvre entreprise. Aujourd'hui, près de ce qui fut son centre de travail préféré, au pied de cette Tour, que d'autres ingénieurs avant lui avaient renoncé à employer comme support d'antenne, et à laquelle il fit jouer, aux heures sombres de la grande guerre, un rôle si important pour la défense nationale, la ville de Paris reconnaissante lui consacre une avenue pour perpétuer son souvenir, en attendant que s'élève, ici aussi, le monument érigé à sa mémoire.

Le caractère et l'œuvre du général Ferrié ont été plusieurs fois déjà, dans différentes enceintes, magnifiquement célébrés. Délégué de l'Académie des Sciences de l'Institut de France, dans cette cérémonie presque intime, qui réunit aujourd'hui quelque-uns de ses admirateurs et de ses amis autour de Madame Ferrié, que je salue respectueusement, je tracerai seulement les traits marquants de son activité académique.

Le 6 février 1922, l'Académie, qui avait déjà distingué Ferrié en lui attribuant un prix exceptionnel, le prix Osiris, l'appelait à elle à l'unanimité des suffrages, cas bien rare dans les annales d'une compagnie dont la porte ne s'ouvre pas le plus souvent si facilement. Le 16 février 1932, les ondes qu'il avait lui-même domptées et disciplinées, répandaient dans le monde entier la nouvelle de sa mort. Ferrié a donc été des nôtres pendant dix ans, presque jour pour jour.

En entrant à l'Académie, il n'estima pas avoir conquis le droit au repos. Partout où pouvait s'exercer son action, au sein des conseils ou commissions où sa situation l'appelait à siéger, il déploya cette inlassable activité, cette robuste ténacité, dont il avait tant donné de preuves dans les débuts de sa carrière, lorsqu'il avait dû livrer d'incessantes luttes contre les incrédules et les malveillants. Sa parole nette et claire entraînait la conviction, sa parfaite bonne humeur souriante désarmait les hostilités; fin diplomate, peu enclin aux solutions extrêmes, il atteignait le plus souvent son but sans mettre dans la balance le poids de sa haute autorité technique, sachant tourner les obstacles sans les heurter de front.

Qui pourrait dire de combien de créations, d'expéditions, il a été l'âme, entreprises directement par l'Académie, ou, sous la haute autorité de celle-ci, par le Bureau des Longitudes, dont une des attributions principales est précisément l'organisation de toute mission jugée par lui utile au progrès de l'astronomie, de la géodésie ou de la géophysique?

On peut dire sans exagération que la main de Ferrié se retrouve à peu près dans tout ce qu'a fait le Bureau depuis qu'il avait été admis comme correspondant dès 1911, après avoir réalisé avec succès, vers 1904, les premiers essais d'envoi de signaux horaires radiotélégraphiques.

Dans les premières déterminations de différences de longitude par T. S. F. en 1910-1911, dans l'organisation et les progrès successifs du Bureau international de l'Heure, à partir de la Conférence internationale de l'Heure en 1912, le rôle de Ferrié a été de tout premier plan. On sait quels perfectionnements inappréciables à introduits la pratique de la T. S. F. dans la navigation, la géodésie et l'exploration. Sans conteste, l'honneur en revient à Ferrié pour une part prépondérante et nul ne s'est étonné de lui voir recueillir la succession de l'explorateur Grandidier dans notre Section de Géographie et Navigation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pourrais-je ne pas signaler que Ferrié a mis aussi ses talents d'homme de science et d'organisateur au service d'expéditions dans lesquelles la T. S. F. n'était pas spécialement intéressée, comme la Mission française d'observation de l'éclipse totale de soleil à Poulo-Condore (Indochine) en 1929, et la grande entreprise de l'Année polaire internationale, actuellement en cours d'exécution?

A l'étranger, le rôle de Ferrié dans les conférences scientifiques internationales n'avait fait que grandir. Dans ces réunions, où se discutent et se règlent souvent, non seulement des questions de science pure, mais aussi des questions d'organisation, où chaque pays apporte le souci de se faire valoir et de défendre ses droits, Ferrié, avec l'autorité que lui conférait son titre de membre de notre compagnie, mû toujours par l'intérêt supérieur de la science, n'oubliait pas aussi qu'il représentait notre pays. Vice-président du Conseil international des Unions scientifiques, président de l'Union internationale de Radiotélégraphie scientifique, président de la Commission internationale des Longitudes, c'est à ce dernier titre qu'il conçut et réalisa la grande opération internationale des Longitudes de 1926 et qu'il organisait, lorsque la mort l'a frappé, une opération analogue prévue pour 1933, à laquelle plus de 80 observatoires du monde entier apporteront leur collaboration. A Rome en 1922, à Madrid en 1924, à Prague en 1927, à Leyde en 1928, à Stockholm en 1930 et tant d'autres fois, sa voix, toujours écoutée, a évité les heurts et provoqué les collaborations fécondes.

Hélas, elle s'est tue à présent, mais ceux d'entre ses confrères qui ont eu le précieux privilège de travailler avec lui, d'être non seulement ses collaborateurs mais ses amis, l'entendront toujours cette voix, quand leur pensée les ramènera vers lui, bien timbrée, chaude et sympathique, reflet de son intelligence et de son cœur. Et si nous avons à traverser ce Champ-de-Mars, nous pourrons, au prix d'un faible détour, méditer dans ces lieux mêmes où se forma la forte personnalité de Ferrié, en donnant un souvenir ému au savant, au soldat, et à l'ami que nous avons connu.

*
* *

Discours de M. Paul Painlevé,

membre de l'Académie des Sciences, ministre de l'Air,

prononcé au nom du Gouvernement, le 10 octobre 1932, lors de l'inauguration des plaques indicatrices de l'avenue du Général-Ferrié, au Champ-de-Mars.

L'homme dont nous honorons aujourd'hui la mémoire fut à la fois un grand serviteur de la France, un beau soldat, un grand savant. Il est peu de carrières aussi fécondes, une activité aussi soutenue, aussi homogène dans son effort, malgré la variété des résultats obtenus.

Ferrié nous a retracé lui-même l'heure qui décida de sa carrière. Nous sommes en 1898. Les merveilles des ondes électriques viennent de se révéler à l'humanité. Marconi procède à ses premiers essais entre la France et l'Angleterre. Sorti de l'École polytechnique dix ans plus tôt, le capitaine du Génie Ferrié, spécialisé dans la télégraphie et l'électricité, assiste à ces expériences. Le Ministre de la Guerre d'alors, de Freycinet, lui demande s'il serait possible de réaliser, en France, sans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

participation étrangère, des applications militaires du nouveau moyen de communication. « Je crus pouvoir, dit Ferrié, donner une réponse affirmative; ma carrière technique et scientifique fut de ce jour définitivement fixée ». A partir de ce jour, en effet, l'histoire du jeune capitaine, devenu le général Ferrié, se confond avec l'histoire de la T. S. F. en France. Comme l'écrit son plus fidèle collaborateur, le colonel Brenot : « parler d'elle c'est parler de lui »; il en fut le tuteur et conduisit ses premiers pas avec énergie, avec sûreté, au milieu des pires difficultés, où l'ennemi le plus tenace n'était pas la matière ingrate. L'incrédulité, le scepticisme, l'inertie enveloppaient les efforts du hardi chercheur. Quels services pourrait jamais rendre aux armées cette curiosité de laboratoire où cet officier bien doué dépensait une activité qu'il eût mieux employée à faire un service sérieux! Il lui fallut donc *se débrouiller*, sans ressource, sans moyens. Un modeste bureau, trois petites cabanes en planches au Champ-de-Mars, à Villeneuve-Saint-Georges et à Palaiseau composaient tous les locaux de recherches; comme personnel une équipe de six hommes, menuisiers, mécaniciens, dont aucun n'était électricien. Enfin pas de crédits, même pour les appareils les plus indispensables. Mais Ferrié avait foi dans l'œuvre à laquelle il avait donné toute son âme. Aucun obstacle, aucun souci de carrière ne l'arrêta. Cette radiotélégraphie militaire dont il avait audacieusement répondu, il allait en devenir le créateur et l'animateur et, par elle, le créateur et l'animateur de la radiotélégraphie française.

Pendant dix ans, tout d'abord, à force de recherches personnelles, il acquiert une véritable maîtrise dans ce domaine mystérieux qui vient d'être découvert et où tout est encore tâtonnement et empirisme. Son détecteur électrolytique réalise un progrès considérable dans la réception des signaux de T. S. F. en permettant leur lecture à l'oreille par le son. Il crée des antennes dirigées et puissantes dont il dote la Tour Eiffel. Toujours payant de sa personne, chaque fois qu'une expérience comporte un risque, il l'affronte le premier. C'est lui qui, en 1902, part aux Antilles pour remplacer par la T. S. F. la communication sous-marine qu'a rompue l'éruption de la Montagne Pelée. C'est lui qui, le premier, expérimente la T. S. F. sur dirigeable, qui en tente l'emploi aux colonies. C'est lui qui, partant de rien et ayant organisé en quelques jours un détachement de radio-automobiles, l'accompagne au Maroc et assure le service des nouvelles transmissions pendant la campagne de la Chaouia.

Grâce à la puissance amplifiée qu'il a su donner au poste de la Tour Eiffel, les communications sont régulières entre Paris et Casablanca.

Devant de tels résultats obtenus, les sceptiques et les malveillants se taisent. Le général d'Amade, chef de l'expédition au Maroc, fait de lui ce magnifique éloge : « Il est impossible de rencontrer un officier spécialiste réunissant une science plus « étendue dans la branche qu'il occupe et des aptitudes militaires plus complètes « dans toutes les autres branches du service. La science pure et la haute compétence « technique de ce savant officier n'ont jamais nui à ses qualités d'officier de troupe « de campagne. Le capitaine Ferrié est par-dessus tout un officier apte au service de « guerre, et la radiotélégraphie n'est qu'une manifestation de ses multiples apti- « tudes ».

« Ferrié est l'honneur de l'armée » déclare de lui un autre grand chef.

L'instant est venu de passer aux applications systématiques et puissantes. La portée de la Tour Eiffel est étendue par Ferrié jusqu'à 3.000 km. La liaison est éta-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

blie par T. S. F. entre Paris et les fortifications de l'Est, entre les centres de défense maritime. De 1908 à 1914, l'activité de Ferrié ne connaît pas de repos. Emploi de la T. S. F. à bord des avions et des dirigeables; formation des réseaux coloniaux; premiers essais de radiogoniométrie, à tous ces merveilleux progrès, le nom de Ferrié est demeuré attaché. Mais c'est au problème de l'heure, problème capital pour la navigation comme pour la science que l'infatigable chercheur apporte une solution qui devra être perfectionnée sans cesse, mais dont il est le premier réalisateur. Envoyer par T. S. F. l'heure du méridien initial à tous les postes de réception que peut atteindre la Tour Eiffel, résultat d'une portée immense qui assure aux navires la détermination précise de leur position en mer et révolutionne la détermination des différences de longitude. Résultat si éclatant que, d'un accord unanime, Paris est choisi, en 1930, comme siège du Bureau international de l'Heure. Aujourd'hui, par un grand effort de l'humanité entière, c'est toute la surface de la terre qui est couverte de réseaux hertziens. Il n'est pas de point retiré du globe qui ne reçoive, au minuit du méridien initial, le signal radioélectrique qui lui donne l'heure. De cette grande œuvre, Ferrié fut *l'initiateur*, et il ne cessa toute sa vie d'y apporter la plus efficace collaboration.

Vient l'année 1914, l'immense, la redoutable, la meurtrière épreuve de la guerre. C'est là que Ferrié va développer pleinement ses merveilleuses qualités, ses connaissances techniques, son autorité de savant, en même temps que ses dons de chef, de chef bienveillant, mais qui s'impose à tous. Il sait rassembler et maintenir unis une pléiade de collaborateurs dignes de lui et dévoués comme lui de toute leur âme au salut du pays. C'est grâce à lui que, dès le début et pendant toute la durée de la guerre, l'armée française fut abondamment pourvue de tous les appareils les plus modernes de transmission, et qu'elle conserva en télégraphie et en téléphonie militaires une incontestable supériorité. C'est lui qui met au point tous les procédés de transmission (telles que les transmissions par le sol) et tous les moyens de captation des communications ennemies. Il est véritablement le conseiller technique de toutes les armées alliées pour la radiotélégraphie. C'est notre matériel que les armées adoptent sans exception et que les armées ennemies elles-mêmes, par un involontaire hommage, imitent avec de longs retards. Sous l'impulsion de Ferrié, la puissance des postes français est multipliée; le nouveau poste de Lyon permet de communiquer avec Shanghaï et Saïgon. Créé en collaboration avec les Américains, le poste de La Croix d'Hins permet d'atteindre tous les points du globe. C'est avec raison que le général Bourgeois a dit de lui que le général Ferrié était non seulement un grand chef auquel doit aller la reconnaissance du pays, mais un des meilleurs artisans de la victoire finale.

Après la guerre, l'activité de Ferrié ne se ralentit pas. Toujours à l'avant des progrès, il les adapte sans hésiter aux grands problèmes que la réalité lui impose. Ondes courtes, lampes amplificatrices, types nouveaux d'appareils récepteurs sont comme des outils entre les mains de cet organisateur sans égal. Les premiers travaux de télémécanique permettant de diriger un avion, une vedette à distance par des émissions de T. S. F. sont poursuivis par lui obstinément, en même temps que s'achève le réseau intercolonial reliant la France à ses principales colonies.

Je m'arrête. Les résultats obtenus par cet effort ininterrompu de plus de trente années, les travaux personnels auxquels, malgré ses lourdes charges, il n'a jamais renoncé, tout cela constitue un tel ensemble qui ne saurait tenir dans un bref dis-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cours. Les honneurs ont afflué vers lui, de France comme de l'étranger, sans qu'il les eût cherchés, suivant une pente naturelle, de par l'attraction même de son mérite. L'Académie des Sciences lui a ouvert ses portes après lui avoir décerné un de ses plus grands prix, le prix Osiris. Dans le monde entier, sa réputation et son autorité étaient telles que dans toutes les réunions internationales, il assurait à la France, par sa seule présence, un des premiers rangs.

Sa carrière militaire a marché de pair avec sa carrière de savant. Une loi spéciale, par une exception insigne, l'a maintenu en activité sans limite d'âge, avec prérogative de commandant de corps d'armée. C'est pour moi une fierté d'avoir, comme ministre de la Guerre, rédigé et signé ce projet de loi, dont l'exposé des motifs, a-t-on pu dire, sur son cercueil, était le plus beau témoignage de la reconnaissance du pays. Par un suprême service, le général Ferrié laisse aux générations qui viennent le plus parfait exemple de génie, de désintéressement, de dévouement absolu à la science et au pays. La Ville de Paris a voulu que ce nom glorieux fût porté par une de ses rues, au voisinage de cette Tour Eiffel, où Ferrié s'est dépensé sans repos aux heures tragiques. Je crois être l'interprète de tous en vous exprimant, M. le Président du Conseil municipal, notre reconnaissance.

*
* *

Discours de M. Émile Picard,

secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences,

prononcé le 13 novembre 1933, à l'inauguration du monument élevé à la mémoire du général Ferrié, au Champ-de-Mars [1].

Il y a un an, la Ville de Paris donnait à l'avenue où nous sommes réunis le nom du général Ferrié. Dès cette époque, les amis et les admirateurs de Ferrié pensaient à élever un monument perpétuant sa mémoire; un comité se forma dans ce but, et une souscription fut lancée qui permettra en outre, nous en avons plus que l'espérance, de réaliser le projet d'une fondation d'ordre scientifique, portant le nom de l'illustre soldat.

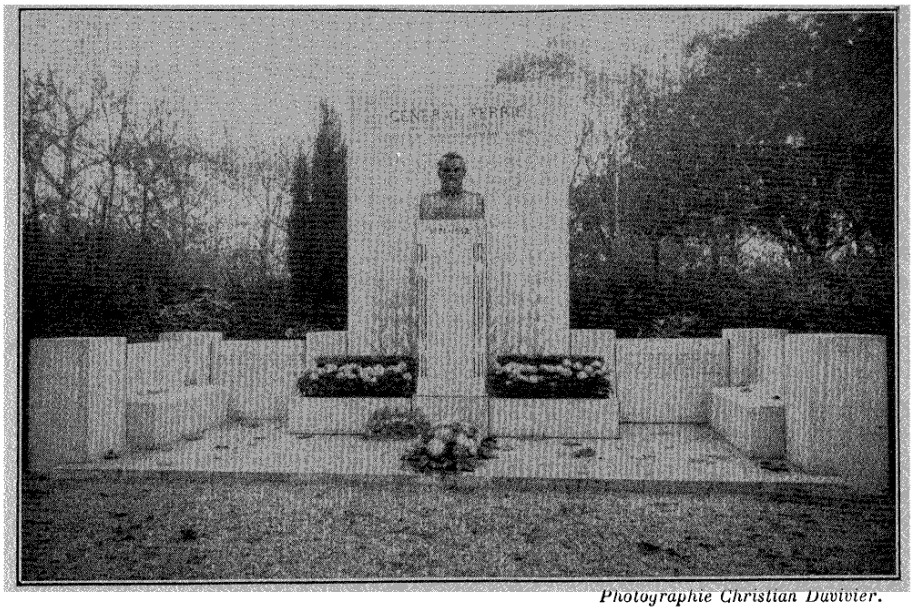
Notre comité eut tout d'abord à trouver un emplacement pour le monument. Nous n'avons eu dans nos désirs aucune hésitation. C'est sur le Champ-de-Mars que Ferrié, en 1899, s'était installé dans une petite baraque en bois de 9 m² avec des appareils rudimentaires de radiotélégraphie, humble commencement d'une grande œuvre. Plus tard, pendant la guerre, le Champ-de-Mars a été le centre de travail préféré du général. De la cabane du début, il a fait le grand poste souterrain de la Tour Eiffel, qui servit de modèle au monde entier, d'où sortirent tant de techniques nouvelles, et où furent créés les appareils qu'adoptèrent ensuite les armées alliées. Nous avons donc demandé au Conseil municipal de nous autoriser à élever ici le monument projeté. Il a bien voulu regarder ce terrain comme distinct en quelque sorte du Champ-de-Mars et prolongeant le poste radioélectrique: celui que nous honorons est ainsi sur le lieu même de son immense labeur. Je crois être l'interprète

(1) Le texte des discours de M. E. Picard et de M. Paraf a été publié dans la *Revue générale de l'Électricité* du 2 décembre 1933, à qui la Société d'Encouragement est redevable de la photographie du monument du Champ-de-Mars.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de tous en disant notre reconnaissance à la Municipalité parisienne, et en adressant ainsi nos remerciements à M. le conseiller Chérioux qui a bien voulu appuyer nos démarches.

Un artiste éminent, le maître Sicard, a rendu avec un rare bonheur les traits du général Ferrié. Nous retrouvons dans ce beau buste cette physionomie où apparaissaient tout à la fois l'autorité et la bonté. Le gracieux monument architectural autour de la stèle est l'œuvre du maître renommé Albert Tournaire, et je me reprocherais



Photographie Christian Duvivier.

Vue du monument élevé, par souscription internationale, a la mémoire du général Ferrié. (Ce monument est situé près de la Tour Eiffel, au Champ-de-Mars, à l'entrée du premier poste de T. S. F., créé par le Général en 1899 (1)).

d'oublier M. Balmain, l'actif entrepreneur, compatriote et ami de Ferrié, qui a dirigé les travaux avec un soin tout particulier.

Ce monument que nous avons tenu à faire simple, bien en accord avec le caractère du Général et conformément aux intentions de Mme Ferrié, que je salue respectueusement, ce monument, dis-je, est grand par les souvenirs qu'il évoque. Les inscriptions placées au-dessus du buste et sur les murs latéraux rappellent les principaux travaux du Général. Avant tout, nous honorons dans Ferrié le créateur de la télégraphie militaire; c'était là le titre auquel il tenait le plus, car soldat il était avant tout; nous l'avons écrit au-dessus de son effigie. Et quelle volonté tenace représente cette création. Tout était à faire dans ce domaine et les obstacles se dressèrent nombreux sur la route que Ferrié allait parcourir. Avec une opiniâtreté admirable et une énergie jamais lassée, il triompha peu à peu des difficultés et des mauvaises volontés qu'un novateur comme lui rencontre presque toujours sur sa route.

(1) C'est par suite d'une erreur, qui a été corrigée depuis, qu'on a gravé 1871 pour le millésime de la naissance du Général. Il fallait 1868.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On a raconté maintes fois la carrière de Ferrié, où se conjuguèrent harmonieusement la science et la technique, en même temps qu'un patriotisme ardent et une psychologie jugeant avec finesse les hommes et les choses. Peu de temps après sa sortie de l'École polytechnique, comme officier du Génie, il s'était spécialisé dans l'électricité; il ne tarda pas à s'attacher aux problèmes que posait la découverte de la télégraphie sans fil, et il en pressentit, un des premiers, le grand avenir. Il fit de bonne heure œuvre scientifique avec l'invention de son détecteur électrolytique, ingénieux appareil permettant la réception des signaux par l'oreille, ce qui constitua à cette époque un progrès considérable.

Dans l'ordre scientifique comme dans l'ordre technique, Ferrié fut un animateur incomparable pour les nombreuses compétences qu'il avait su grouper autour de lui. Il fut vraiment un entraîneur d'hommes, donnant un bel exemple d'un travail collectif, infiniment fécond, où le chef, toujours d'un absolu désintéressement, savait conseiller et écouter ses savants collaborateurs.

Quoique Ferrié ait consacré la plus grande partie de son labeur à la télégraphie militaire, il s'intéressa toujours aux études variées trouvant leur origine dans les travaux de Maxwell et de Hertz sur les ondes électriques, ondes d'autant plus mystérieuses que la science tend aujourd'hui à rejeter le support éthéré servant à leur propagation. De bonne heure, les problèmes qui touchent à la mesure du temps en astronomie et en géophysique sollicitèrent son attention. Quand le Bureau des Longitudes eut mis à l'ordre du jour l'application de la télégraphie sans fil à la distribution de l'heure et eut fait décider l'envoi des signaux horaires par l'Observatoire de Paris, Ferrié fut au premier rang des réalisateurs, poussant même la précision à un point qui permet de mesurer la vitesse de propagation des ondes hertziennes. Sous les auspices du Bureau des Longitudes, Ferrié fut aussi l'âme d'une grande opération internationale, ayant pour objet de déterminer avec une grande précision, par télégraphie sans fil, la position de points convenablement choisis du globe terrestre; cette opération, reprise de temps à autre, pourra donner d'utiles renseignements sur les variations de la surface de la terre et, en particulier, sur la dérive des continents qu'admet une théorie dont il a été beaucoup parlé. Cette dérive, si elle existe, opère-t-elle toujours dans le même sens, ou, sur notre terre vieillie, le phénomène n'a-t-il plus guère d'ampleur et tend-il à prendre un caractère périodique? La télégraphie sans fil permettra sans doute un jour de répondre à ces questions qui intéressent hautement la géophysique.

Dans combien d'autres directions nous pourrions encore montrer l'incessante activité de Ferrié, toujours en quête de nouveaux progrès. Rappelons les heureux essais sur une lunette de l'Observatoire de Paris, où on cherchait à substituer à l'astronome, toujours affecté d'une erreur personnelle, une cellule photoélectrique, dont le courant, mis en action par la lumière de l'étoile, était amplifié par des lampes triodes. Il y a sans doute un grand avenir dans des recherches de ce genre.

Des études dont on ne pouvait guère attendre d'applications ne passionnaient pas moins Ferrié que des problèmes d'ordre pratique. Je le vois encore, peu de temps avant sa mort, discutant au Bureau des Longitudes sur la question des échos retardés, c'est-à dire des échos se manifestant en télégraphie sans fil plusieurs secondes après la perception du signal principal. Certains expliquaient ces échos par des réflexions sur des groupes d'électrons situés en dehors de notre atmosphère plus loin même que la lune; Ferrié les rapportait au contraire à de faibles vitesses

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de propagation où se retrouvaient les caractères de vibrations élastiques, et il n'avait pas manqué d'appeler sur ce phénomène l'attention des observateurs à l'occasion de récentes éclipses de soleil.

Outre le savant, le soldat et le technicien, il y avait encore chez Ferrié un diplomate habile; dans les nombreuses commissions internationales qu'il présidait, son autorité et son influence réussirent maintes fois à aplanir de graves difficultés et à calmer les susceptibilités les plus ombrageuses.

Telle fut la vie si bien remplie de Gustave Ferrié. Il n'a pas, hélas! assez ménagé ses forces, et la mort est venue le surprendre avant l'heure, en pleine activité. Mais son nom reste à jamais attaché à une œuvre que continuent ses collaborateurs et ses élèves, et il laisse l'admirable exemple d'une volonté tenace associée à une brillante intelligence, dont le principal souci fut la grandeur de notre pays. C'est ce que commémore avant tout le monument que nous remettons à la Ville de Paris.

*
* *

Discours de M. René Mesny,

membre du Conseil de la Société d'Encouragement,

prononcé à l'Académie de Marine le 17 novembre 1933.

MADAME, MESSIEURS, MESDAMES,

Je veux que mes premières paroles soient un hommage de respect et de profonde affection pour l'homme auquel j'ai le très grand honneur de succéder à l'Académie de Marine; de respect pour l'homme complet qui a réuni dans tout le cours de son existence, des qualités de cœur, de volonté et d'intelligence rarement associées de façon si intime, d'affection pour l'homme vers qui tout attirait et dont l'amitié laissait sur tous ceux qui l'approchaient une empreinte ineffaçable.

Ces sentiments mêmes ont bien marqué dans mon esprit la gravité de la tâche qui m'était échue : l'énonciation des grandes étapes de la carrière du général Ferrié et de ses succès ne devait être qu'un moyen pour orienter notre méditation vers la hauteur de son caractère et de ses sentiments.

J'ai essayé d'atteindre ce but.

L'œuvre du général Ferrié pourrait se diviser en trois parties : œuvre militaire, œuvre scientifique, œuvre internationale; mais une telle distinction risquerait de fausser le caractère de l'homme et de le présenter comme occupé tantôt d'un sujet, tantôt d'un autre, alors que sa pensée marchait de front dans tous les domaines, sous l'inspiration d'un patriotisme élevé qui a toujours été le guide de son activité.

Il possédait naturellement l'esprit de géométrie que ses premières études avaient développé; mais il avait à un plus haut degré peut-être, l'esprit de finesse, apte, comme dit Pascal « à voir tout d'un coup les choses d'un seul regard »; il savait reconnaître les liens qui unissent les faits et les idées dans leur troublante multiplicité : les ayant reconnus, il savait agir.

C'est pourquoi l'esprit du devoir militaire provoquait en lui la recherche scientifique, c'est pourquoi tout résultat théorique ou expérimental était suivi d'un effort généralement victorieux en vue de l'application; c'est pourquoi, malgré sa passion pour la science, il a presque abandonné de bonne heure les travaux personnels de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

laboratoire pour se consacrer à la tâche considérable de direction et d'organisation qui s'offrait à lui et qu'il avait conscience de pouvoir mener à bien.

Et cette tâche, après l'avoir voulue, il l'a accomplie avec obstination jusqu'à son dernier jour, sans se laisser détourner par la fatigue de son extrême labeur, ni par les tentations que l'extraordinaire développement scientifique de nos jours présente aux esprits avides de scruter la nature. Après avoir choisi un objectif précis, il n'a cessé de marcher vers lui et c'est encore une qualité maîtresse que tant d'hommes bien doués pourraient lui envier, qui suivent mille chemins, sans aboutir nulle part.

*
* *

Gustave Ferrié naquit le 19 novembre 1868 à Saint-Michel-de-Maurienne, et, Savoyard, il conserva toujours le culte de ses montagnes : « Vivons, a-t-il dit, en attribuant une part de nos mérites à notre Savoie dont l'air pur adoucit le cœur, trempe l'énergie, avive l'intelligence. » Notez l'ordre de son énumération : cœur, énergie, intelligence ; il n'est pas dû au hasard.

Il commença ses études à Digne et les termina à Marseille, pour y préparer l'École polytechnique où il fut reçu en 1887. Prompt et actif dans les travaux de l'intelligence, il ne l'était pas moins dans les exercices physiques ; il conserva toute sa vie cet heureux équilibre.

Sorti de l'École dans le Génie, il passa successivement à Grenoble, Besançon et Albertville ; en 1893, il fut affecté au Dépôt central de la Télégraphie militaire où il devait faire toute sa carrière.

C'est de ce moment qu'il se consacra aux travaux sur l'électricité et la télégraphie. Dès qu'il connut les heureuses applications que Marconi obtenait des phénomènes hertziens, il entreprit leur étude et, au moment des célèbres expériences entre Folkestone et Boulogne, il fut désigné pour les suivre.

Le Ministre de la Guerre, M. de Freycinet, très intéressé par le compte rendu qu'il en fit, lui demanda s'il serait possible de réaliser en France, sans participation étrangère, des applications militaires du nouveau moyen de communication. « Je crus pouvoir donner une réponse affirmative, a-t-il écrit. Ma carrière technique et scientifique fut de ce jour définitivement fixée. »

Sa carrière était fixée certes, mais c'était aussi le moment où il allait entreprendre une lutte pénible contre des obstacles humains et matériels, en présence desquels il en est tant qui succombent. Pour réussir quand on n'est pas maître absolu de ses actions, il faut l'aide du prochain et, en la circonstance, le prochain ce fut l'Administration à l'inertie légendaire. Dans notre cas, cette inertie se traduisit sous sa forme habituelle : bonnes paroles mais bourse liée, matériel et personnel insuffisants, petites jalousies agissant dans l'ombre. On construisit trois petites baraques dont une sur le Champ-de-Mars ; on détacha six sapeurs qui furent admirables d'enthousiasme et de dévouement, mais dont les spécialités s'accordaient assez mal avec le travail à accomplir ; parmi eux se trouvaient un menuisier, un charpentier, un horloger et un fabricant de corsets. Ce ne fut qu'en 1903 qu'un officier, le lieutenant Brenot, fut attaché d'une façon permanente au capitaine Ferrié. C'est lui qui a conté ces misères.

Considérez combien ces moyens étaient voisins du néant en réfléchissant à ce que l'on savait alors des ondes hertziennes : les travaux de Maxwell et de Hertz,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pures spéculations de philosophie naturelle et l'annonce des quelques résultats de Marconi, sans aucune description d'appareils dont le secret était jalousement gardé.

Il fallut se débrouiller, emprunter un appareil ici, obtenir là un concours passager; il fallut surtout un travail acharné uniquement soutenu par la volonté de réussir.

Les résultats ne tardèrent cependant pas à venir et, dès 1900, le capitaine Ferrié présentait au Congrès d'Électricité une communication sur les cohéreurs, où se trouvait le principe du détecteur électrolytique qu'il mit au point dans les années qui suivirent. Ce détecteur constituait un progrès essentiel : il remplaçait la réception enregistrée par la réception au son, beaucoup plus souple et il augmentait la portée des émissions.

En 1902, la technique est déjà assez avancée pour permettre des communications pratiques, et, quand les câbles de La Martinique sont rompus par la catastrophe du Mont Pelée, le capitaine Ferrié est envoyé aux Antilles pour établir entre les îles une liaison radio-électrique.

C'est une première consécration du travail accompli. En 1904, il en vient une seconde, qui montre en quelle estime on tient le jeune officier : il est délégué par le Gouvernement français au Congrès de Saint-Louis avec Henri Poincaré et Paul Janet, première étape sur une route où il devait recueillir la sympathie mondiale et rendre à son pays les services les plus éminents.

Dès lors, les applications se multiplient, mais non toujours sans résistances. En 1903, création des premiers postes dans les places fortes de l'Est, en 1905 essais réussis de communications entre la Tour Eiffel et des postes mobiles se déplaçant jusqu'à la frontière; en 1908, le capitaine Ferrié part pour le Maroc avec le premier détachement de postes mobiles et, pendant toute la campagne, il maintient la liaison avec le *Kleber*, en même temps que celui-ci communique régulièrement avec la Tour Eiffel. Il rentre en France avec ces notes du général d'Amade : « Il est « impossible de rencontrer un officier spécialiste réunissant une science plus « étendue dans la branche qu'il occupe, à des aptitudes militaires plus complètes « dans toutes les autres parties du service. Le capitaine Ferrié est par-dessus tout « un officier apte au service de guerre, et la radiotélégraphie n'est qu'une manifes- « tation de ses multiples aptitudes. »

En 1910, Ferrié installe sur le dirigeable *Clément-Bayard*, pour les manœuvres de Picardie, un poste qui assure pendant toutes les manœuvres la liaison avec Paris.

Enfin, les principes de la radiogoniométrie, énoncés par Blondel, ont été vérifiés et, seule l'absence d'amplificateurs a empêché cette importante application d'entrer immédiatement dans la pratique.

Le terrain est défriché, les réalisations urgentes sont terminées, le désir de M. de Freycinet est accompli : la défense nationale possède des moyens de communication aussi perfectionnés que le permet la technique de l'époque. On peut songer à d'autres applications.

Le commandant Ferrié entrevoit le rôle important que la télégraphie sans fil peut rendre à la navigation et le problème millénaire des longitudes trouve sa solution définitive dans l'émission de signaux horaires par la Tour Eiffel.

Suffisants pour les marins, ces signaux sont encore trop grossiers pour les astronomes; avec Claude et Driencourt, il imagine alors les battements, dits

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

scientifiques, qui donnent le centième de seconde et l'avance ainsi acquise par la France a pour conséquence en 1913, le choix de Paris comme siège du Bureau international de l'Heure.

Le commandant Ferrié vient de faire ses premiers pas dans les applications astronomiques et géodésiques; tout de suite, il en conçoit de nouvelles : avec Abraham et Beauvais, il entreprend des essais de mesure de la vitesse de propagation des ondes entre Paris et Washington et détermine la différence de longitude de ces deux villes.

On peut considérer cette dernière détermination comme l'amorce d'une vaste opération internationale qu'il organisa plus tard, après la guerre, avec le concours des principaux observatoires du monde et qui comporte la mesure simultanée des longitudes de plusieurs points répartis sur la surface du globe; il avait alors en vue de profiter de l'extrême précision de la méthode nouvelle pour confirmer ou infirmer les théories de Wegener sur le déplacement des continents. Une première opération eut lieu en 1926, une seconde est actuellement en cours.

Mais la comparaison précise des heures des divers observatoires ne tarda pas à appeler l'attention sur l'insuffisance des pendules mécaniques à fixer un instant avec la haute précision requise des astronomes; le général Ferrié eut l'idée d'utiliser la cellule photoélectrique pour corriger leurs défauts et il réalisa cette conception; le procédé est aujourd'hui utilisé dans plusieurs observatoires. Il employa encore cette même cellule pour enregistrer l'heure de passage des étoiles au méridien, supprimant ainsi l'équation personnelle des observateurs.

L'absence de moyens financiers, entraînant la pénurie du personnel, a seule arrêté le développement complet de toutes ces applications, qui joueront certainement dans l'avenir un rôle essentiel.

Cet avenir, Ferrié y a pensé de bonne heure; les recherches les plus savantes, les appareils les plus perfectionnés seraient bientôt devenus inutiles si des équipes renouvelées de travailleurs instruits n'avaient été prêtes à explorer les routes nouvelles et à exploiter celles déjà tracées. Il obtint, dès 1912, la création d'une Section de Radiotélégraphie à l'École supérieure d'Électricité où il assuma, avec Tissot, une bonne part de l'enseignement. Si ses occupations l'empêchèrent par la suite de professer, il resta néanmoins l'âme de cette école qu'il ne cessa de développer et à laquelle il sut donner une notoriété suffisante pour y attirer de nombreux étrangers. Chaque année, sur une cinquantaine d'élèves, la moitié seulement sont français et, à plusieurs reprises, des officiers anglais et américains, délégués par leurs gouvernements, en sont venus suivre les cours.

Dans le même temps, sur l'initiative d'un Belge, M. Goldschmidt, un petit groupement international s'était formé pour mettre en relations les chercheurs de tous les pays; le commandant Ferrié en prévit l'importance et en devint l'animateur. Là encore, il avait vu juste; le groupement privé devint, après la guerre, l'officielle Union radioscientifique internationale, en même temps que se créaient d'autres unions du même genre, dans les différentes branches de la science : astronomie, physique, géophysique....

Les actes que je viens d'énumérer montrent avec quelle continuité le général Ferrié poursuivit le chemin qu'il s'était tracé; à sa mort, nous le retrouvons sur la voie de ses débuts, fixant toujours le même but,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Et pourtant, la grande tourmente avait passé, bouleversant à la fois sur son passage et les choses et l'esprit des hommes.

Si elle n'a pas changé le cours de l'activité de Ferrié, c'est que Français et soldat avant tout, il avait d'abord songé à la protection de la patrie. La guerre le trouva prêt; son talent d'organisateur lui permit de faire construire rapidement le matériel nécessaire et de le mettre à pied d'œuvre en devançant toujours les besoins des armées.

Mais il ne suffisait pas de construire en grand nombre les appareils existants; la guerre s'annonçait longue, de beaux espoirs étaient permis par les idées en germe qu'il était impérieux de rendre productives. En radioélectricité comme ailleurs, le laboratoire devait travailler de front avec l'industrie.

Sans hésitation, le colonel Ferrié décide de faire appel à toutes les lumières du pays. Il réussit à grouper dans les locaux de la Télégraphie militaire plusieurs savants; il se met en relations avec tous ceux que leurs travaux retiennent au loin; à des efforts dispersés, il substitue un travail en commun dont il reste discrètement l'ordonnateur bienfaisant, et ce n'est pas son moindre mérite.

C'est dans ces conditions que l'étude des lampes amplificatrices est entreprise et menée à bout. On savait que de Forest, aux États-Unis, avait réalisé une lampe à trois électrodes, mais les renseignements manquaient; le colonel Ferrié charge quelques-uns de ses collaborateurs de reprendre cette invention. Dès que les premiers exemplaires sortent du laboratoire, un officier part aux tranchées avec un amplificateur et 8 lampes, la moitié de ce qui a été fabriqué. Les résultats sont concluants; ce matériel, qui semblait bien fragile pour le champ de bataille, se comporte parfaitement; le Grand Quartier général ordonne la mise en fabrication de 500 amplificateurs. Ferrié voit plus loin : ce n'est pas 500 qu'il commande, ce sont des milliers, qui suffiront à peine aux demandes ultérieures.

L'avènement des lampes dévoilait une foule d'horizons nouveaux; le colonel Ferrié s'empresse de les explorer; il se souvient en particulier de ses essais de radiogoniométrie à bord du *Léonce-Raynaud* : il a maintenant en mains l'auxiliaire qui lui manquait; il devient possible de recevoir les signaux avec des cadres assez petits pour pouvoir tourner, comme une alidade, autour d'un axe vertical : le radio-compas est créé. La Marine est avisée et, quelques mois après, des radiogoniomètres peuvent être installés sur plusieurs navires d'escadre et de croisière.

Je fus chargé d'étudier les conditions d'emploi du radio-compas à bord des navires et je ne saurais mieux dépeindre la « manière » du général Ferrié qu'en vous disant comment il me guida et m'aida dans ce travail. Je vins le voir un matin dans son bureau des Invalides; il m'expliqua lui-même la question et me dit ses espérances, puis, avec le bon sourire dont il était coutumier, il me promit le succès et me mit en rapport avec les services intéressés. L'après-midi, j'étais conduit à Saint-Cyr où je manipulais un cadre dans les conditions d'exploitation et le soir même je quittais Paris avec tout le matériel nécessaire pour commencer mon travail.

Ce matériel était venu tout seul à la gare, à l'heure du train, sans démarches de ma part, sans interminables demandes écrites : j'avais seulement signé un reçu.

Dans les deux mois qui suivirent, plusieurs lettres personnelles du colonel Ferrié me mettaient au courant des progrès accomplis à Paris, et, par deux fois, sans avoir rien demandé, je reçus un amplificateur d'un type nouveau pour l'essayer à bord.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

J'avais vu le colonel Ferrié pour la première fois en venant prendre ses instructions et je n'avais eu que ma bonne volonté à lui offrir pour gages.

Vous devinez sans peine l'enthousiasme que provoquait cette « manière » ; mais vous imaginerez aussi, facilement, la somme énorme de travail qu'elle coûtait à celui qui la pratiquait.

Il m'est impossible de m'étendre sur toutes les recherches qui furent entreprises et les réalisations qui furent menées à bout pendant la guerre sous la direction du colonel Ferrié; mais ce n'est diminuer en rien la tâche et la valeur de ceux qui ont travaillé près de lui, que d'insister sur la part qu'il a eue, non seulement dans l'organisation du travail, mais encore dans les études elles-mêmes. Il visitait chaque jour tous les laboratoires, se mettait au courant de la marche des études, donnait des conseils aux moins expérimentés, des idées à tous; il arrivait toujours souriant et c'était un plaisir et — comme on l'aimait beaucoup — un encouragement, de voir la joie qu'il manifestait en présence d'un succès.

A cette époque, son mérite était universellement reconnu et les témoignages d'estime ne lui manquaient pas; mais celui qui lui alla le plus au cœur fut peut-être celui du colonel Russel, chef du Service télégraphique de l'Armée américaine, qui, après avoir pris connaissance du matériel français, écrivit à son gouvernement : « Inutile de m'envoyer des appareils, l'armée française fournira tout ce qui m'est nécessaire. »

La paix n'apporta au général Ferrié aucun repos. Rien ne se faisait plus sans lui; respecté et aimé de tous, il était de toutes les commissions, de toutes les conférences. Membre du Bureau des Longitudes depuis 1911, élu à l'unanimité à l'Académie des Sciences en 1922, il prenait une part très active aux travaux de ces compagnies, et tout cela, se superposant à ses lourdes fonctions militaires, constituait un travail accablant qu'il menait toujours gaiement, malgré les conditions pénibles dans lesquelles il devait l'accomplir. Il n'avait ni jour, ni heure de réception, il était toujours là pour ceux qui avaient besoin de lui et des visites incessantes hachaient littéralement son travail. Ce n'est que le dimanche qu'il trouvait un peu de tranquillité, et il en profitait pour venir au laboratoire s'entretenir sur les travaux en cours avec son collaborateur et fidèle ami Jouaust, qui prit la plus grande part à toutes ses recherches.

Pour marquer la continuité de son œuvre, j'ai groupé tout à l'heure les résultats obtenus dans les applications astronomiques; mais bien d'autres sujets reçurent son attention dans ces dernières années. On sait le rôle important que jouent aujourd'hui les ondes courtes, de 15 à 50 m, dans les communications intercontinentales; ces ondes avaient été délaissées jusque vers 1922; le général Ferrié fut parmi les tout premiers à les faire étudier. C'est lui également qui orienta les recherches vers les applications des ondes très courtes, de l'ordre du mètre, que son collaborateur Gutton avait pu réaliser dès 1916. Ces dernières recherches ont abouti, en particulier, à la création, voici deux ans, d'une liaison commerciale radiotéléphonique sur ondes de 6 m entre la Corse et le continent, la première sans doute de cette espèce. C'est encore grâce à ses instructions que les études entreprises à Nancy par Pierret ont permis à ce dernier de produire des ondes de 15 cm dont les applications commencent à se faire jour.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le Général sentait depuis longtemps la nécessité d'un laboratoire de radioélectricité bien outillé et, dès 1919, il put faire nommer une commission qui commença officiellement l'étude de la question. Comme toutes ses semblables, elle avança à pas lents et ce n'est qu'en décembre 1926 que fut créé le Laboratoire national de Radioélectricité. Faute de tout crédit raisonnable, il n'aurait d'ailleurs existé que sur le papier pendant de nombreuses années encore si le Général, prévoyant ces événements naturels, n'avait de bonne heure mis officieusement ses idées en application en conservant, dans la mesure du possible, les services de recherches nés pendant la guerre. Sans sa clairvoyance, nous nous serions bientôt trouvés dans l'obligation de nous adresser à l'étranger pour effectuer les mesures de précision devenues indispensables.

Amorcées par le travail en commun des Alliés, nécessitées par le développement considérable des communications mondiales, les réunions internationales se multiplièrent après la guerre et prirent une importance croissante. Dans le domaine radioélectrique, il ne s'agissait pas seulement de fixer, par des conférences internationales, les règles d'exploitation : il fallait aussi discuter la technique, car celles-là étaient conditionnées par celle-ci. Le problème pris dans son ensemble était particulièrement ardu; les merveilleux progrès scientifiques et industriels avaient accru à un tel degré les moyens d'action que mille besoins nouveaux surgissaient, créant un encombrement imprévu de l'éther, provoquant des oppositions violentes entre les utilisateurs. La radiodiffusion, par exemple, réclamait pour elle les ondes les plus favorables en s'appuyant sur l'intérêt des millions d'hommes qui l'écoutent; les services de la Marine et de l'Air protestaient énergiquement pour défendre leurs besoins avec l'argument de la sécurité des vies humaines qui, hors des luttes d'intérêt, paraît indiscutable; une opposition non moins violente se donnait jour entre les services commerciaux et militaires; à la lutte entre les divers services s'ajoutaient des appétits purement nationaux.

Pour résoudre ces difficultés il fallait de la diplomatie et de la technique. Le général Ferrié joignait à ces deux qualités l'autorité incontestable que lui donnaient ses anciennes et cordiales relations avec les représentants de toutes les nations. Il avait en outre le sentiment inné d'éviter les heurts, d'adoucir les relations, car il voyait nettement l'importance d'une entente générale et d'une franche collaboration.

Il joua dans ces conditions un rôle capital dans les conférences internationales où sa popularité était telle que le jour de son anniversaire, à Washington, en 1927, un porte-parole des délégations étrangères se leva en assemblée générale pour lui offrir, au milieu d'une ovation enthousiaste, les vœux des 450 délégués.

Vous voyez, Messieurs, combien l'œuvre du général Ferrié a été féconde, quels domaines il a enrichis, portant son effort sur tous les sujets susceptibles d'aboutir et qu'il reconnaissait de loin avec une sûreté incomparable.

Les voies qu'il a suivies pour atteindre son but ont souvent masqué l'action efficace de sa personnalité et c'est pourquoi, comme l'a écrit le colonel Brenot, « des « esprits critiques ont prétendu parfois chercher vainement l'essentiel de son œuvre « personnelle, qui n'apparaissait pas resplendissante comme une invention sensa- « tionnelle, alors que cette œuvre était partout, directrice, coordonnatrice, œuvre de « semeur, de laboureur, dure, essentielle, féconde ».

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les honneurs et les dignités sont venus de toutes parts au général Ferrié, membre du Bureau des Longitudes, de l'Académie des Sciences, docteur *honoris causa* de l'Université d'Oxford, titulaire du prix Osiris et de la médaille Franklin, il se trouva toujours en première place dans les unions et les comités scientifiques; il fut successivement président de la Commission internationale des Longitudes par T.S.F., des Unions radioscientifique, astronomique et géodésique, membre de la Commission internationale de l'Heure, vice-président du Conseil international des Recherches, président du Comité de Technique radioélectrique de la Société des Nations.

Sa carrière militaire avait marché de front avec ses succès scientifiques; elle fut magnifiquement couronnée par la loi votée sur la proposition de M. Painlevé, ministre de la Guerre, qui le maintenait en activité sans limite d'âge.

Un monument vient de s'élever sur le Champ-de-Mars, témoin de ses pénibles débuts; la semaine prochaine un médaillon sera inauguré à l'École supérieure d'Électricité; bientôt ses concitoyens en apposeront un autre à Saint-Michel-de-Maurienne.

Je vous ai dit, Messieurs, l'effort opiniâtre du général Ferrié tout au cours de sa vie; j'ai cherché à vous montrer comment il a utilisé ses heureuses facultés pour aboutir aux plus importantes réalisations; j'ai noté en maintes circonstances combien son aménité et ses qualités de cœur l'avaient aidé dans son œuvre.

Laissez-moi, en terminant, insister sur ces traits de son caractère. L'énergie et l'intelligence provoquent l'admiration, les qualités de cœur entraînent l'affection dont la place doit être à un niveau plus élevé dans l'esprit des hommes.

Le général Ferrié était bon, très bon. Au milieu de ses trop lourdes occupations, il savait se pencher sur toutes les infortunes, aidé par une compagne dévouée, qui fut son active collaboratrice non seulement dans cette belle tâche, mais dans toutes ses actions, dans toutes ses luttes.

C'est par sa bonté simple et agissante, Messieurs, autant que par son prestige et son énergie qu'il a pu entraîner cette cohorte de collaborateurs dont les efforts n'ont pas été moins soutenus par l'affection que par le devoir.

*
* *

Extrait du discours de M. Jean Paraf,

président de la Société amicale des Ingénieurs de l'École supérieure d'Électricité,

prononcé le 24 novembre 1933, à l'inauguration du médaillon élevé à la mémoire du général Ferrié à l'École supérieure d'Électricité, à Malakoff (Seine).

MADAME, MESSIEURS,

En consacrant dans ces lieux par la pierre et par le marbre l'effigie du général Ferrié, la Société amicale des Ingénieurs de l'École supérieure d'Électricité, suivant le ferme propos qu'elle avait tenu l'année dernière, a voulu rendre son hommage particulier à la mémoire du grand Français qui fut pour notre école et pour ses élèves un maître illustre et un ami fidèlement dévoué. Cet hommage interprète le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sentiment unanime de tous ceux qui, dans cette maison, et naguère dans les bâtiments de la rue de Staël, ont reçu l'enseignement que ce grand savant, cet animateur incomparable, a professé personnellement et organisé avec l'assistance de collaborateurs éminents.

Je sais, Madame, l'émotion que vous avez éprouvée en présence de cette reproduction fidèle du visage de celui dont vous fûtes la compagne admirable. Votre présence ici, dont je vous sais gré très respectueusement, est un témoignage survivant de l'intérêt constant que, durant trente années, le général Ferrié a porté à notre école et à notre groupement.

C'est en effet en 1903 que se sont nouées nos relations avec le jeune savant qui venait de consacrer sa gloire naissante en rétablissant, par la télégraphie sans fil, une communication sous-marine qu'avait rompue l'éruption de la Montagne Pelée. Dès son retour des Antilles, le capitaine Ferrié vint donner à notre école ses premières conférences sur la télégraphie sans fil. Cet enseignement s'est poursuivi au cours des années successives, par le commandant Ferrié lui-même, qui alternait ses leçons avec le commandant Tissot, et, ultérieurement, par les soins du colonel Jullien, l'un des plus distingués collaborateurs du Général.

. . . . . .

. . . . . .

Le nouvel enseignement, celui de la radiotélégraphie sans fil, s'ouvrit en février 1912 avec 20 élèves, parmi lesquels 9 officiers délégués par le Ministère de la Guerre et 6 délégués par le Ministère de la Marine et des Colonies.

Suspendu pendant les hostilités, le fonctionnement de la Section de Radioélectricité fut repris en 1919. Une session exceptionnelle instruisit, cette année-là, 50 officiers de l'armée américaine. Celle-ci, dont les corps et service avaient été dotés, sur le front, du matériel de la radiotélégraphie militaire française, tel que l'avaient conçu et perfectionné le colonel Ferrié et ses collaborateurs, avait demandé que ses officiers spécialistes, avant de regagner leur pays, fussent autorisés à recevoir l'enseignement de notre école.

Depuis lors, la Section de Radioélectricité a été fréquentée chaque année par une cinquantaine d'élèves. Le nombre total des ingénieurs ayant suivi cet enseignement depuis sa fondation est de 850, parmi lesquels plus de 300 officiers de nos armées de terre et de mer, et 30 ingénieurs des administrations de l'État. Parmi les autres élèves, nous relevons 400 étrangers pour la plupart officiers et ingénieurs, délégués par leurs gouvernements.

Tels ont été, dans un rapide aperçu, l'origine et le développement de la Section de Radioélectricité, si heureusement organisée avec le concours actif du général Ferrié. Ce concours, il l'a donné personnellement en faisant bénéficier l'École de tous les moyens intellectuels et moraux dont il disposait et qui étaient immenses : savant et inventeur imaginatif, il a initié ses élèves aux résultats de ses découvertes et les a fait participer à ses travaux de laboratoire; technicien éprouvé, il les a orientés vers les formules pratiques, je dirai même vers les solutions industrielles que son expérience et sa clairvoyance lui faisaient apercevoir comme les plus avantageuses; organisateur hors de pair, il a veillé de très près à l'harmonieuse coordination des matières de l'enseignement et à la désignation des professeurs les plus qualifiés pour le donner. Les archives de l'École possèdent encore les longues notes manuscrites dans lesquelles le général Ferrié, apportant sa précieuse collaboration

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à M. Paul Janet [1], précisait les programmes des cours et la consistance des travaux pratiques.

. . . . . .

. . . . . .

C'est ainsi que, par des liens multiples, l'École supérieure d'Électricité, son directeur et ses élèves sont attachés au souvenir du général Ferrié. Mais ces liens, si vivaces dans le cadre de notre école elle-même et de son enseignement, sont encore affermis par les sentiments d'affectueuse reconnaissance que nous ressentons pour celui qui, en toute occasion, fut notre ami dévoué et bienveillant. Président d'honneur de la Société française des Électriciens, membre du Conseil de Perfectionnement de l'École supérieure d'Électricité, membre d'honneur de la Société amicale des Ingénieurs de l'École supérieure d'Électricité, le général Ferrié, qui tenait en grande estime les anciens élèves de notre école, a réservé à tous ceux de nous qui l'ont approché l'accueil le plus sympathique et le plus obligeant.

Nous n'oublierons pas avec quelle bonne grâce il était l'hôte assidu de nos réunions traditionnelles, de nos fêtes et de nos cérémonies. Il fut ici à nos côtés, en place d'honneur, en 1927, le jour de l'inauguration officielle de ces bâtiments lorsque, en présence de M. le Président de la République française et de M. le Président du Conseil, le Ministre de la Guerre de l'époque, le très regretté Paul Painlevé, donna lecture de la citation accordée à notre école et dont je veux rappeler ici les termes :

« Le Ministre de la Guerre cite à l'ordre de l'Armée l'École supérieure d'Électricité. A instruit des promotions d'élèves qui, au cours de la guerre, se sont signalés à la reconnaissance du pays, tant dans les unités combattantes qu'en fournissant, grâce à leur connaissances spéciales, l'encadrement de la Radiotélégraphie militaire qui a été un des facteurs de la victoire. »

Cette citation caractérise de manière saisissante les attaches intimes qui n'ont cessé d'unir notre école et ses élèves à la Radiotélégraphie militaire et à leurs chefs.

Les souvenirs que j'évoque ainsi, je suis certain, M. le président de la Société française des Électriciens, qu'ils sont particulièrement vivaces pour vous. Aussi bien, n'avez-vous pas eu, vous aussi, comme celui qui vous parle, l'honneur de servir sous les ordres du général Ferrié, pendant la guerre, et de conserver, par la suite, son estime et son amitié. Je sais donc le prix que vous attachez au geste de notre Société amicale, qui vous fait aujourd'hui remise du médaillon commémoratif offert par elle à l'École supérieure d'Électricité.

Ce monument demeurera apposé ici, comme l'hommage permanent de gratitude et d'admiration que les anciens élèves de l'École supérieure d'Électricité ont voulu rendre à la mémoire du général Ferrié. Pour les élèves des promotions à venir, ce marbre, qui reproduit la belle figure d'un grand Français, sera le symbole exemplaire d'une vie entièrement consacrée à la science universelle et au pays.

(1) M. Paul Janet, directeur de l'École supérieure d'Électricité, avait inauguré, en 1892, à l'Université de Grenoble, un cours du soir consacré à l'électricité industrielle. Un des premiers auditeurs de ce cours fut le lieutenant du Génie Ferrié, alors en garnison à Grenoble. C'est là qu'il fit la connaissance de M. P. Janet et que les deux hommes commencèrent à collaborer.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Discours de M. de Valbreuze,

président de la Société française des Électriciens,

prononcé le 24 novembre 1933, à l'inauguration du médaillon élevé à la mémoire du général Ferrié, à l'École supérieure d'Électricité, à Malakoff (Seine).

Au nom de la Société française des Électriciens, j'exprime à M. le président Paraf et à tous nos camarades de la Société amicale notre vive reconnaissance pour la délicate attention qu'ils ont eue de faire don à l'École de ce superbe médaillon, où sont fixés les traits d'un chef universellement aimé et vénéré.

Détaché auprès de lui il y a 30 ans déjà, et placé sous ses ordres pendant la guerre, j'ai pu apprécier pleinement les nobles qualités de son âme. Travailleur infatigable, le général Ferrié prenait pour lui la plus large part du labeur qui incombait à ses services, et s'efforçait d'en décharger le plus possible ses subordonnés. Animateur incomparable, il avait formé autour de lui une phalange de savants et de techniciens qu'il inspirait et guidait dans leurs recherches et leurs perfectionnements. Patriote ardent et convaincu, il faisait passer avant tout le dévouement au pays et l'amour du bien public. C'est donc à juste titre que le gouvernement de la République lui a rendu un solennel hommage en lui conférant les plus grands honneurs dont il disposait et en le maintenant sa vie durant en activité de service.

Hélas! cette nature d'élite, dont la vigueur physique égalait la vigueur morale et semblait défier les atteintes du temps, cet homme, dont la santé de fer se riait de la maladie, a été jeté à terre en quelques jours par l'accident banal d'une appendicite gangréneuse. Jamais la mort n'a été plus lâche; jamais elle n'a été plus stupide.

Celui que nous pleurons était un militaire convaincu; c'était aussi un savant, un technicien, un ingénieur; enfin c'était un homme. Et, comme homme, il était grand d'esprit et de cœur, grand par sa bonté, par son désintéressement, par son dévouement. Le jour de ses obsèques, ses collaborateurs et ses amis pleuraient comme s'ils avaient perdu un membre très cher de leur famille. Quel témoignage plus saisissant pourrait-on invoquer de l'affection qu'il avait inspirée à tous ceux qui l'approchaient.

La Société française des Électriciens, en reconnaissance des services rendus à la science par le général Ferrié, lui avait décerné le titre de président d'honneur. Désormais, grâce à la générosité de la Société amicale des Ingénieurs de l'École supérieure d'Électricité, son image sera toujours présente au milieu des élèves de notre école, où son exemple pourra servir de guide à l'élite de notre jeunesse laborieuse.

Bien que le général Ferrié n'ait fait partie du Conseil de la Société d'Encouragement que pendant moins de dix ans, de 1922 jusqu'à sa mort, il y a laissé la marque de son passage, comme partout où il est passé. Dans la séance publique du Conseil, tenue le 27 février 1932 (voir le *Bulletin* de mars 1932, p. 229 à 231) M. Mangin, *président*, a surtout dépeint l'homme qu'était le général Ferrié et insisté sur quelques traits de son beau caractère.

A plusieurs reprises, la Société d'Encouragement a adressé au général Ferrié de jeunes chercheurs en quête d'un conseil ou d'un avis, et tous

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nous on dit avec quelle simplicité et quelle bienveillance il les avait reçus : non seulement il donnait, et tout de suite, l'avis ou le conseil demandés; mais il donnait quelque chose de plus : comme il savait juger les hommes il trouvait bien vite, grâce à sa grande influence, un laboratoire ou un poste où le jeune chercheur pouvait exécuter ou poursuivre ses travaux si ces travaux lui paraissaient devoir être féconds. Pendant la guerre, le hasard des affectations lui fit maintes fois découvrir des hommes de valeur qui s'ignoraient eux-mêmes. Plusieurs lui doivent leur situation actuelle, civile ou militaire.

Il connaissait la pénible situation matérielle dans laquelle se trouvent souvent de jeunes savants, ayant déjà à leur actif de très beaux travaux, donc pleins d'avenir, mais dénués de ressources. Quand, de son vivant, notre Société fut appelée, trop rarement hélas! à décerner des prix en espèces, c'était toujours sur l'un d'eux que son choix se portait : il ne promettait pas toujours de trouver le lauréat désiré quand ses collègues le chargeaient de faire un pareil choix, mais toujours il trouvait, et ses rapports arrivaient, parfaits et ponctuellement à la date promise. On trouvera dans le *Bulletin* de nombreux rapports de ce genre, ainsi que le texte d'une conférence que le Général fit en séance publique le 29 mai 1926 sur *Les applications diverses de la technique de la haute fréquence* (*Bulletin* de juillet-août-septembre 1926, p. 615) au cours d'un cycle de conférences sur les progrès des courants de haute fréquence, cycle dont il avait eu l'idée et dont il fut l'organisateur.

Ce qu'on ne trouvera pas dans notre *Bulletin*, c'est la trace du rôle important que le général Ferrié a joué à la Société d'Encouragement, tant par ses avis, donnés en séance au Comité des Arts économiques dont il faisait partie, que par ses démarches personnelles pour vaincre certaines difficultés d'organisation ou trouver une solution satisfaisante à un problème difficile et qu'il fallait cependant résoudre; il allait au-devant des tâches, quelquefois ingrates, et toujours il réussissait. Cet art de la diplomatie qu'il possédait au suprême degré, sans doute grâce autant à sa bonté qu'à sa clairvoyance et à sa connaissance des hommes et des choses, a souvent été mis à contribution dans les réunions internationales où, trop souvent, s'opposent des intérêts nationaux ou particuliers. Il nous a été rapporté que, dans plusieurs de ces réunions où il fallait sortir d'une situation qui à tous paraissait inextricable, chacun poussait un soupir de soulagement en apprenant que le général Ferrié était présent. Ces espoirs ne furent jamais déçus.

Tous ceux qui ont connu le général Ferrié à la Société d'Encouragement, aussi bien le personnel administratif, si modeste que fût le poste, que ses collègues, ont gardé du général Ferrié un souvenir ineffaçable.

E. L.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LES FORÊTS PRIVÉES ET L'INTÉRÊT PUBLIC

par M. M. SAGOT-LESAGE.

Sans ce complexe biologique qu'est la forêt, la géosphère serait inhabitable. Il est inutile d'insister sur cette proposition présentée en prémisse au sujet de laquelle plane l'unanime accord des phyto-sociologues. Devant elle, sur toute l'étendue de la terre, l'entendement humain s'est tourné vers les problèmes posés en vue de protéger la sylve mondiale dont l'étendue est en régression constante, aussi bien que dans le but de reforester partout où la chose est utile, ainsi que cela doit être. Selon les régions, selon les terrains, selon les climats, la question revêt des aspects différents, comportant un degré d'acuité plus ou moins considérable avec, en correspondance, des solutions adéquates. Dans le fond, elle paraît partout identique et peut se résumer en ces deux termes : conserver, reconstruire, car il y va de la vie. En conséquence, le concept d' « intérêt public » se devrait de présider aux opérations conservatoires et reconstructives. Sans les idées de continuité et de durée, il ne peut être question de l'intérêt public et, pour instaurer une politique forestière adaptée aux nécessités de l'existence humaine, il est indispensable de s'appuyer sur l'esprit de perpétuité en agissant en « hommes de toujours », selon l'expression de John Finlay.

A. — En France, et en particulier aux pays méditerranéens du soleil, comment se concilient, en matière de protection de la sylve particulière et de sa reforestation ces deux termes d'apparence inconciliables : intérêt public, intérêts personnels?

Situation de la forêt privée. — En France, la propriété forestière privée est disséminée en une infinité de petits ténéments (63.000 propriétaires de « lots boisés » de 10 à 50 ha, couvrant au total 1.890.000 ha; 8.900 propriétaires de plus de 50 ha en nature de bois, ensemble 1.500.000 ha. En tout 3.390.000 ha).

Laissant volontairement de côté la question de compétence ou d'incompétence des particuliers pour la conduite de leurs biens forestiers, nous nous contenterons de faire ressortir que, par impécuniosité, il leur est normalement impossible de protéger leurs bois et encore moins de reforester. Par ailleurs, et ceci est encore plus grave pour la situation de la forêt privée française, ils n'ont aucun concours, aucun encouragement même moral à attendre de l'État. Au contraire, une fiscalité excessive s'abat sur eux, fiscalité par suite de laquelle il est plus avantageux de détruire les bois que de les conserver.

Le propriétaire particulier ne peut donc rien avoir de commun avec l'homme de toujours.

La situation déplorable de la forêt particulière devait conduire les propriétaires à se former en syndicats, coopératives, comités, associations, régis par les lois de 1884, 1901 ou 1924.

Situation des associations communales syndicales forestières (Loi de 1924). — On constate d'abord que le texte législatif est muet en ce qui concerne la reforestation : d'après la loi, le but des associations syndicales est d'entreprendre des travaux de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

défense contre les incendies. Théoriquement donc, elles sont aptes à panser, dans une certaine mesure, et non à guérir.

Pratiquement, pour évaluer la qualité des pansements qu'elles peuvent opérer, nous estimons qu'il y a une discrimination à faire : une association syndicale étend-elle son action sur un massif forestier homogène tout entier — le cas existe quoique rare — là, elle peut, dans son cadre, faire œuvre d'ensemble et, bien conduite, posséder une partie du caractère de continuité et de durée. Des associations syndicales, se partagent-elles au contraire un massif forestier d'expression géographique complète, comme elles n'ont aucune communion de directives entre elles, pas plus que de plan d'ensemble tracé, elles aboutissent à une dispersion d'efforts avec rendement précaire et aléatoire.

Au surplus, elles ne peuvent se manifester d'une façon active que grâce aux subventions, manne répandue par l'État, dont le caractère plus ou moins justifié n'entre pas dans le cadre de cette notice, mais que l'impécuniosité budgétaire, corollaire de celle des particuliers surchargés par une fiscalité exagérée, voue à une existence ralentie.

En tout cas, ni les unes ni les autres ne sont représentatives de l'intérêt public étant un simple faisceau d'intérêts particuliers, cependant conçus dans un sens un peu plus large que celui d'un isolé, mais toujours dirigés vers un but trop restreint pour faire figure de groupement de coordination publique.

Par déficience législative et budgétaire, les associations syndicales ne peuvent donc malheureusement avoir la réputation d'être égales aux hommes de toujours.

Situation des syndicats, coopératives, comités (Lois de 1884 et 1901). — De même façon, s'appréciera le rôle de ces groupements plus ou moins importants d'intérêts particuliers. Cependant, basés sur des statuts qu'ils se dictent à eux-mêmes en connaissance de cause, leur action s'étend, pour la plupart, jusqu'à des entreprises de reboisement.

Une série de taches vertes éparpillées de la Sologne aux Basses-Pyrénées, de la Marne au Tarn; quelques centaines d'hectares remis en bois de-ci de-là, sans profit réel pour la collectivité parce que sans influence biotique à cause de leur faible étendue et de leur dispersion : tel est l'aboutissement. Ce sont des arbres en puissance, destinés à être exploités et non à créer des réservoirs de biologie végétale, de sorte que ces groupements, qui ne vivent aussi que de « subventions », ne les emploient en somme que pour en solliciter d'autres.

Si bien intentionnés que puissent être les dirigeants de ces institutions bénévoles, moralement méritoires, ils seront remplacés tôt ou tard par d'autres animateurs également pleins de bonnes volontés. Ni des uns, ni des autres ce n'est, sauf exception, le métier; or, bonne intention et bonne volonté ne remplacent pas le savoir faire : donc ce n'est pas encore là que se trouvera la continuité aux hommes de toujours.

B. — Jusqu'à présent, l'intérêt public, les intérêts privés suivent donc deux voies parallèles sans chance possible de les voir se rencontrer. Les lignes ne se confondent qu'en ce qui concerne le domaine privé de l'État car là il y a association complète des intérêts en présence. Pourtant, la satisfaction nécessaire de l'intérêt public peut rejoindre le respect traditionnel des intérêts privés. Il reste dès lors à rechercher comment.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Harmonie des intérêts en Suisse et en Allemagne. — La loi fédérale du 11 octobre 1902 édicte le maintien de l'aire boisée de toute la Confédération helvétique et, pour atteindre ce but, met la reforestation du territoire à la charge de l'administration qualifiée, les opérations étant faites aux frais des propriétaires, quitte à en récupérer le montant sur les produits de leurs coupes. D'autre part, le jeu de ce texte législatif national permet aux associations forestières de confier la gestion de leurs travaux aux agents de l'État. C'est l'utilisation des compétences pour le plus grand profit de chacun et de tous. Par son concours effectif, par ses procédés de reboisement, la collectivité suisse vient au secours de la propriété forestière particulière avec un sentiment de continuité et de durée, trace visible d'un accord conclu entre les intérêts public et privés.

Pourtant, en mettant les opérations de reforestation à la charge pécuniaire des propriétaires avec imputation sur les produits de leurs coupes, on prive les particuliers pendant un certain temps de produits rémunérateurs assurés, sur lesquels leur droit est indubitable. Le concept de la loi prussienne du 2 juillet 1875 y pourvoit en confiant le soin du reboisement à l'État et en ne demandant aux propriétaires particuliers intéressés qu'une prestation spéciale assimilée aux contributions ordinaires.

Il y a là pour eux une charge fiscale supplémentaire; la chose est entendue, mais cette fiscalité exceptionnelle n'est en fait que la rémunération par arrérages d'un service productif rendu : la conciliation des intérêts privés et public apparaît ici comme plus concrète.

Coordination canadienne. — Les visées permises aux hommes de toujours se manifestent mieux encore dans le Dominion du Canada, tout au moins en ce qui concerne la province de Québec. Son statut forestier autonome, qui date de 1923, met, en effet, tout ce qui concerne la protection et le reboisement entre les mains du Département ministériel des Terres et Forêts et entre celles des associations syndicales, l'un et les autres agissant en liaison constante et étroite.

Dans la province de Québec, les associations syndicales sont abondamment subventionnées par le gouvernement provincial, d'une part, et par les concessionnaires forestiers, d'autre part. Pour justifier le principe subventionnel gouvernemental, il suffira d'indiquer que le nombre des associations syndicales est réduit à cinq pour tout le territoire de la province, dont la superficie forestière est de 52 millions d'hectares, dont environ 21 millions se partageant entre les particuliers et les domaines affermés à des sociétés; ces chiffres sont à comparer à l'étendue de la forêt française (10 millions d'hectares, dont 3.390.000 aux particuliers), ce qui donne une idée de l'envergure de la zone d'action des cinq associations syndicales, et d'autant plus qu'elles font bloc avec le Ministère des Terres et Forêts dont elles ne sont en réalité qu'une émanation.

Charte des États-Unis d'Amérique. — Dans les États-Unis d'Amérique, la « Commission nationale de Conservation », créée en 1908, qui contrôle toutes les entreprises et sociétés de prévoyance forestière, a comme base fondamentale de sa charte la solennelle « déclaration des devoirs et des droits réciproques » ci-après résumée :

« En prenant les ressources forestières du pays comme fondement de la propriété et de la faculté de s'enrichir, les droits particuliers sur ces ressources doivent être considérés comme naturels et absolus, inaliénables ainsi qu'irrévocables. Ces ressources doivent être développées, utilisées, conservées (lutte contre les incendies,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lutte contre les maladies et les insectes, respect des forêts, reboisement) d'une manière correspondant à l'intérêt de tous en vue d'assurer la perpétuité de la population des États-Unis d'Amérique. »

Cette déclaration suppose bien l'homme de toujours ; elle réunit étroitement, dans la continuité et la durée, le respect des intérêts particuliers et la nécessité de l'intérêt public. C'est l'expression du mot « république » dans son sens étymologique *res publica.*

*
* *

Ce qui est possible aux États-Unis peut l'être, semble-t-il, en France. Les droits imprescriptibles de la propriété privée issus de la longue hérédité romaine dans les régions de langue d'oc « païs de droit escrit » et de la tradition immémoriale des « coutumiers » dans celles de langue d'oil, sont parfaitement conciliables avec les devoirs d'intérêt public de la collectivité. Le bon sens, l'ordre, la mesure sont vertus dominantes de la race française.

Il appartient à tous les animateurs des groupements économiques : syndicats agricoles et forestiers, associations forestières, chambres de commerce, de préparer en intime collaboration leur cahier de doléances et de revendications, base d'une législation nouvelle en matière de politique forestière constructive dans laquelle l'État ne restera plus lointain, mystérieux à la manière d'une entité, mais au contraire s'associera dans une formule d'entr'aide avec ceux qu'il se borne à oppresser fiscalement.

En attendant l'instauration de cette interdépendance entre l'État et les particuliers en matière forestière, tout en songeant à réserver l'avenir le plus lointain, il convient cependant, de continuer à agir dans les limites des moyens présents, si imparfaits soient-ils.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE L'ALTÉRATION DES HUILES POUR CYLINDRES A HAUTE SURCHAUFFE[1]

Note préliminaire

par M. Maurice LŒWENSTEIN, *Ingénieur diplômé de l'École nationale supérieure du Pétrole et des Combustibles liquides* (*E. N. S. P.*).

L'expérience montre que toutes les huiles pour cylindres s'altèrent peu à peu lorsqu'elles sont mises en service. Mais, ce qui varie, c'est, d'une part, la rapidité, et d'autre part, le degré d'altération.

Prévoir comment telle huile s'altérera pratiquement, tel est le problème important que les laboratoires de l'École nationale supérieure du Pétrole s'efforcent à résoudre. Ici nous étudions les huiles pour cylindres à haute surchauffe; ce sont celles qui sont le plus mal connues.

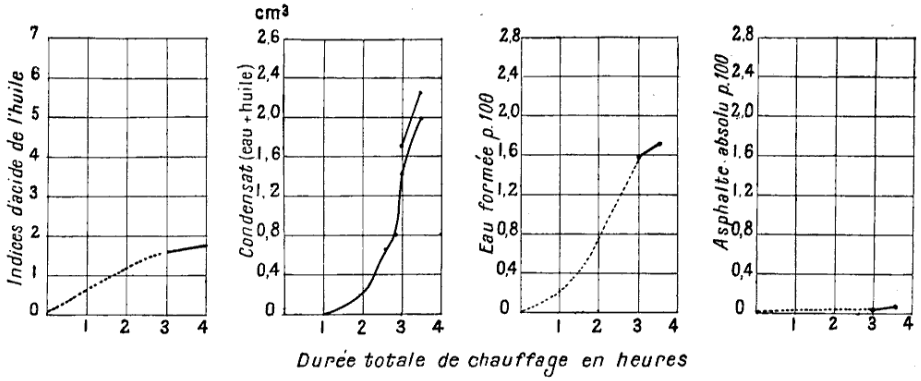


Fig. 1. — Huile n° 1 (15 g d'huile : température, 400° ; débit d'air, 800 cm³/heure). (La température de 400° n'est atteinte qu'après 100 minutes de chauffage).

A la suite de travaux tels que ceux de M. Kammerer, M. le professeur Boisselet, et MM. Ballet et Deullin, Ingénieurs E.N.S.P., ont commencé par étudier l'action de la vapeur d'eau sur ces huiles. Ils ont fourni leur conclusion dans un mémoire présenté au Congrès du Graissage, tenu à Strasbourg en 1931. Au cours de la discussion qui s'ensuivit, M. Kammerer attira l'attention des auteurs sur le rôle possible de l'oxygène, lors du mécanisme de l'altération.

En effet, la vapeur d'eau introduite dans les cylindres des machines renferme de l'air; cela est prouvé. C'est pour cette raison que nous fûmes amené à étudier l'altération des huiles pour cylindres à haute surchauffe sous l'action de l'oxygène.

I. — ESSAIS D'ALTÉRATION PAR CHAUFFAGE A L'ÉTUVE.

Afin de voir si vraiment l'oxygène joue un rôle, nous chauffâmes d'abord les huiles dans des creusets placés dans une étuve portée à 200° pendant 2 heures. L'agent oxydant était donc l'air chaud.

(1) Les recherches faisant l'objet de ce mémoire sont poursuivies par l'auteur à l'aide du Prix Charles Fremont qui lui a été décerné le 17 mars 1934.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous avons reconnu qu'il y a départ de gaz, et que les huiles perdent de leur poids, mais que cette perte est influencée par toutes sortes d'actions étrangères. Cette méthode fut donc abandonnée.

II. — ESSAIS D'ALTÉRATION PAR UNE MÉTHODE ÉLECTRIQUE.

Nous avons alors employé un procédé d'oxydation utilisant comme oxydant les produits d'électrolyse de l'acide nitrique, procédé mis au point par MM. Boisselet et Kryloff. Nous utilisions de l'acide nitrique à 50 p. 100 et faisions passer un courant de 4 A pendant 90 minutes environ. La température, qui était au début de 20°, atteignait 30° à la fin.

L'huile ainsi traitée était si bien modifiée qu'il était très difficile de lui enlever les vapeurs nitreuses et nitriques qu'elle avait absorbées. Elle formait en effet des émulsions très résistantes avec l'eau employée pour la laver.

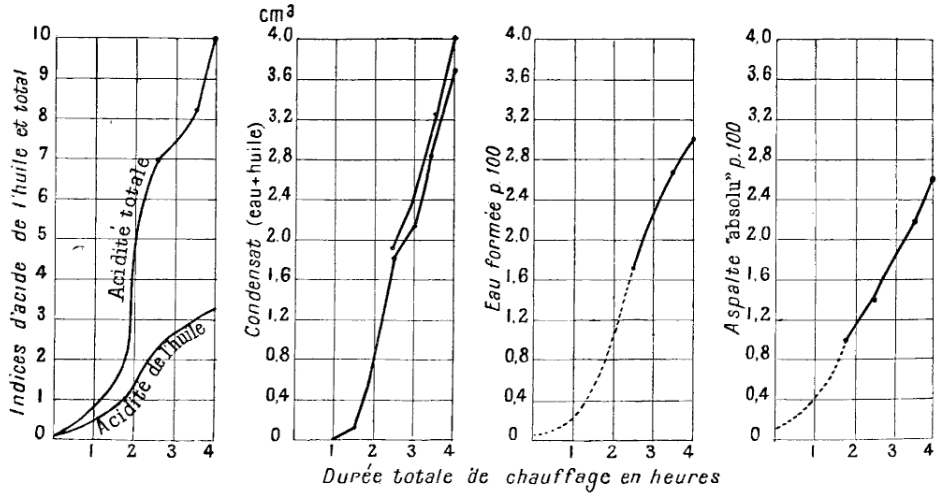


Fig. 2. — Huile n° 2 (15 g d'huile; température, 400°; débit d'air 1.100 cm³/heure).

III. — ESSAIS D'ALTÉRATION PAR BARBOTAGE D'AIR DANS L'HUILE.

Les essais précédents ont permis de faire les remarques suivantes :

1° Il faut oxyder les huiles dans des conditions parfaitement identiques, afin de pouvoir comparer entre elles les huiles altérées;

2° Il faut opérer à haute température et avoir soin de mesurer la quantité d'oxygène introduite dans l'huile.

Il y a intérêt à recueillir les produits volatils, et à ne pas souiller l'huile par un corps étranger (tel l'acide nitrique comme dans le procédé précédent).

La réalisation fut la suivante :

Un tube cylindrique en verre, contenant environ 15 g d'huile, était placé dans une enceinte thermostatique, chauffée par les vapeurs de divers corps organiques en ébullition qui ont été : la diéthylaniline (point d'ébullition, 210°) qui chauffait l'huile à 180°, et l'anthracène (point d'ébullition, 350°) qui chauffait l'huile soit à 265°, soit à 290°.

Un courant d'air purifié et bien sec passait à travers cette huile à raison d'environ

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1 litre par heure. Les produits volatils étaient recueillis dans une fiole d'Erlenmeyer, contenant une solution de potasse alcoolique titrée. Après chaque expérience, on examinait séparément les produits volatils et l'huile altérée restée dans le tube. On déterminait l'acidité de l'huile restante et celle de ces produits volatils, après plusieurs durées de chauffage.

Trois huiles ont ainsi été examinées. Elles ont accusé une acidité assez forte, mais assez différente pour chacune d'elles.

L'acidité des produits volatils augmente beaucoup lorsque la température s'élève. De plus, on a observé que, lors d'une oxydation d'une durée de 3 heures à 290°, il y a craquage de l'huile, avec formation abondante d'eau : il y a donc une véritable réaction de déshydrogénation par combustion de l'huile. Cette déshydrogénation a

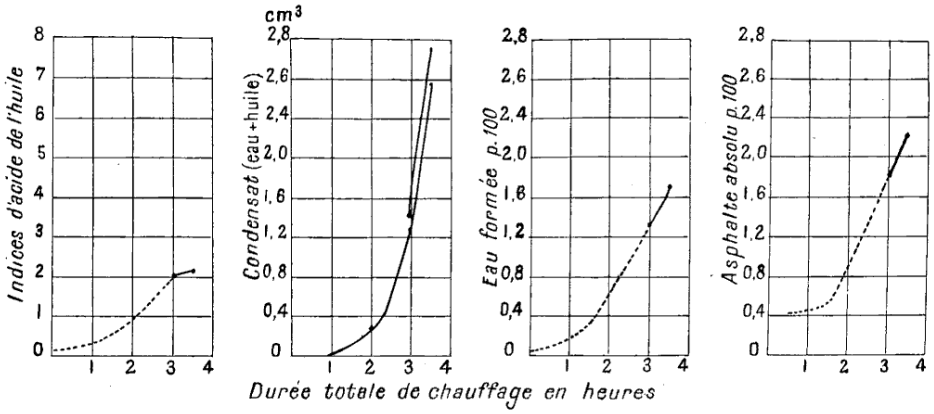


Fig. 3. — Huile n° 3 (15 g d'huile; température, 400°; débit d'air, 800 cm³/heure).

été observée sur les trois huiles essayées. A 290°, il y a augmentation brusque de la quantité d'acides volatils.

On peut conclure de cette première étude que le phénomène important vers 300° est la formation d'eau en grande quantité ; mais la différence entre les huiles n'est pas assez grande pour permettre de les caractériser.

IV. — ESSAIS D'OXYDATION A HAUTE TEMPÉRATURE.

L'étude précédente n'ayant pas provoqué une altération suffisante, deux moyens s'offraient pour l'accélérer : prolonger la durée d'oxydation ou chauffer à une température plus élevée. C'est ce dernier moyen qui a été adopté. En conséquence, l'appareil fut modifié.

Le tube en verre fut placé dans un four électrique et chauffé à 400°.

Les huiles furent d'abord chauffées sans y faire passer d'air : on observa un fort craquage mais sans formation appréciable d'eau, avec dégagement des produits légers et formation d'un asphalte dur dans l'huile restante. Pour mesurer exactement la quantité d'eau formée, nous recueillîmes le distillat dans un tube gradué à fond conique : l'eau qui s'y déposait était dosée par la méthode au xylène.

Les essais à 400° furent commencés avec un débit d'air d'abord très faible, qui fut ensuite augmenté progressivement. Les essais ont été effectués sur les trois huiles précédemment essayées en faisant varier la durée d'oxydation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Résultats. — 1° La quantité d'eau formée est indépendante de la nature de l'huile; elle augmente avec le débit d'air; dans nos essais elle a été au maximum de 3 p. 100;

2° La quantité de distillat recueilli augmente avec le débit d'air;

3° La quantité des acides volatils augmente considérablement lorsque la température s'élève;

4° Les huiles se différencient beaucoup entre elles par la quantité d'asphalte dur qui reste dans l'huile; cet asphalte augmente rapidement avec le temps.

Ces résultats sont donnés sur les graphiques des 4 figures ci-jointes. Aux températures inférieures à 400°, les graphiques obtenus ont à peu près la même allure.

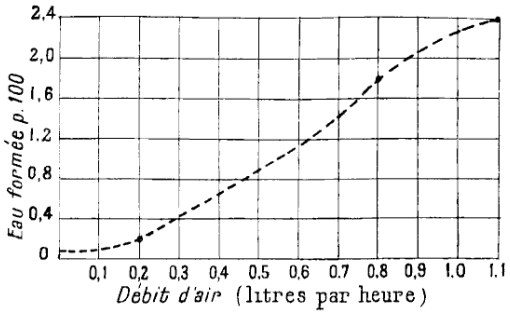


Fig. 4. — Variation de la quantité d'eau formée, en fonction du débit d'air, en chauffant 15 g de l'huile n° 3 pendant 3,5 heures à 400°.

V. — CONCLUSION.

Cette étude est actuellement reprise complètement, afin d'examiner soigneusement la composition des huiles restantes, ainsi que les phénomènes qui apparaissent au cours de l'altération. Il peut être en effet intéressant de doser l'eau et l'asphalte dur à basse température. Il est aussi nécessaire de déterminer exactement l'influence de la température; des essais sont également entrepris dans ce sens.

Il semble que, dès à présent, l'on puisse tirer les conclusions suivantes de cette étude préliminaire :

1° La constatation d'une forte augmentation d'acidité des produits volatils, tant avec le temps qu'avec l'élévation de température, prouve que les huiles pour cylindres à haute surchauffe, quelle que soit leur nature, émettent des acides, ou oxy-acides. Mais les huiles elles-mêmes ne deviennent pas exagérément acides;

2° L'eau formée doit vraisemblablement augmenter encore, si le débit d'air est plus élevé. Il est certain que si l'eau se forme par oxydation vers 300°, elle se forme aussi à basse température car la réaction est la même : il n'y a qu'une différence de vitesse de réaction.

Cette étude, faite dans le Laboratoire de Chimie analytique de l'École nationale supérieure du Pétrole et des Combustibles liquides, sous la direction de M. le professeur L. Boisselet, sera continuée en vue de caractériser les huiles à cylindres suivant leur degré d'altérabilité.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LE NIVELLEMENT GÉNÉRAL DE LA FRANCE

Commémoration du cinquantenaire du Service et inauguration de ses nouveaux bâtiments 39 ter, rue Gay-Lussac, Paris (5e)

(Paris, 27 juin 1934)

Jusqu'en 1926, le Service du Nivellement général de la France occupait des appartements loués, au n° 1, rue Vauvenargues, Paris (18e). L'application des lois sur les loyers, et diverses circonstances l'obligèrent à quitter cet immeuble et à en occuper successivement divers autres jusqu'à ce qu'un terrain, couvert de bâtiments délabrés, eût été mis à sa disposition, sans frais, par le Ministère de l'Instruction publique, et qu'un crédit de 870.000 fr lui eût été alloué, en vertu de la loi du 28 décembre 1931 relative à l'outillage national, pour édifier sur ce terrain un bâtiment exclusivement réservé à ce service.

La construction du nouveau bâtiment fut confiée à M. R.-H. Expert, architecte en chef des Bâtiments civils et Palais nationaux, professeur à l'École nationale supérieure des Beaux-Arts. Le premier coup de pioche ne put être donné qu'en décembre 1932; moins d'un an après, en novembre 1933, le Service du Nivellement général de la France s'installait dans le nouvel immeuble, qui a été inauguré officiellement le 27 juin 1934. Cette date coïncidant avec le cinquantenaire de la création du Service, l'inauguration fut célébrée avec solennité, sous le haut patronage de M. Albert Lebrun, président de la République, et sous la présidence de M. Flandin, ministre des Travaux publics. Les nouveaux bâtiments, qui s'élèvent 39 *ter*, rue Gay-Lussac (5e), furent d'abord visités par les invités; puis une cérémonie eut lieu à l'École nationale supérieure des Mines, toute proche, où des discours furent prononcés par M. Jean Vignal, directeur du Service du Nivellement, et M. Deslandres, président du Bureau des Longitudes.

Il faut citer, parmi les autres orateurs : M. le général Perrier, membre de l'Institut, secrétaire général de l'Association internationale de Géodésie; M. l'Ingénieur-hydrographe général Cot, directeur du Service hydrographique de la Marine, et M. Ch. Lallemand, ancien président de l'Académie des Sciences, du Bureau des Longitudes et de l'Union géodésique et géophysique internationale, directeur honoraire du Service du Nivellement général de la France.

A l'occasion de cette inauguration, une note, rédigée par M. Jean Vignal, fut remise aux invités. Cette note en résume une autre, beaucoup plus détaillée, rédigée aussi par M. Vignal, en mars 1934. En raison de leur intérêt, nous reproduisons ci-après la majeure partie de ces deux études. (N. D. L. R.)

LE SERVICE DU NIVELLEMENT GÉNÉRAL DE LA FRANCE [1]

Le Service du Nivellement général de la France a été fondé en 1884, sous les auspices d'une grande commission interministérielle instituée par M. de Freycinet, et composée de délégués de tous les ministères intéressés. Le principal mérite de sa

(1) Extrait de deux études de M. Jean VIGNAL, Ingénieur des Mines, professeur à l'École nationale supérieure des Mines, membre du Bureau des Longitudes, président de la Commission internationale des Nivellements, directeur du Nivellement général de la France.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fondation revient à M. Charles Lallemand, qui demeura à sa tête pendant 44 ans.

A l'heure actuelle, ce service a effectué, sur l'ensemble du territoire français, plus de 150.000 km de nivellements, et posé plus de 200.000 repères, avec une dépense totale de l'ordre de 30 millions.

Bien qu'il dépende du Ministère des Travaux publics, ses opérations, dont l'ampleur s'accroît chaque année, sont devenues indispensables à la plupart des administrations publiques, ainsi qu'aux départements et aux communes. Ses méthodes, adoptées à son exemple, depuis sa création, dans presque tous les pays civilisés, lui ont valu à l'étranger un prestige incontesté.

OBJET DU NIVELLEMENT. — Le sens que les géodésiens donnent au mot nivellement est peu connu. Le nivellement d'une région consiste dans la détermination de son relief, par la mesure des altitudes d'un nombre suffisant de points du sol, par rapport à une même surface horizontale, dite surface de référence.

La plupart des travaux publics exigent l'exécution préalable d'une telle opération; c'est ainsi que des nivellements sont indispensables pour étudier le tracé et préparer la construction des routes, des chemins de fer, des canaux; il en est de même pour les travaux relatifs à l'aménagement des forces hydrauliques, à la navigabilité des cours d'eau, à la défense contre les inondations, à l'alimentation en eau des agglomérations; de même encore, des nivellements sont utiles pour rechercher les affaissements du sol dus aux exploitations minières ou pour divers travaux de défense nationale. D'une façon générale, pour établir les cartes géographiques, pour refaire le cadastre (notamment à l'aide de photographies aériennes), les triangulations et les levés topographiques doivent, pour pouvoir être correctement calculés, s'appuyer sur des nivellements précis.

S'il n'existait aucune organisation d'ensemble, on serait obligé d'effectuer pour chacun des travaux particuliers énumérés ci-dessus un nivellement spécial. Tous ces nivellements seraient rapportés à des surfaces horizontales différentes; de plus, ils ne concorderaient pas entre eux; ils ne laisseraient d'ailleurs généralement pas de traces durables sur le terrain, sous forme de repères facilement reconnaissables et d'altitude connue. En un mot, chaque nivellement ne pourrait servir qu'à l'objet en vue duquel il aurait été entrepris. Il y aurait là un immense gaspillage d'efforts.

Le Service du Nivellement général de la France a pour objet d'éviter un tel gaspillage, en créant sur l'ensemble du territoire national un réseau cohérent et suffisamment dense de repères d'altitude, tous rapportés à une même surface horizontale. Ces repères, établis en fonte, scellés dans des constructions solides, sont inventoriés avec soin, et officiellement surveillés. Un répertoire est publié, qui en indique au public les emplacements et les altitudes. Dès lors, les opérations particulières de nivellement se réduisent à des rattachements assez courts aux repères du Service du Nivellement général de la France; elles se trouvent ainsi rendues incomparablement plus sûres, plus rapides et plus économiques.

Le nivellement d'ensemble d'un pays est donc essentiellement une œuvre d'intérêt général, qui ne peut être entreprise que par l'État. Il est difficile d'évaluer l'économie annuelle que représente, pour la collectivité, l'existence du Service du Nivellement, mais cette économie est incomparablement supérieure aux dépenses qu'entraîne le fonctionnement du Service, et qui n'atteignent pas, au total, un million de francs par an.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

HISTORIQUE DU SERVICE DU NIVELLEMENT GÉNÉRAL DE LA FRANCE. — La création d'un service général des nivellements s'impose lorsqu'un pays s'industrialise. En France, c'est en 1855, sur l'initiative du Ministère des Travaux publics, qu'on décida d'établir, sur toute l'étendue du pays, un réseau d'ensemble de nivellements. L'exécution en fut confiée à un très habile opérateur, Paul-Adrien Bourdalouë, ancien conducteur des Ponts et Chaussées, qui s'était acquis une grande réputation dans ce genre d'opérations. Bourdalouë apporta aux méthodes et aux instruments de nivellement des perfectionnements importants, et réussit à créer, de 1857 à 1864, un vaste réseau de 15 000 km, remarquablement précis pour l'époque; c'est là l'un des tout premiers réseaux de grande envergure qui aient été réalisés dans le monde.

En 1878, au moment où s'élaborait en France, sous l'impulsion de M. de Freycinet, un large programme de travaux publics, la nécessité se fit sentir d'exécuter un réseau beaucoup plus dense encore, et dont les progrès récents de la technique permettaient d'accroître la précision. Les nombreuses administrations intéressées à une telle entreprise furent associées par le Ministre dans une Commission interministérielle qui, de 1878 à 1884, dressa, dans ses lignes essentielles, le plan de l'œuvre à accomplir. Des ingénieurs et des savants nombreux collaborèrent aux travaux de cette commission. Parmi eux, il faut citer le colonel du Génie en retraite Goulier, ancien professeur à l'École d'application de Fontainebleau; géodésien éminent et modeste, il fit largement profiter la Commission de sa vaste expérience, notamment en matière d'instruments de précision.

C'est sous les auspices de cette Commission que naquit, en 1884, le Service du Nivellement général de la France.

Le principal mérite de cette création revient au jeune secrétaire de la Commission, M. Charles Lallemand, Ingénieur des Mines, qui ne devait pas tarder à jouer, au sein de la Commission, un rôle fondamental. Au cours de toute une série de recherches et d'expériences, il mit au point de nouvelles méthodes d'opérations, modernisa et simplifia les procédés de calcul, perfectionna les instruments, les repères. Dans toutes les branches de l'art des nivellements, il s'efforça d'accroître la précision des résultats, tout en rendant le travail plus rapide et plus économique. Le Service du Nivellement est essentiellement son œuvre. Aussi M. Lallemand fut-il chargé du Service dès sa fondation; et il en resta le directeur jusqu'à sa retraite en 1927. Il est aujourd'hui Inspecteur général des Mines en retraite, membre et ancien président de l'Académie des Sciences et du Bureau des Longitudes.

M. Eugène Prévot, attaché au Service du Nivellement dès l'origine, en 1882, nommé Ingénieur des Ponts et Chaussées en 1910 et adjoint au Directeur depuis 1901 jusqu'à sa retraite en 1928, eut aussi une grande part dans l'organisation du Service. De même, à ses débuts et pendant plusieurs années, M. Maurice d'Ocagne, actuellement Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite, professeur à l'École polytechnique et à l'École nationale des Ponts et Chaussées, membre de l'Académie des Sciences, lui donna sa collaboration; de 1893 à 1901, il fut adjoint au Directeur du Service.

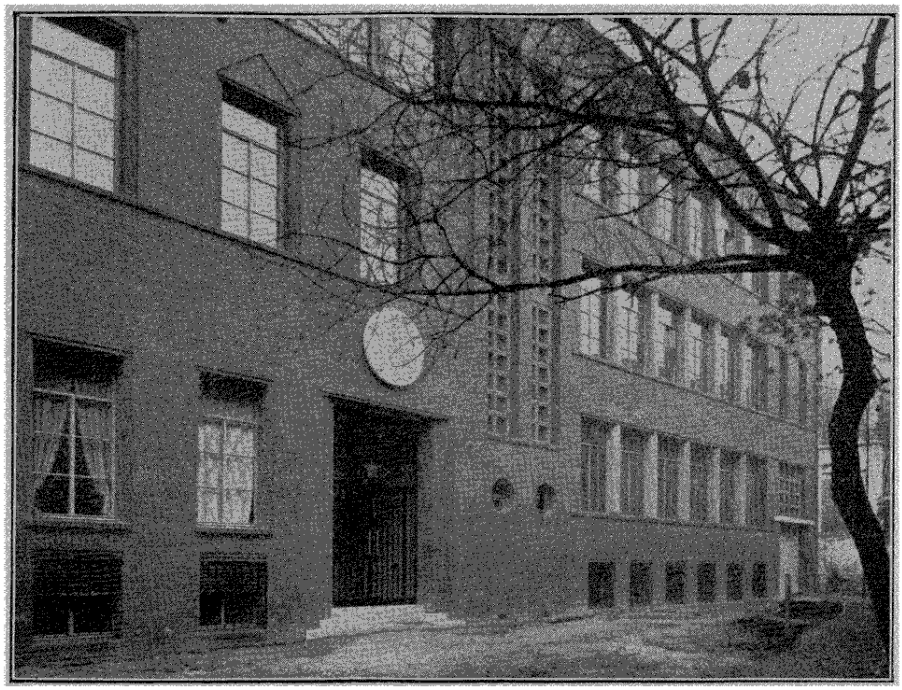
MÉTHODE MODERNE DE NIVELLEMENT DE PRÉCISION. — Jusque vers le milieu du siècle dernier, les quelques altitudes mesurées suivant un système cohérent dans l'ensemble d'un pays, étaient fournies par des nivellements géodésiques, c'est-à-dire qu'elles étaient déduites des opérations de triangulation, concurremment avec la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

longitude et la latitude des points trigonométriques. Mais la réfraction atmosphérique dévie sensiblement les visées, longues de plusieurs kilomètres, de la triangulation, et les altitudes ainsi obtenues manquaient de précision.

C'est Bourdaloué qui eut le double mérite de montrer qu'en raccourcissant les visées à une centaine de mètres, on obtenait des résultats infiniment plus précis, et d'appliquer, l'un des tout premiers ce principe à des nivellements étendus.

Après s'être distingué par divers nivellements effectués pour des travaux de



Photographie Chevojon.

Fig. 1. — Le nouveau bâtiment du Nivellement général de la France, 39 *ter*, rue Gay-Lussac, à Paris.

Construit par M. R.-H. Expert, architecte en chef des Bâtiments civils et Palais nationaux: inauguré le 27 juin 1934.

chemins de fer, Bourdaloué avait été chargé en 1847 du nivellement de l'isthme de Suez entrepris en vue du percement du canal. Sa méthode lui avait permis de constater l'identité à peu près complète des niveaux moyens de la Méditerranée et de la mer Rouge, alors qu'un nivellement effectué au début du XIX^{e} siècle, à l'occasion de l'expédition d'Égypte, avait fait croire à l'existence, entre les deux mers, d'une dénivellation de 10 m environ. L'absence de courant régulier notable, dans le canal sans écluse une fois ouvert, prouva l'exactitude des opérations de Bourdaloué.

Ce fut le succès ainsi remporté par Bourdaloué qui le fit désigner pour l'exécution en France du premier réseau de nivellement de précision de grande envergure.

En principe, le nivellement moderne de précision est une opération simple. Les instruments essentiels de nivellement sont le niveau et les mires.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le *niveau* est constitué essentiellement par une lunette astronomique à fort grossissement et une nivelle à bulle très sensible, disposées de manière à fournir des visées horizontales; les *mires* sont de longues règles divisées, munies de petites nivelles sphériques à bulle permettant de les tenir verticalement.

Pour déterminer la différence d'altitude entre deux points fixes du sol, généralement constitués par des piquets enfoncés solidement et surmontés d'un clou à tête ronde, on place verticalement une mire sur chacun de ces deux points, et on installe le niveau à peu près au milieu de leur intervalle; la différence d'altitude entre les deux points se déduit des lectures faites sur les mires au moyen de deux visées horizontales. Cette opération est une *nivelée*; la longueur d'une nivelée est de

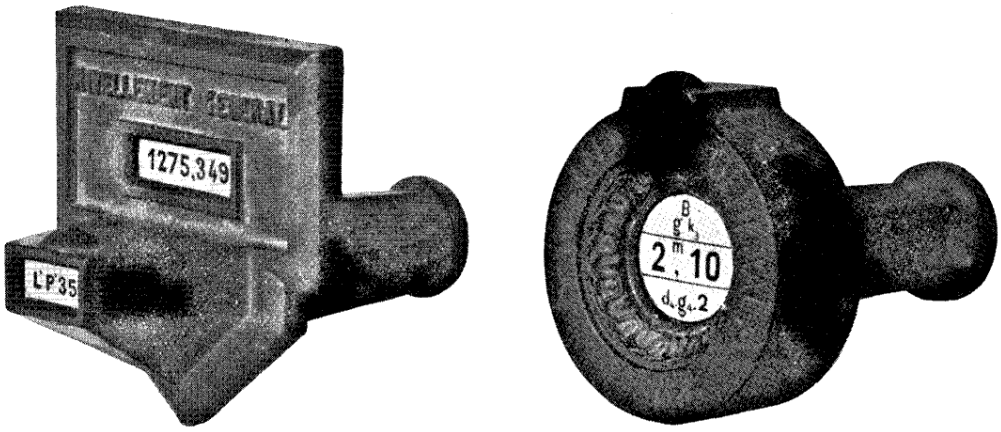


Fig. 2 et 3. — Les deux principaux types de repères du Nivellement général de la France. A gauche, repère sur chemin de fer (rectangulaire); à droite, repère sur route (circulaire). (La cote d'altitude portée sur le repère est celle du sommet de la pastille, placée : en avant sur le repère rectangulaire, au sommet du repère circulaire).

50 à 200 m. Par une succession de nivelées on obtient, de proche en proche, le long d'un *cheminement* (voie ferrée, canal, route) les différences d'altitude d'une série de points fixes du sol. Parmi ces points fixes, sur lesquels on fait reposer les mires, on intercale de temps en temps un repère en fonte, solidement scellé dans un support stable, tel qu'une construction en maçonnerie ou un ouvrage d'art.

Les repères du nivellement général de la France (fig. 2 et 3) portent une pastille hémisphérique sur laquelle on fait reposer la mire; c'est donc l'altitude du sommet de cette pastille qui est déterminée et qui constitue l'altitude du repère.

Ces repères constituent, pour le public, la trace matérielle et durable du nivellement effectué. Leur altitude se trouve bien connue par rapport à celle d'un repère origine. En France, ce repère origine est à Marseille, dans le bâtiment du *marégraphe* (fig. 6); la surface horizontale à laquelle sont rapportées les altitudes coïncide, à quelques centimètres près, avec le niveau moyen de la mer à Marseille.

DIFFICULTÉS THÉORIQUES ET PRATIQUES DU NIVELLEMENT DE PRÉCISION D'UN VASTE TERRITOIRE. — Quand on veut appliquer la méthode précédente au nivellement de précision d'un territoire étendu, on rencontre de nombreuses difficultés d'ordre théorique et pratique. La détermination du relief devant s'étendre à une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vaste surface, il faut faire en sorte que les erreurs, en s'accumulant, n'atteignent nulle part une valeur notable; d'où la nécessité d'une *très haute précision*. En outre, la *mise en œuvre* des très nombreuses mesures effectuées sur une région considérable pose des problèmes théoriques assez délicats.

C'est ainsi qu'on est obligé de prendre des précautions contre certaines circonstances atmosphériques défavorables, notamment contre les effets, parfois importants, de la réfraction due à l'atmosphère, qui courbe les visées. D'autre part, pour déceler et éviter toute faute éventuelle, on est conduit à effectuer régulièrement des mesures surabondantes, que l'on combine avec les mesures principales pour le calcul des résultats définitifs. On corrige aussi les lectures des petites erreurs inévitables de graduation des mires, et on tient compte, pour certains nivellements très précis, des variations minuscules de longueur des mires survenant sur le terrain même.

Malgré toutes les précautions prises, de petites *erreurs* subsistent. Certaines, dites *accidentelles* et depuis longtemps connues, paraissent indépendantes du sens dans lequel sont parcourus les cheminements. D'autres, dites *systématiques*, ont été mises en évidence par M. Lallemand et semblent liées à ce sens. M. Lallemand a imaginé des méthodes nouvelles permettant de déterminer, pour des nivellements donnés, les valeurs moyennes globales de ces deux catégories d'erreurs; ces valeurs constituent une évaluation de leur précision. Les formules qu'il a données, et qui ont été adoptées par l'Union géodésique et géophysique internationale, ont le grand intérêt d'orienter les recherches tendant à améliorer les instruments et les procédés de nivellement, et de fournir une mesure des progrès accomplis.

Lorsque les différences de niveau observées, nivelée par nivelée, ont été corrigées des erreurs instrumentales, et combinées avec les déterminations surabondantes effectuées à titre de contrôle, un problème essentiel se pose dès qu'on veut, pour un réseau de nivellements, se servir des résultats bruts ainsi obtenus, car ils ne sont pas directement utilisables : ils doivent obligatoirement subir certaines corrections nouvelles, dont l'ensemble constitue la *compensation* du réseau. La raison en est la suivante.

Tous les cheminements nivelés du réseau, diversement orientés, se recoupent en tous sens, délimitant un grand nombre de polygones fermés. Dans ces conditions, l'altitude d'un repère origine étant une fois fixée, un autre repère quelconque peut lui être rattaché par toute une série de cheminements, et son altitude aurait ainsi des valeurs différentes suivant le rattachement choisi, ce qui serait inadmissible dans la pratique. Il est indispensable de choisir logiquement entre ces diverses valeurs, une sorte de moyenne.

Il faut donc appliquer des corrections aux différences de niveau brutes trouvées de repère en repère; et ces corrections doivent être établies de manière que, pour tout polygone fermé, la différence de niveau trouvée, en partant d'un repère pour revenir au même repère après avoir fait le tour du polygone, dite *erreur de fermeture du polygone*, soit annulée. Les calculs de compensation qui permettent de déterminer ces corrections, indispensables pour rendre utilisables les mesures, s'appuient sur la théorie des probabilités; ils sont longs et compliqués quand il s'agit de nombreux polygones.

Effet du non-parallélisme des surfaces de niveau. Définition des altitudes définitives calculées. — Une autre difficulté provient de ce que, sur l'étendue d'un terri-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

toire comme la France, les surfaces horizontales sont loin d'être planes; elles ne sont pas même équidistantes : par suite de l'aplatissement de la terre aux pôles, elles sont plus rapprochées aux pôles qu'à l'équateur. De là résultent des corrections nouvelles à apporter aux mesures directes. C'est au Service du Nivellement, et sous la direction de M. Lallemand, que ces corrections furent effectuées méthodiquement pour la première fois.

Considérons, par exemple, à la latitude moyenne de la France, qui est d'environ 45°, deux lignes fictives horizontales et superposées, orientées toutes deux Nord-Sud, longues de 1.000 km, ce qui correspond à peu près à l'étendue de la France du Nord au Sud, et situées, l'une au niveau de la mer, l'autre à 1.000 m d'altitude; l'écart vertical entre ces deux lignes serait plus grand à l'extrémité Sud qu'à l'extrémité Nord, et cela d'environ 80 cm. Un polygone fermé constitué par ces deux lignes, reliées à leurs extrémités par deux cheminements verticaux, présenterait par suite, même s'il était nivelé sans aucune erreur, une erreur de fermeture d'environ 80 cm. De telles erreurs excèdent de beaucoup les limites admissibles et exigent des corrections spéciales.

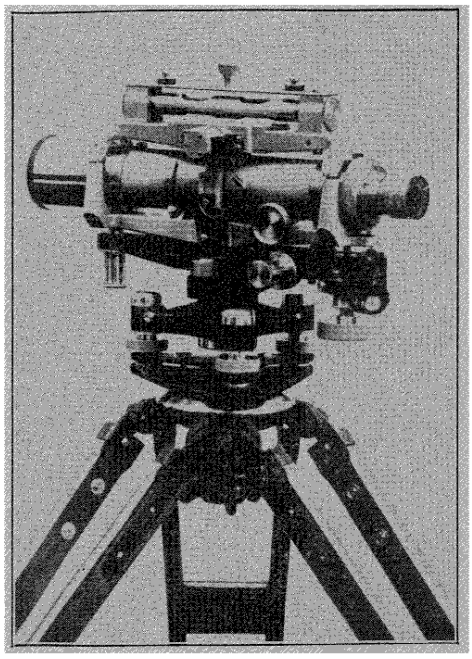


Fig. 4. — Le nouveau niveau de haute précision, construit, en 1929, par la Société des Lunetiers, sur les directives du Service du Nivellement général de la France.

Dans la pratique, les altitudes officielles des repères, dites *altitudes orthométriques*, déterminées par le Service du Nivellement et fournies au public, sont les distances verticales de ces repères au-dessus d'une même surface horizontale de référence, définie par l'altitude, fixée une fois pour toutes, d'un repère fondamental du Nivellement général de la France. Ce repère est situé à Marseille, dans le puits du marégraphe (fig. 6 et 8) servant à déterminer le niveau moyen de la mer; et son altitude a été choisie de manière à faire coïncider, à quelques centimètres près, la surface horizontale de référence avec le niveau moyen de la mer à Marseille.

PRÉCISION DES INSTRUMENTS ET DES RÉSULTATS. — Malgré toutes ces difficultés, les nivellements modernes sont d'une précision remarquable. Les constructeurs de tous les pays rivalisent d'ingéniosité pour faire des instruments en usage de véritables instruments de précision, tout en leur conservant la maniabilité et la robustesse nécessaires.

La lunette des niveaux a un grossissement de 20 à 40; la nivelle à bulle donne l'horizontalité à moins de 1/100.000.

Les mires, généralement longues de 3 m, sont étalonnées, à 10^{-5} m près, plu-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sieurs fois par an, au moyen d'un comparateur, lui-même comparé au mètre-étalon du Bureau international des Poids et Mesures.

Ce comparateur est installé au Service du Nivellement dans une salle d'étalonnage existant au sous-sol, où l'on s'efforce de maintenir une température à peu près constante. On étalonne les mires au début et à la fin de chaque campagne annuelle, parfois même au milieu. Toutes les lectures de mires doivent être corrigées des erreurs de graduation des mires mises en évidence par les étalonnages.

Lorsqu'elles sont destinées à des opérations très précises, les mires portent

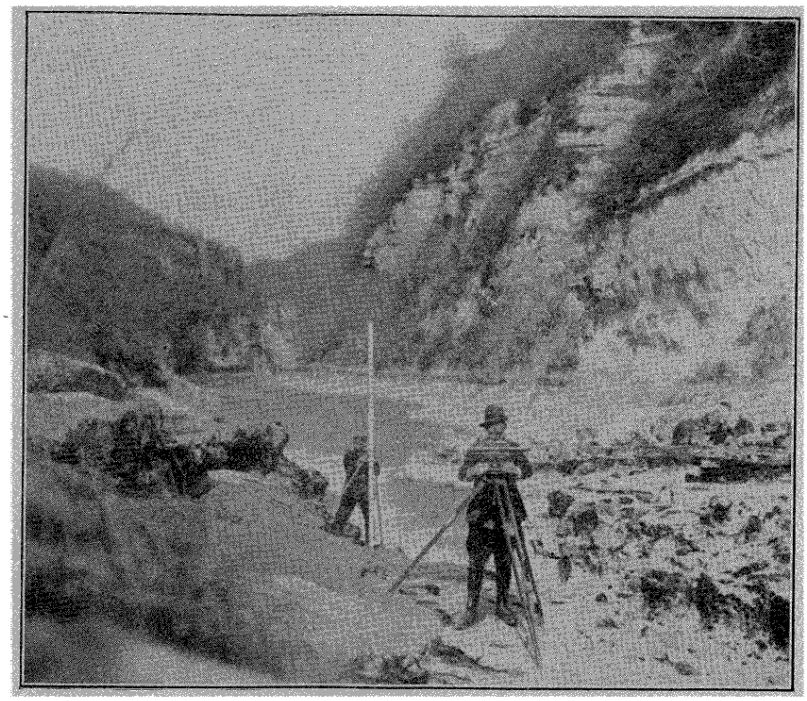


Fig. 5. — Brigade de nivellement en travail en montagne, en amont de l'étroit de Malpertuis sur le Rhône.

intérieurement une règle bimétallique, ou une règle en invar, qui permet d'en suivre régulièrement, sur le terrain même, les variations de longueur, dues aux variations de la température et de l'état hygrométrique.

Comme exemple des détails de construction destinés à faciliter les mesures et à en augmenter l'exactitude, on peut citer le dispositif suivant, dont sont aujourd'hui munis tous les niveaux de précision, et qui a été imaginé par M. Lallemand, en collaboration avec M. Klein, chef du dépôt des instruments de l'École des Ponts et Chaussées : un système de prismes permet à l'opérateur de voir en même temps que sa mire, et sans se déplacer, l'image de la bulle de la nivelle. Il peut ainsi, au moment même où il fait chaque lecture de mire, s'assurer de l'horizontalité de sa visée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

PLAN D'ENSEMBLE ET PROGRESSION DU NIVELLEMENT GÉNÉRAL DE LA FRANCE. — En raison des multiples difficultés dont il vient d'être donné un aperçu, l'œuvre du Service du Nivellement ne peut être développée au hasard. Un plan d'ensemble, à la fois précis et souple, a été établi dès l'origine par la Commission du Nivellement général de la France, et méthodiquement suivi depuis lors. Le réseau général est subdivisé en quatre réseaux de plus en plus denses, dits de 1er, de 2e, de 3e et de 4e ordre, à exécuter l'un après l'autre. Ces réseaux successifs peuvent être nivelés avec une précision individuelle décroissante, sans que la précision d'ensemble du réseau général en souffre; en effet, à mesure que la densité des cheminements nivelés s'élève, les lignes nouvelles se trouvent rattachées, par leurs extrémités, à des lignes antérieures de plus en plus rapprochées, permettant une meilleure compensation des erreurs.

Naturellement, les lignes du réseau de Bourdalouë et celles de divers anciens nivellements locaux suffisamment précis (notamment, depuis la guerre, les lignes allemandes d'Alsace et de Lorraine), doivent être incorporées à ces divers réseaux, après une nouvelle compensation de leurs erreurs, et, le cas échéant, une réitération partielle ou totale des nivellements. A l'heure actuelle, la presque totalité du réseau de Bourdalouë a été ainsi incorporée au réseau du Nivellement général de la France.

Suivant le principe précédent, un réseau de premier ordre a d'abord été établi, de 1884 à 1891, avec toute la précision réalisable, et a fait l'objet d'une compensation d'ensemble de ses erreurs.

Complété en Alsace-Lorraine entre 1920 et 1922, et en Corse entre 1926 et 1928, ce réseau mesure actuellement environ 12.700 km de longueur. Les quelques lignes de Bourdalouë ou d'autres nivellements anciens qui en font partie ont toutes été entièrement renivelées. Les chiffres suivants donnent une idée de la précision obtenue : le réseau primitif, terminé en 1891, comprend 32 polygones fermés, dont le périmètre moyen est de 550 km, et l'erreur de fermeture moyenne est de 6 cm seulement. Si l'on fait le tour de la France en suivant les cheminements extérieurs de ce réseau, on trouve, après un parcours total de 3.900 km, une erreur finale de fermeture de 5 cm.

En s'appuyant sur ce réseau de premier ordre, on a établi, de 1892 à 1898, avec des procédés un peu moins minutieux et des tolérances un peu plus larges, un réseau de 2e ordre, dont les erreurs ont été compensées à l'intérieur du réseau de 1er ordre. Complété en 1922 en Alsace-Lorraine, et de 1926 à 1934 en Corse, ce réseau mesure un peu plus de 18.000 km de cheminements, parmi lesquels on a incorporé, sans réitération, environ 3.000 km de lignes de Bourdalouë ou d'autres nivellements anciens (notamment d'anciens nivellements allemands exécutés en Alsace et en Lorraine).

De même, à l'intérieur du réseau de 2e ordre, on a nivelé, depuis 1891, un réseau de 3e ordre, plus dense encore et moins précis, qui a été achevé en 1925, sauf pour la Corse. La longueur totale de ce réseau, Corse comprise, sera d'environ 50.000 km.

Enfin, à l'intérieur du réseau de 3e ordre, un dernier réseau, celui de 4e ordre, entrepris en 1891, est en cours d'exécution. Le développement prévu de ce réseau est tel qu'après son achèvement, chacune des 38.000 communes de France doit, en principe, être traversée par au moins une ligne de nivellement et porter un minimum de 3 repères; en moyenne, il y aura une douzaine de repères par commune. Les che-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

minements nivelés s'étendront sur toutes les principales voies de communication, voies ferrées, canaux, routes nationales, ainsi que sur un grand nombre d'autres voies, choisies de manière à assurer partout au réseau une densité suffisante. Un point quelconque du territoire, sauf dans les régions peu habitées, comme en haute montagne, sera au plus à 4 km de distance d'une ligne de nivellement. La distance moyenne de deux repères consécutifs est d'environ 700 m le long d'une ligne de nivellement d'un ordre quelconque.

Pour arriver à ces résultats, le développement prévu du réseau de 4e ordre atteint le chiffre énorme de 270.000 km, sur lesquels 77.000 km environ ont été

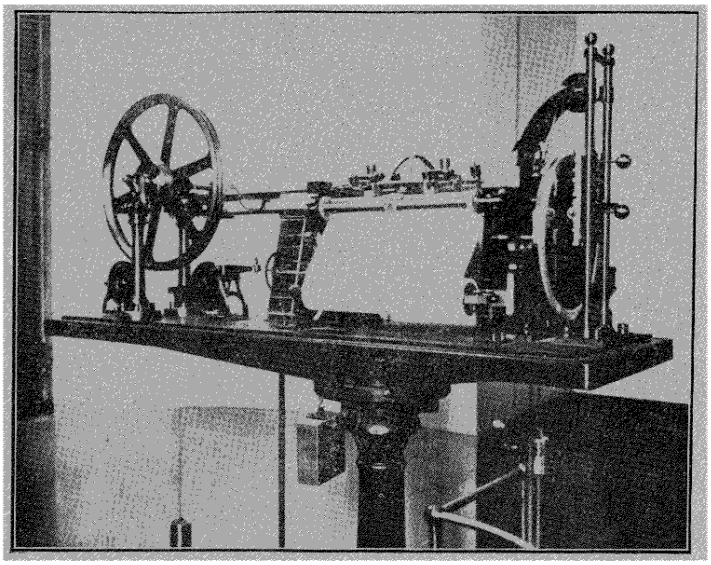


Fig 6. — Le marégraphe totalisateur de Marseille. Il donne, pour une période quelconque, le niveau moyen de la mer. Le niveau moyen de la mer à Marseille coïncide, à quelques centimètres près, avec la surface horizontale de référence, prise pour cote zéro, à laquelle sont rapportées les altitudes mesurées par le Service du Nivellement général de la France.

nivelés à l'heure actuelle. La Commission interministérielle du Nivellement général de la France avait prévu, en 1884, le nivellement d'un réseau total de 800.000 km, englobant les voies de communication de toute nature, jusqu'aux chemins vicinaux compris. Cette tâche devra être abordée après achèvement de la tranche de 270.000 km du réseau de 4e ordre actuellement en cours d'exécution.

L'organisation ci-dessus décrite assure au réseau du Nivellement général de la France une cohésion remarquable, en même temps qu'une extrême souplesse. Elle permet, après achèvement des réseaux des trois premiers ordres, d'incorporer au 4e ordre les nivellements divers exécutés pour les nombreuses administrations publiques qui en font la demande. Ainsi, tout en poursuivant l'exécution de son programme général, le Service du Nivellement peut, à chaque moment, faire porter son effort sur les points où il est le plus utile.

Parmi les avantages de la subdivision du réseau général en 4 réseaux successifs, il convient de signaler qu'elle permet une numérotation très commode, imaginée

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par M. Ch. Lallemand, des dizaines de milliers de repères; chacun d'eux est désigné par un matricule qui permet de retrouver, avec une extrême facilité, son emplacement exact.

Le Service du Nivellement établit donc, sur tout le territoire, un réseau cohérent de repères altimétriques très précis. Ce réseau, sur lequel doivent ultérieurement s'appuyer des courbes de niveau, constitue la base indispensable permettant d'obtenir une représentation exacte du relief du pays, comme le montre la figure 9.

Le coût de cette œuvre d'intérêt général, telle qu'elle avait été élaborée dans ses lignes essentielles, entre 1878 et 1884, par la Commission interministérielle précitée, atteindra une centaine de millions. Déjà, à l'heure actuelle, le Service a effectué plus de 150.000 km de nivellements et posé plus de 200.000 repères, avec une dépense totale de l'ordre de 30 millions.

Le tiers du programme initial est donc exécuté aujourd'hui. Il convient d'ailleurs, de remarquer qu'un nivellement de ce genre, comme tous les grands travaux géodésiques ou cartographiques, n'est jamais achevé. Même en supposant exécutés tous les nivellements primitivement envisagés, le Service du Nivellement devrait continuer à remplacer les repères disparus et à en tenir compte dans des publications tenues à jour. Il devra conserver quelques brigades d'opérations, pour effectuer les nivellements intercalaires demandés constamment par diverses administrations et par le public, car il est seul en mesure de les exécuter avec une précision suffisante et pour un prix abordable.

En outre, par suite des progrès de la technique, la précision du réseau existant cessera d'être jugée suffisante et devra être améliorée. Des mouvements du sol, déjà sensibles aujourd'hui, des changements dans les voies de communication, nécessiteront des retouches. Le développement industriel du pays exigera une précision plus grande, une densité de repères accrue.

OPÉRATIONS ACCESSOIRES DU SERVICE DU NIVELLEMENT GÉNÉRAL DE LA FRANCE. — En dehors de ses opérations principales et des calculs complexes qui s'y rattachent, le Service du Nivellement effectue des travaux complémentaires assez variés.

Il publie un Répertoire graphique des Repères, donnant les résultats de ses mesures, sous une forme pratique pour les usagers. Il assure le remplacement régulier des repères disparus; à cet effet, il est en relation avec les services de Ponts et Chaussées, vicinaux et de contrôle de chemins de fer.

Depuis 1904, en vue de l'aménagement des forces hydrauliques, le Service a relevé et dressé les profils en long de 25.000 km environ de cours d'eau, surtout dans les régions montagneuses. Il a aussi effectué des levés de plans détaillés pour faciliter l'étude de projets de dérivations, de barrages, etc. Pendant la guerre, de 1914 à 1918, il a fourni aux armées alliées des renseignements altimétriques qui ont permis de dresser des projets d'inondations régionales et d'augmenter la précision des canevas directeurs des tirs de l'artillerie.

Observations marémétriques. — Parmi les opérations accessoires du Service du Nivellement, il convient de citer ses observations marémétriques. Les cheminements du Nivellement aboutissent à la mer en de nombreux points des côtes. En plusieurs de ces points on a installé des appareils marémétriques, en fonctionnement continu, dont l'objet est de déterminer le niveau moyen de la mer. Les services locaux des Ponts et Chaussées en assurent la surveillance et font exécuter les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mesures quotidiennes nécessaires. Le Service du Nivellement contrôle le fonctionnement et effectue les calculs. Le plus important de ces appareils est le *marégraphe*

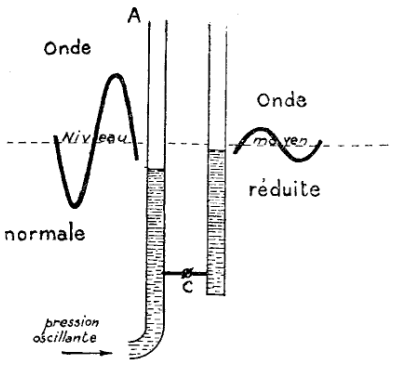


Fig. 7. — *Démonstration expérimentale du principe du médimarémètre.*

Ce dispositif montre le principe du médimarémètre, appareil imaginé par M. Ch. Lallemand, pour la mesure du niveau moyen de la mer. Le tube de gauche A communique avec le tube de droite B par l'intermédiaire d'un robinet C d'ouverture réglable (ou d'un tube capillaire, ou d'une cloison poreuse). On fait, par exemple à l'aide d'une pompe, osciller périodiquement le niveau de l'eau dans le tube A. On constate alors dans le tube B une oscillation fortement réduite, d'autant plus que l'ouverture du robinet est plus faible (où le tube capillaire plus fin, ou la cloison poreuse moins perméable). Mais cette oscillation, d'ailleurs décalée dans le temps d'une façon complexe, se fait autour du même niveau moyen.

totalisateur de Marseille (fig. 6 et 8), auprès duquel est placé le repère fondamental du Nivellement général de la France.

Cet appareil très perfectionné, mû par un flotteur, trace la courbe du niveau de la mer à chaque instant, et fournit en même temps, au moyen de quelques lectures

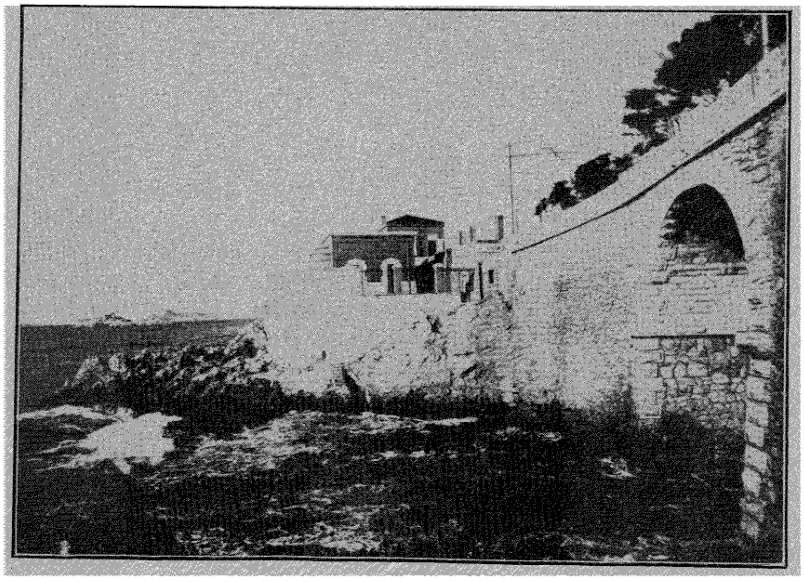


Fig. 8. — Bâtiment du marégraphe totalisateur de Marseille, sur la route de la Corniche. Dans ce bâtiment est situé le repère fondamental qui sert d'origine à toutes les altitudes mesurées par le Service du Nivellement général de la France.

très simples, grâce à un délicat agencement de roulettes totalisatrices, le niveau moyen de la mer pendant un intervalle de temps quelconque. Il a fonctionné sans interruption notable à Marseille depuis son installation en 1885. Il n'existait aupa-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ravant en Europe que deux autres appareils de ce type, l'un à Cadix, l'autre dans l'île d'Helgoland.

D'autres appareils marémétriques, les *médimarémètres* sont contrôlés par le Service du Nivellement. Le médimarémètre, imaginé par M. Ch. Lallemand, est simple et ingénieux ; son installation, sa surveillance et son entretien coûtent incomparablement moins que pour un marégraphe.

Le principe du médimarémètre (fig. 7) est tout différent de celui des marégraphes : dans un tube, vertical ou incliné, communiquant avec la mer libre par une cloison poreuse constamment immergée, les marées sont considérablement amorties (et d'ailleurs décalées dans le temps d'une façon complexe et très importante) ; mais le niveau moyen autour duquel elles oscillent n'est pas changé. Le médimarémètre ne fournit donc pas, comme un marégraphe, le niveau de la mer à chaque instant ; mais une mesure quotidienne de la hauteur d'eau dans le tube suffit pour obtenir, au moyen de calculs très simples, le niveau moyen de la mer pour une durée de plusieurs mois.

Il existe 21 de ces médimarémètres. En outre, à la demande du Service géographique de l'Armée et des services géographiques des territoires intéressés, le Service contrôle le fonctionnement et effectue les calculs pour 12 médimarémètres installés sur les rivages des possessions françaises.

Les observations continues effectuées sur les côtes françaises ont permis à M. Ch. Lallemand de montrer, contrairement à l'opinion jusqu'alors accréditée, que le niveau moyen de la mer est le même le long de ces côtes, à de petites irrégularités près, atteignant au plus quelques décimètres, et dues probablement à l'influence des vents dominants et des courants.

L'étude méthodique des résultats obtenus depuis de longues années par les observations marémétriques a conduit à des résultats scientifiques fort intéressants. C'est ainsi qu'en 1927 MM. Ch. Lallemand et E. Prévot ont découvert, à côté des marées connues, dues aux mouvements diurne, mensuel et annuel de la lune et du soleil, toute une série de 7 autres marées agissant également sur le niveau de la mer. Ces marées nouvelles, à très longue période, et d'une amplitude de quelques centimètres seulement, sont liées à divers phénomènes astronomiques périodiques. La plus longue période mise en évidence est de 93 ans, et l'amplitude totale de l'oscillation correspondante est de 3 cm.

Les études précédentes ont d'utiles applications pratiques : on a observé en effet que les marées à longue période ainsi mises en évidence agissent simultanément, avec la même amplitude, en des ports d'une région même relativement étendue, comme entre Marseille et Brest.

Cette constatation permet de déduire, d'observations marémétriques faites dans un port pendant quelques années seulement, le niveau moyen général dans ce port, tel qu'il s'établirait pendant un temps extrêmement long : il suffit de comparer les observations faites, durant le même intervalle de temps, dans ce port et dans un port voisin dont on connaît le niveau moyen général.

CONCLUSIONS. — *Intérêt scientifique du nivellement.* — Le développement du réseau de nivellement d'un vaste territoire pose constamment des problèmes du plus haut intérêt scientifique. C'est ainsi que l'amélioration de la précision des méthodes et des instruments est l'objet de discussions et de recherches incessantes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

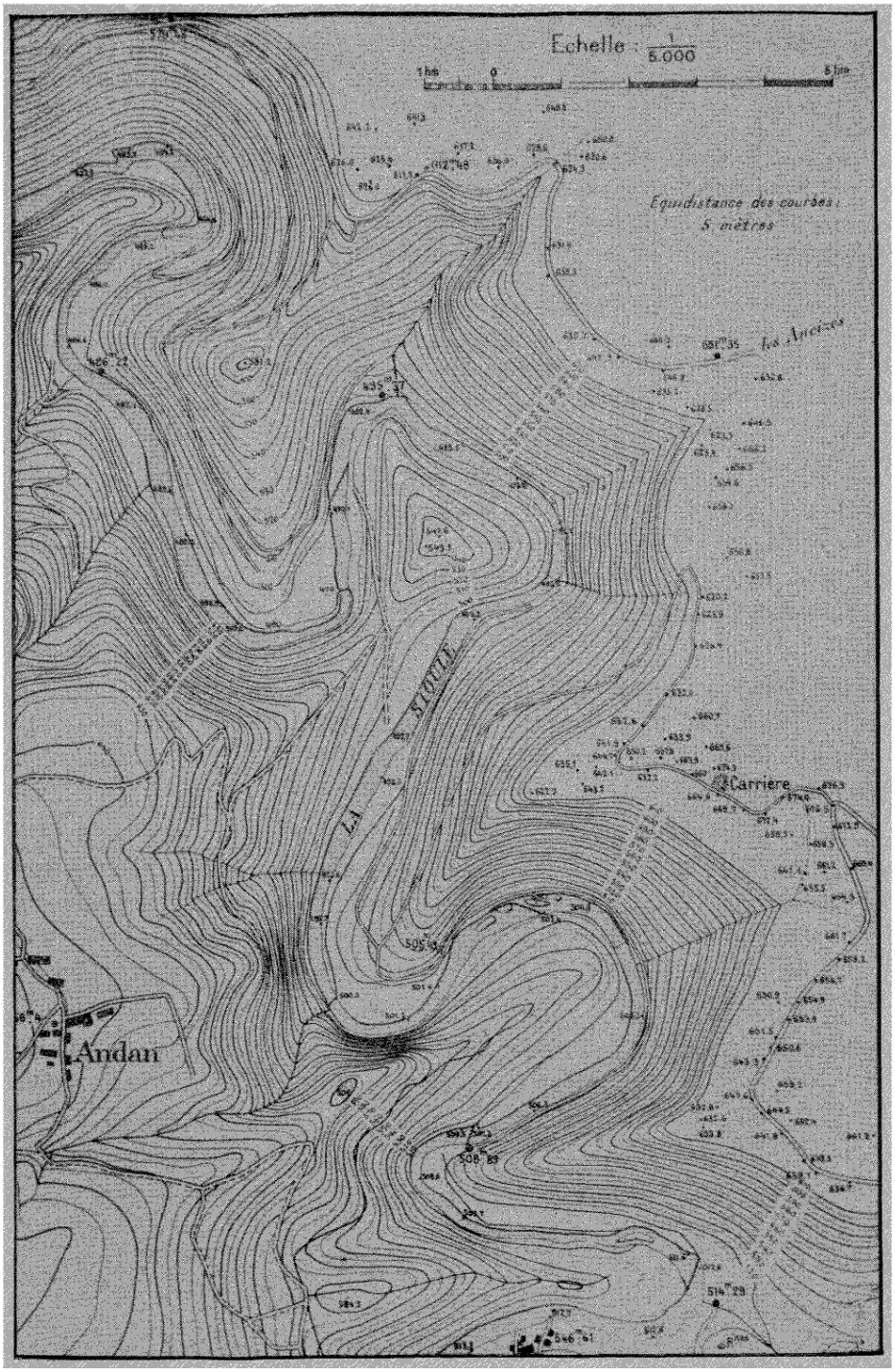


Fig. 9. — Exemple d'un levé de plan établi par le Service du Nivellement général de la France (réduit de moitié).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Par ailleurs, la réitération des nivellements effectués dans une même région permet d'y déterminer les variations brusques du niveau du sol dues aux tremblements de terre; et les nivellements modernes sont assez précis pour qu'on puisse espérer, en les reprenant à quelques dizaines d'années d'intervalle, déceler les mouvements lents d'exhaussement ou d'affaissement de la croûte terrestre, si importants au point de vue géologique, et encore à peine connus. Peut-être même pourra-t-on, à l'aide de nivellements répétés avec une extrême exactitude, mesurer les lentes et minuscules variations que présente en certains lieux la direction de la verticale, et dont on soupçonne depuis peu l'existence.

Rôle national. — De nombreux services publics confient régulièrement au Service du Nivellement d'importants travaux (Ponts et Chaussées, Services vicinaux, Services des Forces hydrauliques, Service du Cadastre, Service géographique de l'Armée, Service hydrographique de la Marine, Office national météorologique, services coloniaux de géodésie et de travaux publics, Institut de Physique du Globe, départements et communes). Ces services dépendent des ministères des Travaux publics, de l'Intérieur, de l'Agriculture, des Finances, de la Guerre, de la Marine, de l'Air, des Colonies et de l'Éducation nationale.

Rôle international. — Par l'intermédiaire de l'Union géodésique et géophysique internationale, dont la France fait partie, et de la Commission internationale des Nivellements, qui en dépend, le Service du Nivellement général de la France est en relations avec les services de nivellement du monde entier.

Il jouit à l'étranger d'un prestige incontesté. Constitué, en effet, en 1878-1884, sur des principes alors entièrement nouveaux, il a apporté un grand progrès dans l'art des nivellements, en triplant presque la précision jusqu'alors réalisée, tout en réduisant sensiblement les prix de revient. Depuis 1884, il a servi de modèle à l'institution d'organismes analogues dans la plupart des pays civilisés.

*
* *

On a vu, par ce qui précède, que le Service du Nivellement est extrêmement vivant, qu'il est lié de très près à l'activité économique du pays, dont les moindres contre-coups retentissent sur ses opérations. Bien que service d'État, il est organisé industriellement; ses travaux l'obligent constamment à résoudre de nouveaux problèmes scientifiques, à perfectionner ses méthodes et ses instruments, à étudier les mouvements lents ou brusques de la croûte terrestre, ou les variations du niveau de la mer le long des côtes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DU FROID INDUSTRIEL,

par M. Ed. SAUVAGE, *membre du Conseil de la Société d'Encouragement.*

A la suite de l'Exposition de 1900, où s'étaient manifestés les progrès de la technique du froid, l'Association française du Froid se préoccupa de l'enseignement de cette technique. A cet effet, elle créa un diplôme d'ingénieur frigoriste, et l'organisation de cours préparant à l'obtention de ce diplôme fut confiée au colonel Roche, directeur de l'École supérieure d'Aéronautique et de Construction mécanique. Le recrutement des élèves et l'enseignement restèrent toutefois complètement distincts de ceux de cette école.

En 1917, par suite de la transformation en École nationale de l'École supérieure d'Aéronautique et de Construction mécanique, l'Association française du Froid transféra son enseignement à l'École spéciale des Travaux publics, du Bâtiment et de l'Industrie; elle profitait ainsi de la longue expérience du fondateur de cette école spéciale, M. Léon Eyrolles, qui l'avait créée en 1891.

La reconnaissance d'utilité publique de l'Association française du froid, par décret du 29 juillet 1920, augmentait l'importance de son enseignement; en outre, l'École supérieure du Froid, en vertu d'un décret du 5 mars 1927, bénéficia de la reconnaisssance par l'État, en 1921, de l'École Spéciale des Travaux publics, du Bâtiment et de l'Industrie. Toutefois, le diplôme d'ingénieur-frigoriste continua à être délivré par l'Association française du Froid, suivant des modalités établies par sa commission d'enseignement.

A partir de l'année scolaire 1932-1933, ce diplôme est délivré après intervention d'un jury nommé par le Ministre de l'Éducation nationale (ou par le Sous-Secrétaire d'État de l'enseignement technique). En même temps, la désignation du diplôme devient « *Ingénieur des Industries du Froid* ». Les titulaires de ce diplôme sont admis à s'inscrire dans les facultés des sciences en vue du diplôme d'« *ingénieur docteur* ».

Outre le diplôme d'ingénieur, l'École supérieure du Froid industriel délivre : un diplôme de technicien des industries du froid; — un certificat de fin d'études; — un certificat d'études supérieures frigorifiques; — un certificat de conducteur-mécanicien des industries du froid.

Les programmes se divisent en enseignement supérieur, enseignement secondaire et cours préparatoires à l'enseignement supérieur.

L'enseignement supérieur comprend :

d'une part, la formation d'ingénieurs pour les industries du froid et les industries connexes, aptes à étudier, construire et diriger toutes les installations utilisées dans ces industries. La sanction des études est la délivrance soit du diplôme d'Ingénieur des Industries du Froid, ou de Technicien des Industries du Froid, soit du certificat de fin d'études, suivant les notes obtenues par les candidats. Les libellés des diplômes et des certificats peuvent être complétés par la mention des cours complémentaires de brasserie et laiterie, suivis avec succès;

d'autre part, la formation de techniciens capables de remplir les fonctions de directeur dans les établissements du froid et les industries connexes, avec délivrance du certificat d'Études supérieures frigorifiques, complété, s'il y a lieu, par la mention des cours de brasserie et laiterie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'enseignement secondaire forme des agents aptes à conduire les installations des industries du froid et des industries connexes.

La sanction des études est la délivrance du certificat de Conducteur des Industries du Froid, ou du certificat de Conducteur-mécanicien des Industries du Froid.

Tous les cours sont professés le soir dans les locaux de l'École spéciale des Travaux publics, du Bâtiment et de l'Industrie, 12, rue Du Sommerard, et 3, rue Thénard, à Paris. Ils sont complétés par des travaux pratiques dans des laboratoires installés à Cachan sur les vastes terrains de cette école.

L'enseignement supérieur comprend trois cours obligatoires :

1° Matériel frigorifique, divisé en introduction à la thermodynamique; compresseur, liquéfacteur et évaporateur; isolants thermiques; construction et modes de refroidissement d'un entrepôt frigorifique; autres applications industrielles du froid; essai d'une installation frigorifique; production et applications des très basses températures.

2° Chimie et microbiologie, subdivisé en cours général: préparation et conservation par le froid des denrées alimentaires d'origine carnée; conservation des autres denrées et de tous autres produits.

3° Technologie des industries du froid;

Il y a, en outre, deux cours facultatifs : brasserie et laiterie.

Les élèves doivent exécuter un projet très détaillé d'établissement frigorifique.

L'enseignement secondaire comporte des leçons de mathématiques et de physique, un cours de matériel frigorifique, et un cours de conservation des denrées.

Tous les élèves exécutent à Cachan des manipulations pratiques. L'enseignement donné à l'École supérieure du Froid industriel est en effet fondé sur le même principe que celui qui sert de base à l'École spéciale des Travaux Publics, du Bâtiment et de l'Industrie, alliance entre une instruction théorique élevée et une formation pratique réelle. L'instruction théorique, quelque parfaite qu'elle soit, ne pourrait former des ingénieurs, spécialistes du froid industriel, immédiatement aptes à rendre des services dans l'industrie, si elle n'était complétée par une formation pratique que seule peut donner l'expérimentation directe dans des laboratoires munis d'appareils identiques à ceux que l'on rencontre dans l'industrie.

Au cours des séances expérimentales, dirigées par des chefs de travaux spécialisés, des renseignements sont donnés aux élèves, tant sur la construction des machines et de leurs accessoires que sur la manière d'en vérifier le bon fonctionnement et de l'assurer s'il y a lieu. Les élèves sont exercés au démontage des différentes machines, seul moyen permettant d'en connaître à fond les organes, de comprendre clairement les modalités de leur fonctionnement, et de savoir, en cas de panne, en rechercher et en trouver rapidement les causes.

Les élèves qui ont suivi assidûment les leçons professées à Paris, et qui ont pris part régulièrement aux séances de travaux de Cachan, sont en possession de connaissances complètes d'ordre théorique et pratique, qui non seulement assureront leur succès aux examens pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur du Froid industriel, mais encore leur permettront de diriger la construction ou l'exploitation d'une installation frigorifique industrielle.

Les laboratoires frigorifiques de Cachan comportent actuellement six groupes frigorifiques de types industriels, savoir : groupe Fixary, groupe Sulzer, groupe Dyle et Bacalan, groupe Douane, groupe Lebrun, groupe York Hoveman frères, ainsi

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que quatre chambres froides et une salle pour manipulations de chimie, destinée à l'étude de la microbiologie et de l'influence du froid sur les denrées périssables.

Le groupe Fixary fonctionne au gaz ammoniac, avec une puissance nominale de 14.000 frigories/heure. Il refroidit normalement des salles à — 2° et à — 9°, avec possibilité d'obtenir des températures plus basses. Afin de permettre l'étude des divers procédés en usage, ces salles peuvent être refroidies de quatre manières différentes : par détente directe de l'ammoniac liquéfié; par saumure froide; par ventilation, l'air ayant passé sur un frigorifère, soit à détente directe, soit à saumure.

L'installation Sulzer comporte deux groupes frigorifiques, comprenant chacun un compresseur d'ammoniac vertical à double effet, un condenseur et un serpentin évaporateur. Les circuits d'ammoniac de ces groupes sont indépendants, mais, montés en tandem, ils donnent de très basses températures. A cet effet, l'évaporateur d'un groupe (groupe supérieur) sert de condenseur à l'autre groupe (groupe inférieur) par l'intermédiaire d'un bain de saumure. Le groupe supérieur fonctionne entre une température de liquéfaction de + 15° à + 30° et une température d'évaporation de — 5° à — 20°. Le groupe inférieur fonctionne entre les températures de 0° à — 15° d'une part, et — 20° à — 40° d'autre part. Pour ces très basses températures, on utilise comme liquide incongelable la glycérine ou l'alcool. Le groupe supérieur peut fonctionner seul comme une installation ordinaire. Un dispositif permet de travailler soit en régime humide par aspiration directe sur l'évaporateur, soit en régime sec avec surchauffe en utilisant un séparateur de liquide.

Le groupe Dyle et Bacalan fonctionne au gaz carbonique, en produisant 2.600 frigories/heure avec 120 tours/min du compresseur.

Le groupe Douane, d'une puissance de 1.000 frigories/heure entre les températures de + 15° et — 5°, emploie le chlorure de méthyle.

Le groupe Lebrun, d'une puissance de 3.300 frigories/heure, utilise l'ammoniac.

Le groupe York Hoveman frères, à l'ammoniac, maintient à une température de + 2° à + 4° une chambre de 3,70 m × 1,30 m, haute de 2,60 m. Le refroidissement se fait par frigorifère à détente directe. La marche en est automatique, un thermostat mettant en marche et arrêtant les moteurs électriques du compresseur et du ventilateur du frigorifère.

On voit que, par son enseignement, où les cours professés par des maîtres éminents sont complétés par des manipulations dans des laboratoires richement équipés, l'Association française du Froid est en état de fournir aux industries frigorifiques le personnel de tout ordre qu'elles peuvent demander. On doit espérer que ces demandes deviendront de plus en plus nombreuses. La conservation par le froid des denrées alimentaires, dans notre pays, n'est pas encore suffisamment développée. L'emploi de plus en plus fréquent des petits appareils domestiques est de nature à faire connaître au public le grand intérêt de la réfrigération, tant pour l'hygiène que pour l'économie. L'Association française du Froid mérite des éloges pour la grande part qu'elle prend, notamment par son enseignement et par ses publications, au développement de l'industrie frigorifique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

par M. Ed. SAUVAGE, *membre du Conseil de la Société d'Encouragement.*

Contrôle industriel de la valeur mécanique des produits de fonderie. État actuel et tendances nouvelles, par le commandant Pierre NICOLAU.

M. le commandant P. Nicolau, membre du Comité des Arts mécaniques, vient de publier, dans la *Revue de Métallurgie*, une importante étude sur les essais des fontes [1].

Comme conséquence des travaux aujourd'hui classiques de Ch. Fremont et de A. Portevin, il s'est produit en France, depuis une dizaine d'années, un mouvement d'idées considérable en faveur de la rénovation de nos méthodes de contrôle de la valeur mécanique des produits de fonderie. Sous l'impulsion de M. Ronceray, l'Association technique de Fonderie s'est fait un devoir de prendre la tête de ce mouvement. Une Commission des Méthodes d'essai des Fontes fut créée en 1922 par cet organisme. A la suite des travaux de cette commission, elle fut chargée, en 1932, par l'Association française de Normalisation, d'élaborer un projet destiné à compléter le recueil des méthodes d'essais mécaniques des produits sidérurgiques, en ce qui concerne les moulages en fonte grise.

Le commandant Nicolau commence par rappeler les anciennes méthodes d'essai, puis il en fait la critique. Il expose alors les nouvelles méthodes, qui comportent essentiellement : l'essai de dureté à la bille, l'essai de cisaillement Fremont et l'essai de flexion statique. Ces essais, peu coûteux, peuvent être multipliés sur une même pièce. Après une étude très serrée de ces méthodes, il arrive aux propositions qui suivent :

Adopter pour tous les essais de fontes un type unique d'éprouvette, l'éprouvette cylindrique de Fremont, à section de 25 mm², facile à prélever au trépan à l'aide d'une petite machine à percer. Ce type unique d'éprouvette permet une étude du métal aussi complète qu'on peut le désirer; elle se prête en effet aux opérations suivantes :

Flexion statique entre appuis distants de 30 mm;

Cisaillement Fremont;

Flexion par choc, entre appuis distants de 30 mm, avec un mouton-pendule;

Flexions alternées, entre appuis distants de 30 mm, par choc d'un mouton de 800 g tombant de 1 cm à la cadence d'un choc par seconde;

Compression sur crushers de 5,64 mm de diamètre, et 8 mm de hauteur;

Essai de dureté à la bille de 2,5 mm sous 187,5 kg;

Mesure du module d'élasticité avec l'appareil Le Rolland et Sorin [2];

Examen micrographique;

(1) Un tirage à part de cette étude existe dans la bibliothèque de la Société (Pièce n° 13 861). Voir également dans le *Bulletin de l'Association technique de Fonderie* de juillet 1934, p. 296, le mémoire présenté au Congrès de Fonderie de Nancy (juillet 1934) par le commandant P. NICOLAU, « Tous les essais de fontes sur une même éprouvette ».

(2) Le mémoire du commandant Nicolau donne quelques détails sur cet appareil, qui a été décrit par M. LE ROLLAND dans le *Bulletin* de mai 1934, p. 317.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mesure des propriétés physiques telles que densité, résistivité, magnétisme, pouvoir thermo-électrique.

L'emploi de cette éprouvette unique, de faible prix de revient, permettra de multiplier les essais, et, par suite, de donner aux résultats une valeur statistique certaine, ainsi que de comparer les diverses caractéristiques mécaniques et physiques dans des conditions identiques, ce qui semble ne jamais avoir été fait.

En terminant, le commandant Nicolau indique que ces méthodes permettront de trouver de nouvelles applications de la fonte grise, trop longtemps tributaire d'un grossier empirisme et dont il importe de tirer un meilleur parti.

Annales du Sauvetage maritime.

Les *Annales du Sauvetage maritime* pour le 1er semestre de 1934, publiées par la Société centrale de Sauvetage des Naufragés, renferment, comme d'habitude, de nombreux exemples d'une part du courage et du dévouement des sauveteurs, d'autre part de la générosité des donateurs qui assurent le fonctionnement de la Société. Ces comptes rendus très simples sont d'une lecture reposante après celle des journaux quotidiens, où s'étale l'avidité des convoitises privées aux dépens de l'intérêt général, sans compter les crimes de tous genres.

Ce numéro des Annales donne le portrait de notre regretté collègue Paul de Rousiers, qui était administrateur de la Société centrale de Sauvetage, et vice-président délégué du Comité central des Armateurs. Ce portrait est accompagné de la mention suivante : « Pendant de longues années, Paul de Rousiers a fait bénéficier notre société de ses hautes qualités d'intelligence et de cœur. Par la profondeur de ses vues, la clarté de son exposition, la haute probité de son caractère, il constituait vraiment une force pour les œuvres auxquelles il se dévouait. »

Nombreux sont les moyens d'action de la Société de Sauvetage et ils s'accroissent chaque année; elle possède : 107 canots de sauvetage, dont 38 à moteurs; 72 postes de fusées lance-amarres; 350 postes avec engins divers. Certaines de ces installations sont fort coûteuses. Le prix actuel d'une station avec canot à moteurs s'établit comme il suit :

Canot à moteurs, environ	500.000 fr.
Chariot	25.000 à 50.000 fr.
Maison-abri	60.000 à 100.000 fr.
Cale de lancement	très variable suivant les conditions locales.
Treuil à moteur	30.000 à 45.000 fr.

Parmi les ressources de la Société figurent, en 1933, de nombreux dons, notamment 85.690 fr de Mme Bourgeois, qui a tenu à couvrir toutes les dépenses d'installation à La Pallice du canot *Léon-Marie-Bourgeois*, et des générosités anonymes de 21.000 et 20.000 fr.

D'un intérêt tout particulier est le compte rendu de l'installation, à Casablanca, du canot à moteurs *Maréchal-Lyautey*.

Le numéro du 1er semestre 1934 des *Annales du Sauvetage maritime* existe à la Bibliothèque de la Société (pièce n° 13.860).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ

COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 2 OCTOBRE 1934)

Rondelle indesserrable R. C. C.,

par M. M. J. ANDROUIN, *membre du Comité.*

La rondelle indesserrable R. C. C., présentée à la Société d'Encouragement, appartient à la catégorie des dispositifs où l'élément principal est un corps élastique placé sous un écrou, ou sous une tête de vis, de telle manière qu'il y ait toujours contact, sous une assez forte pression, entre les éléments du boulon ou de la vis et l'ensemble qu'il s'agit de maintenir serré.

Cette rondelle est applicable aux boulons et vis des types usuels; elle ne nécessite aucun façonnage spécial de ces éiéments; elle est mise en place et démontée de la même manière qu'une rondelle ordinaire.

La rondelle R. C. C. (fig. 1) comprend deux pièces identiques réunies par des rivets.

Chacune des deux pièces est ainsi constituée :

la partie qui entoure le trou est concave, comme une rondelle Belleville;

la partie extérieure présente deux secteurs évidés et deux autres secteurs où ont été produites, par cisaillement et cambrage, des languettes élastiques;

les autres parties du pourtour sont celles par où les deux pièces sont assemblées, chaque languette de l'une étant placée dans un secteur évidé de l'autre.

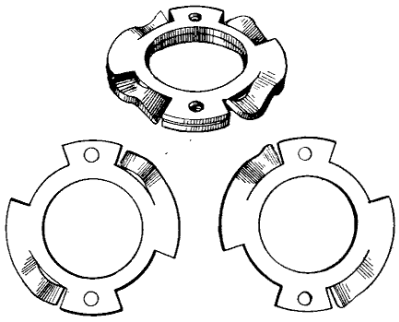


Fig. 1. — Rondelle R. C. C. assemblée et ses deux parties.

Lors du serrage, les parties où existent les deux épaisseurs se déforment jusqu'à l'aplatissement. Les languettes élastiques peuvent alors, sans risque de rupture, exercer leur fonction de retenue.

Cette rondelle est donc, en fait, une combinaison de la rondelle élastique à éléments concaves du genre de la rondelle Belleville, telle qu'elle fut réalisée avant 1920 par M. P. Trépier, et d'un système de languettes élastiques.

Elle apporte une contribution intéressante à la résolution du problème de la protection des écrous et des vis contre le desserrage.

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE EN JUILLET, AOUT ET SEPTEMBRE 1934.

Dons du journal : *Le Génie Civil.*

POTIN (L.). — **Calcul des tarifs des assurances de « risques divers » et quelques autres questions de technique** (réassurance, réserves, bénéfice). In-8 (25 × 16) de x + 253 p. Paris, Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères (6e), 1934. **18408**

GÉRIN (JOANNÈS). — **Traité théorique et pratique de tissage du ruban** (tissus unis), à l'usage des fabricants, dessinateurs, metteurs en carte, contremaîtres, ouvriers et des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Écoles professionnelles de tissage. In-8 (25 × 16) de VIII + 273 p., 249 fig. Paris, Ch. Béranger, 1933. **18409**

DANTZER (JAMES) et DE PRAT (D.). — **Les tissus.** In-12 (19 × 12). Tome I : *Tissus classiques. Généralités de fabrication. Désignations commerciales. Vérification de leurs qualités*, de X + 145 p., 32 fig. Paris, Ch. Béranger, 1934. **18410**

EDDINGTON (Sir ARTHUR). — **L'univers en expansion.** Traduit de l'anglais par J. ROSSIGNOL. In-12 (19 × 14) de XII + 167 p., III pl. Paris, Hermann et Cie, 6, rue de la Sorbonne (5e), 1934. **18411**

MOREAU-HANOT (Mme MARGUERITE). — **Photométrie des lumières brèves ou variables.** (Encyclopédie photométrique, 4e section : Cas extrêmes. Tome IV). In-8 (25 × 16) de 126 p., 63 fig. Paris, Éditions de la *Revue d'Optique théorique et instrumentale*, 165, rue de Sèvres; 3 et 5, boulevard Pasteur (15e), 1934. **18412**

MARTY (GEORGES). — **Législation et réglementation des réseaux ruraux de distribution d'énergie électrique.** (Encyclopédie industrielle et commerciale). In-8 (25 × 16) de 204 p. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, L. Eyrolles, 3, rue Thénard (5e), 1934. **18413**

RAYMOND (JEAN). — **Précis d'urbanisme moderne.** In-8 (25 × 16) de 239 p., 149 fig. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1934. **18414**

MATHIOT (ANDRÉ). — **Les accidents causés par les travaux publics.** In-8 (25 × 16) de 253 p. Paris, Librairie du Recueil Sirey, 22, rue Soufflot (5e), 1934. **18415**

RICARD (J.-D.). — **Droit et jurisprudence en matière de postes, télégraphes, téléphones.** In-8 (25 × 16). Tome II : *Voies et moyens contractuels, financiers et de puissance publique qui conditionnent le fonctionnement du service public des P. T. T.* Première partie : Chapitres I, II, III, de 676 + IV p. — 2e partie : Chapitres IV, V, VI, p. 677-1523. Paris, Librairie du Recueil Sirey, 1932. **18416-7**

METZ (NORBERT). — **Le laminage du fer à chaud et le tracé des cannelures des cylindres de laminoirs, basé sur les recherches expérimentales du flux de fer dans les barres.** Complété et mis au point par ALFRED VAN NESTE. In-4 (32 × 24) de 417 p., 763 fig., XVI pl. Liége (Belgique), Établissements Protin et Vuidar. **18418**

DE MURALT (R.-R.-L.). — **L'exhaussement au moyen de murettes en béton armé (système de Muralt) des digues de mer en terre sujettes à l'attaque des vagues montantes, et des digues en terre de fleuves, canaux, etc., sujettes à la submersion.** (ex *Bulletin de la Société belge des Ingénieurs et des Industriels.* Année 1933, n° 5). In-8 (24 × 16) de 104 p., 105 fig. Bruxelles (Belgique), Imp. F. Van Buggenhoudt, rue du Marteau, 5-9. **18419**

SCHAPER (G.). — **Feste stählerne Brücken.** 6. Auflage. In-8 (24 × 17) de XV + 540 p., 774 fig. Berlin, Wilhelm Ernst und Sohn, 1934. **18420**

PIWOWARSKY (E.). — **Allgemeine Metallkunde.** In-8 (24 × 16) de VIII + 248 p., 295 fig. Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1934. **18421**

BAUER (O.), ARNDT (H.) und KRAUSE (W.). — **Die Verchromung**, unter besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung im Automobilbau. In-8 (25 × 17) de 256 p., 216 fig. Berlin, M. Krayn, 1934. **18422**

HARRAEUS (KARL). — **Feuerungsdecken.** (Stand der Technik. Darstellungen aus einzelnen Gebieten herausgegeben von Mitgliedern des Reichspatentamtes). In-8 (24 × 16) de VIII + 108 p., 73 fig. Berlin, Carl Heymanns, 1933. **18423**

*
* *

DARMOIS (EUGÈNE). — **L'hydrogène est un mélange : ortho- et parahydrogène.** Conférence faite au Conservatoire national des Arts et Métiers, le 12 mai 1931. (Conférences d'Actualités scientifiques et industrielles, XXIX). In-8 (25 × 16) de 23 p., 2 fig. Paris, Hermann et Cie, 6, rue de la Sorbonne (5e), 1931. **Pièce 13857**

TOUMANSKI (M.). — **Les efforts de suspension dans les ponts suspendus munis de**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

poutres de rigidité. In-8 (22 × 14) de 20 p., I pl. Paris, Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères (6e), 1934. **Pièce 13858**

*
* *

FOCH (ADRIEN). — **Acoustique** (Collection Armand Colin, Section de Physique, n° 166), In-16 (17 × 11) de 210 p., 67 fig. Paris, Armand Colin, 103, boulevard Saint-Michel (5e). 1934. **18424**

BASTIEN (P.). — **Les organismes corporatifs agricoles.** In-8 (25 × 16) de 121 p. Paris, Les Éditions Domat-Montchrestien, F. Loviton et Cie, 160, rue Saint-Jacques (5e) 1934. **18425**

HERSENT (GEORGES). — **La bataille économique.** In-8 (22 × 14) de 253 p. Paris, Payot, 106, boulevard Saint-Germain (6e), 1934. (*Don de l'auteur, membre du Conseil d'administration*). **18426**

ROUCH (Capitaine de vaisseau J.). — **Notice météorologique sur les côtes de France et d'Afrique du Nord.** 2e édition. (Service hydrographique de la Marine, 13, rue de l'Université, Paris (7e). In-8 (23 × 15) de 192 p., XXIX pl. Paris, Imprimerie nationale, 1933. (*Don de l'auteur*). **18427**

CAQUOT (ALBERT). — **Équilibre des massifs à frottement interne. Stabilité des terres pulvérulentes ou cohérentes.** In-8 (25 × 16) de VI + 93 p., 53 fig. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1934. **18428**

CHAMBRE SYNDICALE DES IMPORTATEURS D'HUILES MINÉRALES DE GRAISSAGE. — **Méthodes d'analyses. 1934.** In-8 (22 × 14) de IV + 169 p. 37 fig. Paris, Éditions Olivier Lesourd, 7, rue de Miromesnil (8e). **18429**

CLERC (L.-P.). — **La technique photographique.** 2e édition, corrigée et mise à jour. In-8 (24 × 16) de XXXII + 928 p., 220 fig. Paris, Publications photographiques Paul Montel, 189, rue Saint-Jacques (5e), 1934. **18430**

STHÉGENS (ANDRÉ). — **Manuel de la scierie.** Abatage, cubage et débit commercial des bois. (Bibliothèque professionnelle). In-18 (16 × 10) de II + 286 p., 169 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1934. **18431**

PRÉVOT (EUGÈNE) et COTTINET (PAUL). — **Traité théorique et pratique de topométrie** (planimétrie et altimétrie). (Encyclopédie du génie civil et des travaux publics). In-8 (23 × 16) de 650 p., 353 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1934. **18432**

PHUSIS (MAURICE). — **Classification universelle, systématique et coordonnées des connaissances humaines**, précédée d'un « Essai de discours sur la logique ». (Collection Phos. Bibliothèque scientifique de perfectionnement humain). In-8 (23 × 14) de 143 p. Paris, Amédée Legrand, 93, boulevard Saint-Germain (6e), 1934. (*Don de l'auteur.*) **18433**

BUREAU DES NORMES DE L'AUTOMOBILE (Chambre syndicale patronale des Fabricants d'Accessoires et de Pièces détachées d'Automobiles, etc., 3, avenue Friedland, Paris (8e). — **Feuilles de normes, BNA 25** (janv. 1934) : *Écrous à créneaux, pas « S. I. ». Goupilles fendues correspondantes.* — **BNA 56** (mars 1934) : *Segments d'arrêt pour roulements (ou pièces de diamètre D).* — **BNA 194** (déc. 1933) : *Clés plates. Encombrements d'utilisation.* — **BNA 195** (janv. 1934) : *Goupilles coniques. Conicité 2 p. 100 sur Ø.* — **BNA 196** (janv. 1934) : *Goupilles fendues doubles à deux branches.* — **BNA 197** (janv. 1934) : *Face d'appui des têtes de vis et boulon (définitions).* — **BNA 198** (fév. 1934) : *Boulons réduits à pas fins, têtes et écrous réduits.* — **BNA 199** (fév. 1934) : *Boulons réduits, vis à tête hexagonale (de 6 à 9 mm).* — **BNA 200** (fév. 1934) : *Boulons réduits, vis à tête hexagonale (de 9 à 11 mm).* — **BNA 201** (fév 1934) : *Boulons réduits, vis à tête hexagonale (de 12 à 16 mm).* — **BNA 202** (mars 1934) : *Boulons réduits, écrous six pans crénelés haut.* — **BNA 203** (mars 1934) : *Boulons réduits, écrous six pans crénelés bas.* — **BNA 204** (mars 1934) : *Boulons réduits, écrous six pans.* — **BNA 205** (mars 1934) : *Rondelles Grower réduites, fil plat (D = O, 6 C environ).* — **BNA 206** (avril 1934) : *Thermomètre à distance. Raccord de prise de température.* **17497**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

ROUCH (J.). — **La connaissance et la conquête du ciel, de l'air et de la mer.** In-4 (28 × 20) p. 173-230, fig. (*Don de l'auteur.*) **Pièce 13859**

SOCIÉTÉ CENTRALE DE SAUVETAGE DES NAUFRAGÉS. — **Assemblée générale annuelle et distribution des récompenses, 6 mai 1934.** (*Annales du Sauvetage maritime*, 1er semestre 1934). In-8 (24 × 15) de 121 p. Paris, 1, rue de Bourgogne (7e). **Pièce 13860**

NICOLAU (Commandant PIERRE). — **Contrôle industriel de la valeur mécanique des produits de fonderie. État actuel et tendances nouvelles.** (ex *Revue de Métallurgie*, 1934). In-4 (27 × 21), p. 159-178, 8 fig. Paris, Éditions de la *Revue de Métallurgie*, 5, cité Pigalle (9e), 1934. (*Don de l'auteur, membre du Conseil d'Administration.*) **Pièce 13861**

*
* *

COMITÉ DES TRAVAUX HISTORIQUES ET SCIENTIFIQUES. — **Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes de Paris et des départements tenu à Toulouse en 1933.** Section des Sciences. Paris, Masson et Cie, 120, boul. Saint-Germain (6e), 1933. **Pér. 26**

COMITÉ DES TRAVAUX HISTORIQUES ET SCIENTIFIQUES (Ministère de l'Éducation nationale). — **Bulletin de la Section des Sciences économiques et sociales.** Année **1933.** Paris, Imprimerie nationale, E. Leroux, 28, rue Bonaparte (6e), 1934. **Pér. 26**

COMITÉ DES TRAVAUX HISTORIQUES ET SCIENTIFIQUES (Ministère de l'Éducation nationale). — **Bulletin de la Section de Géographie.** Tome XLVIII, année **1933.** Paris, Imprimerie nationale, E. Leroux, 28, rue Bonaparte (6e), 1933. **Pér. 21**

MINISTÈRE DU TRAVAIL ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALE. — CONSEIL SUPÉRIEUR DU TRAVAIL. — **37e session**, novembre **1933**. Paris, Imprimerie nationale, 1934. **Pér. 295**

ÉCOLE POLYTECHNIQUE. — **Journal.** IIe série, 32e cahier. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1934. **Pér. 281**

CHAMBRE SYNDICALE DES CONSTRUCTEURS DE NAVIRES ET DE MACHINES MARINES. — **Annuaire de la Construction navale** (édition **1934-1935**). Paris, 7, rue de Madrid (8e). **Pér. 91**

COMITÉ DES FORGES DE FRANCE. — **Annuaire 1934-1935.** Paris, 7, rue de Madrid (8e). **Pér. 86**

CHAMBRE SYNDICALE DES FABRICANTS ET DES CONSTRUCTEURS DE MATÉRIEL POUR CHEMINS DE FER ET TRAMWAYS. — **Annuaire 1934-1935**. Paris, 7, rue de Madrid (8e). **Pér. 399**

SOCIÉTÉ AMICALE DE SECOURS DES ANCIENS ÉLÈVES DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE (21, rue Descartes, Paris (5e). — **Annaire 1934.** Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e). **Pér. 311**

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS DE L'AUTOMOBILE. — **Annuaire 1934.** Paris, 3, avenue de Friedland (8e). **Pér. 518**

INSTITUT D'ÉGYPTE. — **Bulletin**. Tome XVI. Session 1933-1934 (1er fascicule). Le Caire. **Pér. 32**

INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. — **Minutes of Proceedings.** Vol. **236**, 1932-33 (part 2). London, Great George Street, Westminster, S. W. 1. **Pér. 189**

INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS. — **Proceedings.** Vol. **126.** 1934 (January-March). London, Storey's Gate, St. James's Park, S. W. 1. **Pér. 114**

IRON AND STEEL INSTITUTE. — **Special Report n° 5** : *Second Report of the Corrosion Committee, 1934*, de V + 293 p., fig., XXXIV pl. London, 28, Victoria Street, S. W. 1. **Pér. 157**

DEPARTMENT OF SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH. — **Water Pollution Research. Technical Paper, n° 3** : *The purification of waste waters from beet sugar factories*, de X + 157 p., 15 fig. London, 16 Old Queen Street, Westminster, S. W. 1, 1933. **Pér. 456**

L'agent général, gérant.

E. LEMAIRE.

BRODARD ET TAUPIN. — Coulommiers-Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

133e ANNÉE. NOVEMBRE 1934.

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

COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ
CONSEIL D'ADMINISTRATION
SÉANCE PUBLIQUE DU 27 OCTOBRE 1934
COMMÉMORATION DU CINQUANTENAIRE DE LA MORT DE JEAN-BAPTISTE DUMAS
Présidence de M. ALBY, *président.*

La séance est ouverte à 16 h. 30 m.

M. ALBY, *président.* — Le grand chimiste Jean-Baptiste Dumas a été président de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale de l'année 1845 jusqu'à sa mort en 1884, soit pendant 39 ans.

Toutes les grandes collectivités auxquelles il a appartenu et où il a laissé des souvenirs profonds de son passage ont tenu à commémorer le cinquantenaire de sa mort. Notre Conseil a décidé de consacrer la séance publique de rentrée de la Société à la commémoration d'un de ses plus illustres présidents.

Les tragiques événements qui ont mis en deuil notre pays et une nation amie ont obligé notre collègue Guillet de différer les grandes fêtes qu'il avait organisées à l'École centrale, dont Dumas était l'un des fondateurs et auxquelles les Pouvoirs publics doivent s'associer.

Le caractère tout intime de notre manifestation ne nous a pas mis dans la même obligation et nous avons pu conserver la date que nous avions fixée d'accord avec lui.

Je suis heureux de saluer ici le petit-fils de J.-B. Dumas, le général Dumas, ainsi que les arrière-petits-fils et arrière-neveux du grand savant, et je les remercie d'avoir bien voulu honorer de leur présence cette manifestation.

Avant de donner la parole à nos collègues qui se sont chargés de rappeler la grande figure de Dumas, j'ai le devoir de vous annoncer que notre Conseil, depuis notre dernière réunion en séance publique, a perdu trois de ses membres : M. le Maréchal LYAUTEY, membre du Comité de Commerce, l'Inspecteur général COLMET-DAÂGE et Me André TAILLEFER, tous deux membres du Comité des Constructions et des Beaux-Arts.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans notre prochaine séance publique, nous retracerons la carrière de chacun d'eux et leur rôle dans notre Société; mais dès aujourd'hui, j'adresse, en votre nom, aux familles de nos regrettés collègues l'expression de notre sympathie émue.

J'ai encore le devoir de proposer à vos suffrages les personnes qui sont présentées pour devenir membres de notre Société et dont voici les noms :

M. BREUIL (Pierre), (✻, O. ❶) licencié ès sciences, chef honoraire de la Section des Métaux du Laboratoire d'Essais du Conservatoire des Arts et Métiers, ingénieur-conseil, 43, avenue de la Belle-Gabrielle, Nogent-sur-Marne (Seine), présenté par M. Delmar et M. Lemaire;

M. BIED-CHARRETON (René), (✻, ✻) ancien élève de l'École polytechnique, ingénieur à la Compagnie générale transatlantique, 61, rue Félix-Faure, Le Havre (Seine-Inférieure), présenté par M. Lecornu et M. Lemaire;

M. ARMENGAUD JEUNE (Marcel), Ingénieur diplômé de l'École polytechnique fédérale (Zurich), ingénieur-conseil en propriété industrielle, 23, boulevard de Strasbourg, Paris (10e), présenté par M. Louis Lumière.

Si personne n'a d'objections à faire à ces nominations, nous les considérerons comme acquises.

Jean-Baptiste Dumas président de la Société d'Encouragement,

par M. L. BAGLÉ, *ancien président de la Société d'Encouragement.*

Jean-Baptiste Dumas, l'éminent savant qui présida pendant de longues années aux destinées de notre société et dont nous commémorons aujourd'hui le cinquantenaire de son décès, survenu en 1884, a laissé un nom immortel qui occupera une place à part dans l'histoire des développements de la science et de ses applications au cours du XIXe siècle.

Ce nom s'impose à nous, en effet, comme celui d'une sorte de génie universel, d'un savant de premier ordre dont la maîtrise incontestée s'est exercée sur toutes les branches de la science alors connue, car J.-B. Dumas a été, on peut le dire, le véritable animateur de la plupart des progrès réalisés dans l'ordre scientifique et dans leurs applications inattendues, qui ont marqué l'histoire de la première moitié du siècle dernier.

Il sut en donner l'intelligence à ses contemporains, et il contribua ainsi pour une part éminente à provoquer ce mouvement d'idées qui allait transformer peu à peu notre civilisation présente en amenant nos compatriotes dans toutes les classes sociales à s'intéresser à ces progrès industriels dont elle est la résultante, les uns venant apporter leurs capitaux dans les entreprises nouvelles qui se multipliaient de tous côtés, les autres y donnant leur collaboration effective à tous les degrés de la hiérarchie, depuis le travailleur le plus modeste jusqu'au spécialiste qualifié, à l'ingénieur ou l'administrateur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'un des premiers, peut-être, parmi les économistes de l'époque, J.-B. Dumas sut comprendre en même temps que la prospérité résultant de ce magnifique développement industriel était achetée parfois au prix des épreuves et des souffrances des collaborateurs malheureux, et il voulut aussi s'intéresser à leur sort en provoquant l'institution de fonds de secours divers en faveur d'inventeurs ou ouvriers nécessiteux tombés dans le malheur.

A tous ces titres, il nous apparaît bien comme le digne interprète des besoins de son époque et des aspirations généreuses du génie français ; son souvenir reste attaché aux nombreuses recherches savantes qu'il a réalisées ou provoquées, à toutes les créations industrielles qu'il a contribué à perfectionner, aux grandes sociétés techniques et aux institutions diverses dont il a été l'animateur ; nous pouvons dire en un mot qu'il fait partie intégrante de l'histoire de son époque, si bien que ses contemporains ont tenu à l'honneur de perpétuer sa mémoire pour les générations futures, comme en témoigne l'inscription gravée sur la plaque commémorative érigée sur le mur de l'hôtel qu'il habita au n° 3 de la rue Saint-Dominique et qui rappelle les principaux titres dont il fut honoré dans l'ordre scientifique et littéraire, ainsi que les mandats politiques qui lui furent confiés.

Jean-Baptiste Dumas, né à Alais[1] le 16 juillet 1800, mort à Cannes le 11 avril 1884,
secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences,
membre de l'Académie française,
sénateur,
membre de la Commission municipale de Paris.

En cette année du cinquantenaire de sa mort, les institutions qu'il a marquées de son empreinte, et qui sont à ce titre ses héritières dans l'ordre moral, avaient le devoir d'évoquer la mémoire de ce grand savant qui fut en même temps un réalisateur et un administrateur émérite, et c'est là un devoir qui s'imposait tout spécialement à notre Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, car elle a vécu et grandi sous son égide et elle a la fierté de pouvoir dire qu'elle fut de sa part l'objet d'une prédilection particulière.

Si donc elle a pu contribuer dans une certaine mesure au succès de quelques-uns de ses travaux en lui apportant la collaboration des savants distingués qui composaient alors ses comités techniques, on peut dire en même temps qu'elle recueillait par contre les reflets de la gloire de son illustre président, qui avait fait de notre société une sorte d'académie de l'industrie. « Mettre la science au service de « l'industrie pour le plus grand bien de l'humanité, en s'attachant tout d'abord à « connaître les lois de la nature puisque nous ne pouvons la dominer qu'en lui « obéissant », telle était, suivant la définition si expressive qu'en a donnée lui-même J.-B. Dumas, la tâche que ses fondateurs avaient assignée à notre société à l'époque de sa création en 1801, à l'aurore du XIX^e^ siècle ; tel était l'objectif dont s'étaient inspirés avant lui les deux illustres savants qui la présidèrent de 1804 à 1845, soit Chaptal et Thenard qui, eux aussi, laissèrent dans la science un nom appelé à survivre. Jean-Baptiste Dumas se révéla leur digne continuateur par le merveil-

(1) Depuis quelques années, le nom officiel est *Alès*, conformément à l'étymologie (l'aile figure dans les armes de la ville). On doit prononcer Alès en faisant entendre l's, comme dans Uzès, et non pas comme dans Calais. (N. D. L. R.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

leux élan qu'il sut imprimer à l'étude des applications pratiques à tirer des grandes découvertes scientifiques qui marquèrent son époque.

Pendant sa longue présidence, il a constamment travaillé pour notre société, si bien que son biographe, M. le général Dumas, son petit-fils, n'hésite pas à dire qu' « il se confondait en quelque sorte avec elle », et il ajoute encore que « les ini-« tiatives heureuses qu'il sut prendre, son esprit de méthode et d'organisation, son « intelligence créatrice, son immense savoir, son expérience consommée dans « toutes les branches de l'industrie ont exercé une influence particulièrement « féconde sur les travaux de notre société, et c'est ainsi qu'il a contribué à en « faire un instrument de progrès considérable à une époque où son intervention « répondait vraiment à un intérêt national ».

J.-B. Dumas était entré au Conseil de notre société en 1829 comme membre adjoint du Comité des Arts mécaniques; il passa en 1830 au Comité des Arts chimiques où il fut titularisé en 1837; il fut nommé vice-président de la Société en 1841 pour être porté en 1845 à la présidence, où il succédait aux deux savants illustres dont nous venons de rappeler les noms, Chaptal et Thenard.

En juillet 1879, dans une réunion destinée à commémorer le 30e anniversaire de l'entrée de Dumas dans son Conseil, M. Baude, alors vice-président, exposa, dans un discours spécial, la longue énumération des initiatives de toute nature qu'avait prises son président dans l'intérêt de la Société :

En 1845, c'est une première fondation de 25 médailles attribuées aux ouvriers de l'industrie. En 1852, Dumas institue également des récompenses pour les élèves des écoles professionnelles, et il crée d'autre part le Comité des Constructions et des Beaux-Arts appliqués à l'industrie. En 1865, il organise des caisses de secours dans diverses industries particulièrement éprouvées. Enfin, en 1874 et en 1875, il procède à la reconstruction de l'hôtel de la Société et il fonde de nouveaux prix pour encourager les recherches d'applications de la science à l'industrie.

Dans sa réponse à cette adresse, qui rappelait ainsi les principales créations dues à son initiative personnelle, Dumas tint au contraire à reporter sur le Conseil de la Société l'honneur intégral des services d'ordre général qu'elle avait pu rendre à l'industrie française, et il voulut, à cette occasion, définir lui-même le rôle et l'objet de la Société en prononçant les paroles suivantes qui résument en quelque sorte sa charte fondamentale :

« La Société d'Encouragement, plus jeune que la Society of Arts de Londres, « s'est fondée, disait-il, à son image, mais elle ne s'est pas contentée comme elle « d'appeler des praticiens dans ses conseils; elle s'est immédiatement placée sous le « patronage de la science la plus élevée.

« Elle a voulu éclairer les procédés traditionnels des ateliers par les lumières de la science pure et fournir en même temps à la science les résultats constatés par la « pratique industrielle et agricole.

« Elle a en effet pour caractère distinctif et prédominant l'union intime de la « théorie et de la pratique, de la science et de ses applications.

« Elle n'a certainement pas à regretter, proclame-t-il, d'avoir pris ce parti et « d'y avoir persévéré, car c'est ainsi qu'elle a grandi aux yeux de l'opinion, et que « sa voix a pu se faire entendre avec autorité, tantôt pour faire apprécier la valeur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« des produits ou des procédés de l'industrie, tantôt pour éclairer l'administration « publique ».

A l'appui de cette affirmation, qui exaltait bien e rôle de notre société, Dumas pouvait rappeler, à titre d'exemple, en oubliant sa participation personnelle, les nombreux services rendus à l'industrie ou à l'agriculture par l'intervention de la Société et dont il reportait d'ailleurs tout le mérite à l'initiative des comités intéressés.

Dans les arts chimiques, c'est d'abord la fabrication du bleu d'outre-mer artificiel réalisée par Guimet en application d'un programme établi par la Société; puis celles des verres purs et incolores, flint et crown, pour l'astronomie et la photographie. Citons encore le développement donné à l'industrie céramique et verrière, avec M. de Fontenay, par la création des faïences fines à émail dur et des bouteilles à liquides gazeux.

Dans les arts mécaniques, ce sont les études sur le fonctionnement des turbines Burdin et Fourneyron, sur les procédés pratiqués à la Ferté-sous-Jouarre pour la taille des meules en grès, ou encore sur les procédés de filature du lin imaginés par Philippe de Girard, dont Dumas se constitua le défenseur et le protecteur.

Au Comité des Constructions et des Beaux-Arts appliqués à l'industrie que J.-B. Dumas avait institué en 1852, comme nous venons de le dire, dans la pensée de maintenir les qualités d'élégance et de beauté qui doivent caractériser les productions françaises, revient en particulier l'honneur d'avoir contribué à la création des procédés de lithographie et de photographie, qui devaient prendre dans la suite un développement si merveilleux.

Vient enfin le Comité d'Agriculture qui, sous l'impulsion de Dumas, a joué de son côté un rôle des plus importants dans l'économie nationale. Il a puissamment contribué en effet par des études appréciées à éclairer la pratique agricole dans ses applications les plus variées, soit par le développement donné : à l'emploi des machines agricoles, au drainage des terres humides, aux irrigations des terres sèches, ou encore au gazonnement et au reboisement des terrains dénudés ou enfin en éclairant les procédés de lutte contre l'oïdium et le phylloxéra.

Nous pourrions citer encore l'application du procédé Appert pour arrêter la fermentation des matières alimentaires; mais nous devrons signaler surtout la question si importante de la culture de la betterave qui était, en 1844, sur le point d'être abandonnée en France et qui fut sauvée seulement par l'intervention, auprès des Pouvoirs publics, de notre société aidée de la haute autorité de son président.

A cette époque en effet, la situation de l'industrie sucrière était tellement désespérée que l'État se proposait de racheter les fabriques de sucre pour les détruire. Sous l'impulsion éclairée de Dumas, la Société d'Encouragement dénonça aussitôt une pareille mesure comme funeste aux intérêts du pays, en montrant comment la culture de la betterave allait exercer une répercussion féconde sur les progrès de l'agriculture, en augmentant l'importance des rendements en blé, car elle exigeait une forte proportion d'engrais qui laisseraient ainsi le sol mieux enrichi pour la culture de cette céréale, dont la production présente un intérêt vital pour le pays.

Grâce à cette intervention si énergique, l'industrie naissante de la sucrerie put échapper à la destruction dont elle était menacée, et le département du Nord, particulièrement intéressé dans la question, sut témoigner sa reconnaissance au savant qui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avait si bien défendu les intérêts de la région en élisant à la Chambre des Députés, quelques années plus tard, Dumas qui entra ainsi dans la vie politique en 1849.

A une époque qui ne se préoccupait pas encore des questions ouvrières et sociales, Dumas se révéla sur ce point comme un véritable précurseur, estimant qu'il était du devoir de l'industrie de venir en aide à tous ses collaborateurs malheureux, et de préparer d'autre part, en temps utile, la formation des collaborateurs futurs, et c'est ainsi qu'il institua les fondations de secours, médailles et récompenses dont nous venons de parler en faveur des ouvriers en activité et en les étendant aux élèves des écoles professionnelles à la création desquelles il avait voulu participer. La tradition de ces dons et récompenses s'est toujours conservée depuis dans notre Société en s'amplifiant continuellement par des donations ou fondations nouvelles, et elle a ainsi contribué pour une large part à lui assurer le prestige incontesté dont elle jouit dans le monde industriel.

Ajoutons encore que Dumas ne s'est pas occupé seulement des intérêts matériels des collaborateurs de l'industrie, mais il a su défendre la gloire de nos inventeurs qu'il considérait avec tant de raison comme formant une partie importante de notre patrimoine national. Il a pris en main, contre ceux qui lui contestaient la découverte capitale de la soude artificielle, la cause du génial inventeur Nicolas Leblanc, qui mourut pauvre et méconnu, et il eut le même souci de la gloire de Philippe de Girard, l'inventeur de la filature du lin.

Cette évocation, malheureusement trop incomplète, des services rendus par Dumas dans la présidence de notre Société, nous permet déjà d'apprécier sous ses aspects multiples l'activité inlassable qu'il déployait dans ce cadre relativement restreint pour seconder l'action de ces forces vives du pays que sont l'industrie et l'agriculture sur tous les points où son intervention pouvait être utile, et, à ce titre, nous souscrivons sans hésitation au jugement que portait à son sujet M. Debray, vice-président de la Société, dans l'éloge funèbre qu'il prononça à ses obsèques.

« La Société trouvait, dit-il, en M. Dumas, un président accompli ayant un art mer-
« veilleux d'exposition, dirigeant avec un tact parfait les discussions les plus déli-
« cates, trouvant toujours la meilleure solution aux questions les plus épineuses,
« possédant un fond inépuisable de bienveillance et cette rare qualité, marque des
« natures supérieures, le charme et le don de séduire ceux qui l'approchent.

« Avec une telle supériorité qui l'a mis partout à la première place, M. Dumas a
« exercé sur nos travaux une influence considérable dont on trouve la trace
« constante dans tous les procès-verbaux de nos comités. »

Le témoignage ainsi apporté par M. Debray au nom de notre Société était ratifié par tous les contemporains, et on s'explique aussitôt comment J.-B. Dumas occupe une place hors de pair dans l'histoire de notre Société; aussi avait-elle tenu à lui consacrer un hommage tout spécial en faisant reproduire ses traits à la fois par la sculpture dans les bustes qui occupent la place d'honneur, l'un dans notre salle des séances, et l'autre dans celle où se réunissent nos comités techniques, et aussi par la peinture, dans le grand portrait que vous voyez ici, dans notre salle de séances (fig. 1), à côté de ceux des plus distingués de nos anciens présidents et dont la réunion constitue en quelque sorte notre galerie des ancêtres.

Nous ne saurions oublier toutefois que l'activité de J.-B. Dumas ne s'est pas limitée aux seules questions techniques; elle a débordé de beaucoup le cadre des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

travaux de notre société, car il a été appelé à siéger dans les conseils d'adminis-



Fig. 1. — Jean-Baptiste Dumas,
né en 1800, mort en 1884, président de la Société d'Encouragement de 1845 à 1884.
(Ce portrait, peint à l'huile, orne la grande salle des séances de la Société d'Encouragement.)

tration de sociétés industrielles importantes comme la Compagnie du Gaz de Paris, dont il fut le président pendant 15 ans, et même dans des assemblées politiques,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

comme sénateur de l'Empire ou président de la Commission municipale de Paris; et nous entendrons tout à l'heure des orateurs particulièrement qualifiés qui ont bien voulu se charger d'exposer devant nous les services rendus par Dumas dans chacun des ordres d'activité suivants :

M. Wery vous le présentera comme agronome et promoteur des travaux de Pasteur sur les maladies des vers à soie; M. Deniau comme édile parisien; M. Sauvage comme économiste, métrologiste, président des Monnaies de France, et M. Lacoin comme protecteur des apprentis.

Ajoutons encore en terminant que, s'il fut un grand savant et un administrateur avisé, J.-B. Dumas se révéla également écrivain distingué, sachant allier la précision de l'expression à l'élégance du style, montrant ainsi, comme l'ont fait d'ailleurs de nombreux savants qui ont siégé avec distinction à l'Académie française, que le culte de la science ne nuit en rien au génie littéraire.

Les éloges funèbres qu'il prononça, soit à l'Académie des Sciences dont il était secrétaire perpétuel, soit devant notre société, peuvent être considérés comme des modèles du genre, et s'il nous est permis d'évoquer à cette occasion un souvenir personnel, nous dirons que nous avons conservé à soixante ans de distance l'impression toujours vivante que nous laissa l'audition de l'éloge funèbre d'Ampère prononcé par lui dans la séance solennelle de l'Académie des Sciences en décembre 1876.

Il y présenta en effet, avec un accent d'émotion qui gagna son auditoire, le compte rendu tiré d'une lettre d'Ampère adressée à l'Académie des Sciences, qui l'avait délégué à cet effet, d'une séance mémorable qui s'était tenue 50 ans auparavant dans la grande salle de l'Université de Genève devant les plus hautes personnalités scientifiques de l'époque et où fut constatée pour la première fois l'action directrice exercée en dehors de tout contact direct sur l'aiguille aimantée par un courant électrique passant dans le voisinage.

M. Dumas qui, alors, simple étudiant, avait assisté par faveur spéciale à cette séance, dont il restait sans doute en 1876 le seul témoin survivant, sut évoquer alors devant ses auditeurs les sentiments de profonde surprise et d'admiration inquiète qu'il éprouva, et avec lui tous les assistants de la scène de Genève qui n'en pouvaient croire leurs yeux devant un fait si étrange, alors qu'ils voyaient l'aiguille aimantée refléter docilement tous les déplacements, toutes les variations d'intensité du courant électrique comme si elle lui était rattachée par un lien mystérieux, commandé par un guide invisible.

C'est que ces assistants, tous animés d'un esprit vraiment scientifique, habitués à scruter les conséquences possibles des faits bien constatés, avaient pressenti sans doute, nous disait Dumas, qu'en ouvrant devant la science des horizons nouveaux et insoupçonnés, cette déviation inexpliquée de l'aiguille aimantée était appelée peut-être à recevoir dans la suite des applications dépassant toutes les prévisions.

Le souvenir de cette scène historique est perpétué aujourd'hui au Musée Ampère, installé actuellement à Poleymieux, dans la maison natale du grand physicien, et on y voit conservé, à la place d'honneur, l'appareil commémoratif de l'expérience de Genève, qui attire toujours l'attention spéciale des visiteurs.

C'est que cette expérience mémorable nous apparaît aujourd'hui comme formant à bien des égards le point de départ des transformations si profondes que subit maintenant notre civilisation contemporaine dans tous les domaines de l'activité et jusque dans l'évolution de la pensée humaine. C'est bien la réalisation de la prédic-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion qu'exprimait déjà au crépuscule du siècle dernier le grand savant dont nous célébrons aujourd'hui la mémoire, et qui, par la direction et le développement qu'il imprima à notre société, sut interpréter par elle les connaissances et les aspirations de son époque dans la vie industrielle de notre pays.

*
* *

Jean-Baptiste Dumas agronome,

par M. Georges WERY, *sécrétaire général de la Société d'Encouragement.*

Plusieurs savants illustres se sont passionnément intéressés à l'agriculture. Celle-ci ne met-elle pas en jeu la plupart des connaissances humaines? Nulle autre branche de notre activité n'est plus digne des méditations et de la curiosité des hommes de science. Ils y rencontrent souvent l'application de leurs découvertes. Leur patriotisme se plait à fortifier en elle la base même de la sécurité et de la richesse nationales, leur générosité à s'efforcer de soulager l'homme dans son perpétuel souci : le pain quotidien.

Ces sentiments, nous les retrouvons chez l'un des plus grands d'entre eux : Jean-Baptiste Dumas.

Sans doute un autre mobile s'y ajoutait, plus intime, issu du fond de son cœur : le culte de sa petite patrie, de cette terre d'Alès, « pleine de charme, de beauté et de poésie, éden enchanteur, fermé d'un côté par les crêtes dentelées des vertes Cévennes, et, de l'autre, par la ceinture d'argent des Gardons, au sein desquels elle se mire dans une onde toujours pure [1] ».

N'est-ce pas le souvenir impérissable de ses riches pâturages, de ses petits coteaux couverts de vignes, de mûriers, de pins et d'oliviers, de ses magnaneries qui lui suggéra d'user de sa grande autorité pour décider son glorieux élève Pasteur à interrompre ses recherches sur les fermentations afin de combattre l'épidémie qui ruinait, avec son cher berceau, l'élevage des vers à soie? « Votre proposition, répondit Pasteur, à l'invitation de J.-B. Dumas, me jette dans une grande perplexité; elle est assurément très flatteuse pour moi, son but fort élevé, mais combien elle m'intimide et m'embarrasse! Considérez, je vous prie, que je n'ai jamais touché un ver à soie. Si j'avais une partie de vos connaissances sur le sujet, je n'hésiterais pas; il est peut-être dans le cadre de mes études présentes. Toutefois, le souvenir de vos bontés me laisserait des regrets amers si je refusais. Disposez de moi. » Et J.-B. Dumas de lui répondre le 17 mai 1865 : « Je mets un prix extrême à voir votre attention fixée sur la question qui intéresse mon pauvre pays; la misère dépasse tout ce que vous pouvez imaginer. »

Longtemps après, en 1873, Pasteur ne pourra s'empêcher de dire à son maître vénéré, avec un mélange d'affection, de déférence et aussi de modestie, car il semble oublier l'immense service rendu à la sériciculture. « Quel sacrifice je vous ai fait en laissant pendant plus de cinq années, mes études sur les fermentations pour étudier la maladie des vers à soie! » Et cette réflexion mesure le pouvoir d'âme que J.-B. Dumas avait exercé sur son glorieux élève.

(1) *Mémorial des fêtes d'Alais* (octobre 1889); érection de la statue de J.-B. Dumas et inauguration du buste du marquis de la Fare, poète cévenol.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En persuadant Pasteur de poursuivre pendant six années consécutives, à travers des deuils cruels et parallèlement à d'autres études, ces recherches qui devaient vaincre le fléau, J.-B. Dumas rendit un service inestimable à tout un rameau de l'agriculture méridionale. Qui sait s'il n'a pas, du même coup, orienté Pasteur vers la guérison de maux infiniment plus redoutables que la pébrine et la flacherie, celle des maladies infectieuses qui déciment l'homme et les animaux? Émile Duclaux nous le fait entrevoir dans son beau livre : *Histoire d'un esprit.*

Cette fraîcheur d'impression que nous laissent à jamais les tableaux qui ont frappé notre enfance, cet amour du sol natal, nous les reverrons dans la lutte acharnée qu'il engagera quelques années plus tard contre une autre calamité qui commença d'apparaître, en 1864, dans le Midi de la France, le phylloxéra, lutte qu'il poursuivra sans relâche jusqu'à la veille de sa mort.

Dans la remarquable biographie qu'il lui a consacrée, le général Dumas conte comment son grand-père, à peine âgé de 17 ans, presqu'un enfant encore, la bourse légère, l'âme vaillante, se rendit, à pied, à Genève, centre intellectuel florissant, afin d'y trouver des moyens de s'instruire plus favorables que ceux de la petite ville d'Alès.

Engagé comme préparateur chez le pharmacien Le Royer, deux ans plus tard, il prélude à sa vie scientifique par des travaux extrêmement importants sur la physiologie. Ils décèlent l'observateur exact et profond qu'il restera.

Associé avec le Dr Prévost, il découvre que l'urée se forme dans le sang; il spécifie le rôle du rein. Les deux chercheurs poursuivent des études remarquables sur la fécondation, l'ovule et la segmentation du vitellus, la transfusion du sang, la respiration et la composition de l'air expiré, la composition des œufs et leur conservation.

Cependant son aimable caractère, son génie naissant émerveillent ceux qui formaient alors la couronne spirituelle de la reine du Léman, les de Saussure, les de Candolle, les de la Rive, les Prévost. Ils lui prodiguent leur sympathie puis, bientôt, leur affection. Ils sentent bien que sa destinée le rappelle en France. Aussi, se résignent-ils à lui laisser suivre les conseils de Humboldt, alors de passage parmi eux. En 1921, il quitte donc Genève, non sans chagrin, pour aller à Paris. C'est là que ses aptitudes prendront leur plein essor.

Son haut patronage, les gages si remarquables qu'il a déjà donnés à la recherche lui assurent la faveur du monde savant. Quelques années plus tard, en 1926, il y prend une place privilégiée en épousant Mlle Herminie Brongniart, la fille aînée du célèbre géologue. C'est à Paris qu'il accomplira sa magnifique carrière et ses mémorables travaux. Nous ne mentionnerons, ici, que ceux qui concernent directement l'économie rurale, bien que ses géniales découvertes de chimie organique la touchent de près. L'agriculture, n'est-elle pas la plus grande fabrique de matière organique qui soit au monde?

Avec Milne-Edwards, il étudie les propriétés nutritives du lait qu'il caractérise comme un aliment complet, et les conditions de la production de la cire chez les abeilles.

Avec Cahours, puis Payen, il pénètre la composition des substances organiques, il établit que les matières ligneuses, l'amidon, les gommes, le sucre, chez la plante, la fibrine, l'albumine, le caséum, chez l'animal sont des produits fondamentaux ayant leurs analogies dans les deux règnes. Il montre que la fibrine du gluten a la même

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

composition que l'albumine du blanc d'œuf, que la caséine végétale peut être identifiée à celle du sang et du lait, que la dextrine et l'amidon sont isomères. Il étudie l'assimilation des matières grasses par les animaux herbivores. Avec Boussingault



Fig. 2. — Statue élevée, par souscription publique, sous la présidence de Pasteur, en 1889, à Jean-Baptiste-Dumas, né à Alès en 1800.

et Stas, il détermine la composition de l'eau, celle de l'air et la richesse de celui-ci en acide carbonique.

Bientôt, il retrouve dans les papiers laissés par Lavoisier cette page admirable où, dès 1792, l'illustre chimiste établissait le premier le rôle des plantes et des animaux dans la circulation éternelle de la matière à la surface du globe. Reprenant et complétant cette idée géniale, s'appuyant sur les travaux de Saussure, Sennebier, Vauquelin, Chevreul, Gay-Lussac et Boussingault, il en fait l'objet de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

leçon célèbre professée le 20 août 1841, à la clôture de son cours de l'École de Médecine, sur la *Statique chimique des êtres organisés* [2].

L'élégance de la forme le dispute à l'élévation de la pensée. Il conclut : « Les végétaux verts constituent le grand laboratoire de la chimie organique. Ce sont eux qui, avec du carbone, de l'hydrogène, de l'azote, de l'eau et du nitrate d'ammoniaque construisent lentement toutes les matières organiques les plus complexes. »

Ils reçoivent des rayons solaires, sous forme de chaleur, ou de rayons chimiques, les forces nécessaires à ce travail. »

Les animaux s'assimilent ou absorbent les matières organiques formées par les plantes. Il les altèrent peu à peu, ils les détruisent. Dans leurs tissus ou leurs vaisseaux, des matières organiques nouvelles peuvent naître; mais ce sont toujours des matières plus simples, plus rapprochées de l'*état élémentaire* que celles qu'ils ont reçues. »

« Ils défont donc peu à peu ces matières organiques, créées lentement par les plantes : ils les ramènent vers l'état d'acide carbonique, d'eau, d'azote, d'ammoniaque, état qui leur permet de les restituer à l'air. »

« En brûlant ou en détruisant ces matières organiques, les animaux produisent toujours de la chaleur qui, rayonnant de leur corps dans l'espace, va remplacer celle que les végétaux avaient absorbée. »

« Ainsi, tout ce que l'air donne aux plantes, les plantes le donnent aux animaux, les animaux le rendent à l'air, cercle éternel dans lequel la vie s'agite et se manifeste, mais où la matière ne fait que changer de place [3]. » J.-B. Dumas, sans le savoir, s'était rencontré avec Liebig qui venait de publier sa *Chimie organique appliquée à l'agriculture et à l'industrie*. Le célèbre chimiste allemand démontrait que c'est la matière minérale, exclusivement, qui offre aux végétaux les sources de leur alimentation. Il mettait en évidence l'assimilation des matières minérales contenues dans le sol et la nécessité de les lui restituer. De là une polémique. Mais elle ne pouvait durer longtemps entre ces deux grands esprits. Quelques années plus tard, en 1851, Liebig envoyait à J.-B. Dumas, avec une aimable dédicace, ses *Lettres sur la chimie*. Et, en 1867, à un banquet donné à l'occasion de l'Exposition universelle de Paris, les deux savants étant placés l'un en face de l'autre, J.-B. Dumas demanda à Liebig comment il avait été conduit à abandonner la chimie organique pour la chimie agricole. Celui-ci répondit : « J'ai renoncé à la chimie organique! La théorie des substitutions n'y laisse place qu'aux ouvriers et non plus aux maîtres ». C'était à la fois un aveu et un hommage. C'était surtout une boutade. Permettons-nous d'ajouter que si J.-B. Dumas, par ses magnifiques travaux, a vraiment décidé Liebig à se tourner vers la chimie agricole, c'est un service de plus qu'il a rendu à l'agriculture [4].

(2) *Essai de statique chimique des êtres organisés*, par J.-B. Dumas et Boussingault, Fortin, Masson et Cie, Paris, 1841.

(3) Philippe van Tieghem, qui fut secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, a écrit dans l'éloge qu'il a consacré en 1922 à J.-B. Dumas : « Sous une forme simple et élégante, cet opuscule (texte de la leçon) résume les principaux traits de la vie des plantes et des animaux, considérée au point de vue chimique et telle que les deux auteurs (Dumas et Boussingault) la concevaient à cette époque, c'est-à-dire comme un antagonisme entre la plante, appareil de réduction, et l'animal, appareil de combustion. On sait que, plus tard, ce point de vue a dû être complètement modifié : l'antagonisme a fait place à une complète similitude qui est devenue le fondement même de la biologie générale. »

(4) *J.-B. Dumas agronome*, par A. Ronna, ingénieur, dans *Le Génie Civil* des 17, 24 et 31 janvier 1885.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les idées que les deux illustres savants avaient émises entre 1840 et 1841 sur l'alimentation des plantes étaient en contradiction absolue avec celles qui régnaient alors. Certains agronomes ne croyaient-ils pas que les végétaux assimilaient directement les substances organiques contenues dans le sol, que la terre fine pouvait même pénétrer dans les racines!

En proclamant la vérité, en l'appuyant de son autorité et de son éloquence, J.-B. Dumas rendit un service qui aurait suffi à lui assurer la reconnaissance des agriculteurs. Elle aboutissait, en effet, aux lois de la restitution et des assolements, à la démonstration de la nécessité des engrais. Elle expliquait le rôle du bétail dans l'économie rurale, et, avec les travaux de Boussingault et de Lawes et Gilbert, elle posait les prémisses de son alimentation rationnelle. Dans le grand ouvrage *Chimie appliquée aux arts*, auquel il a consacré vingt ans de sa vie, de 1828 à 1848, J.-B. Dumas s'étend sur ces questions capitales. Là aussi, il se montre un précurseur génial. Déjà, il classe les végétaux en deux catégories : ceux qui n'absorbent pas directement l'azote, les céréales; ceux qui l'absorbent, les légumineuses. L'un des plus beaux progrès de l'agriculture, disait-il, avec Boussingault, résidera dans l'art de produire l'azote à bon marché. « Pour le carbone, il n'y a pas à s'en inquiéter : la nature y a pourvu; l'air et l'eau pluviale y suffisent. Mais l'azote de l'air, celui que l'eau dissout et entraîne, les sels ammoniacaux que l'eau recèle, elle-même, ne sont pas toujours suffisants. Pour la plupart des plantes de culture importantes, il faut encore entourer les racines d'un engrais azoté, source permanente d'ammoniaque ou d'acide azotique dont la plante s'empare à mesure de sa production. C'est là, comme on le sait, l'une des grandes dépenses de l'agriculture, l'un de ses grands obstacles car elle ne retrouve que l'engrais qu'elle produit elle-même. »

« Toutefois, ajoutaient les deux savants, la chimie est assez avancée sur ce point pour que la production d'un engrais azoté chimique pur ne puisse tarder à être résolue ». N'était-ce pas une allusion à la possibilité de préparer un engrais de synthèse? « Faire de l'ammoniaque à bon marché, écrivait J.-B. Dumas dans son *Traité de chimie*, ce serait faire de la matière animale, et on arriverait, nécessairement, à conclure que faire de l'ammoniaque à bon marché, cela conduirait à augmenter la population animale elle-même. »

Cependant son attention se dirige de plus en plus vers les problèmes agricoles. En 1843, il s'occupe d'un nouveau procédé de cristallisation du sucre, en 1845 de l'impôt qui frappe cette denrée.

Dans un rapport très remarquable, qu'il adresse le 6 avril 1847 au Ministre de l'Instruction publique, sur l'enseignement public en France, il définit d'une façon heureuse le rôle que les instituteurs doivent jouer à l'égard de l'agriculture. « L'instruction primaire, remarque-t-il, telle qu'elle est distribuée, provoque au délaissement et à l'abandon des campagnes par cela seul qu'elle ne dirige pas la pensée des enfants vers les objets qui doivent les occuper toute leur vie. »

« Les instituteurs ont une instruction littéraire qui ne correspond pas aux besoins des populations rurales et ils manquent des connaissances utiles qui leur seraient nécessaires; ils sont en quelque sorte des lettrés qui se considèrent trop souvent comme exilés à la campagne! Il faudrait en faire des agriculteurs plus instruits que les autres. On y serait aidé en adjoignant à chaque école un ou deux hectares

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de terrain pour l'organisation d'une petite culture fonctionnant à l'aide des élèves sous la direction de leur maître. Les instituteurs sont en trop grand nombre des mécontents. Il faudrait en faire, d'abord, des hommes contents de leur sort. » Paroles avisées, excellents projets, maintes fois placés, depuis, en tête des réformes des programmes de l'enseignement primaire.

J.-B. Dumas participe activement aux délibérations du Congrès central siégeant au Luxembourg sous la présidence de Dupin.

Ces préoccupations d'ordre administratif semblaient annoncer l'orientation nouvelle qu'allait prendre sa carrière.

La révolution de 1848, la crise que traversa la France en décidèrent.

Il avait alors atteint la plénitude de son autorité. Ses découvertes étaient appréciées dans le monde entier. Ses leçons à la Faculté de Médecine, à la Sorbonne, à l'École centrale des Arts et Manufactures attiraient une foule d'étudiants qui l'écoutaient attentifs et charmés. Membre de l'Académie des Sciences depuis 1832, de l'Académie de Médecine depuis 1843, il présidait la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale depuis 1845. Fondateur de l'École centrale des Arts et Manufactures (1829) avec Péclet, Olivier et Lavallée, auteur du *Traité de chimie appliquée aux arts*, il avait acquis une grande notoriété chez les industriels. En 1849, au moment où les esprits se ressaisissaient, les électeurs de Valenciennes lui demandèrent de les représenter à l'Assemblée nationale, afin de soutenir les intérêts de l'industrie sucrière alors très menacée. Il ne crut pas pouvoir refuser. Ah! certes, ce ne sont pas les perfides sirènes de la politique qu'il écouta mais son grand cœur, son ardent patriotisme, sans doute aussi l'espoir que la parole d'un savant aurait une heureuse influence sur les assemblées. Ces sentiments le poussèrent irrésistiblement, en un moment critique, à donner toutes ses forces à la réorganisation du pays. Il changea radicalement la direction de son activité.

Une heure sonne toujours où l'homme se penche attentivement sur son passé. Comme la mer rapporte de loin au rivage ses vagues chargées de tant de choses, notre mémoire ramène à notre pensée le flot de nos souvenirs remplis des faits qui marquèrent notre vie. Alors, même le meilleur d'entre nous se demande avec anxiété s'il a bien rempli son destin.

Et l'illustre savant, parvenu à un âge où il dominait une longue existence, a dit non sans quelque mélancolie : « En me bornant à des recherches scientifiques, j'aurais été plus heureux, ma vie eût été moins entrecoupée et peut-être aurais-je embrassé une vue plus large de la vérité ».

Certes, à la décision que prit J.-B. Dumas de quitter son laboratoire pour les conseils de l'État, la science a beaucoup perdu. Mais les grands intérêts de la nation et ceux de l'agriculture y ont singulièrement gagné. De 1849 jusqu'à sa mort, survenue en 1884, bien peu d'années se sont passées sans qu'il n'ait donné à celle-ci des marques de son dévouement passionné.

La révolution de 1848 laissait la France dans une situation économique extrêmement difficile, en pleine crise agricole; le blé ne valait que 15,35 fr; en 1850, prix moyen de l'année, il devait descendre à 14,71 fr. Le 31 octobre 1849, le Prince-Président pria J.-B. Dumas de se charger du Ministère de l'Agriculture et du Commerce. Il faisait appel à l'homme le plus capable de résoudre les graves problèmes qui s'imposaient au gouvernement : « Vous serez mon Chaptal, lui dit-il. » Malheu-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

reusement, la politique ne le maintint aux affaires que pendant 18 mois, jusqu'aux premiers jours de 1851. Mais, durant ce court laps de temps, J.-B. Dumas fit preuve d'une activité extraordinaire. Il réalisa des réformes d'une extrême importance et, comme toujours, génial précurseur, établit les bases d'institutions qui n'aboutirent pas tout de suite, parce qu'elles dépassaient le siècle, mais qui devaient renaître et fleurir de nos jours.

Il applique son esprit de méthode et de prudence à la poursuite d'un plan de travail vraiment considérable. Il s'informe par des missionnaires des progrès de l'étranger. C'est ainsi qu'entre autres, Payen et Hervé-Mangon vont en Angleterre pour y étudier le drainage qui faisait fortune chez nos voisins. Hervé-Mangon en rapporte ses *Instructions pratiques*. Elles ont marqué le début de l'introduction en France de cette amélioration rurale. J.-B. Dumas l'encouragea de son mieux. C'est à lui que nous devons sa rapide extension.

Il étudie et réglemente le commerce de la boulangerie et celui de la viande. Il crée des abattoirs en province. Il établit le Concours national annuel des animaux, instruments et produits agricoles à Versailles et six concours régionaux.

Il dépose un projet de loi pour réprimer les fraudes dans le commerce des engrais; chaque fabricant ou marchand d'engrais devra faire analyser les substances fertilisantes qu'il vend aux cultivateurs par l'un des six bureaux d'essais institués dans les diverses régions agricoles.

La représentation de l'agriculture avait été longuement discutée par les ministères précédents; Dumas fait prendre un décret qui organise dans chaque département une chambre d'agriculture. Mais l'Assemblée législative voit là un empiétement sur ses prérogatives. Le décret est rapporté et remplacé par un arrêté instituant des commissions départementales contre lesquelles les conseils généraux protestent à leur tour.

On sait que ces projets ont été repris à plusieurs époques et qu'ils ont fini par aboutir en 1924.

L'un des titres les plus importants de Dumas à la reconnaissance de l'agriculture, c'est bien la création du Crédit foncier de France qu'il réalisa durant son ministère avec Josseau.

Entre autres services, le nouvel organisme joua un rôle de premier plan dans la diffusion du drainage.

J.-B. Dumas posa même la question de l'organisation du crédit agricole.

Il s'occupa du Code rural, réforma les droits de douane en les abaissant, supprima certaines prohibitions, réduisit de moitié l'impôt sur le sucre, légiféra au sujet des sociétés de secours mutuels, des caisses de retraites pour la vieillesse, des logements insalubres.

Et, dans toutes les manifestations de son activité, on reconnaît les marques de l'élévation de son esprit, de son grand cœur, et en même temps, ce qui en devait assurer la pérennité, celles de sa prudence et de sa raison.

Parmi les travaux si nombreux qu'il a menés à bien pendant sa trop courte vie ministérielle, insistons sur ceux qui concernent l'enseignement agricole. Cette grave question l'avait toujours préoccupé. Déjà, en 1845, il avait suggéré de mettre au concours la rédaction d'un petit livre où les élèves des écoles primaires trouveraient les premiers éléments de l'économie rurale. Nous avons mentionné le rap-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

port qu'il remit le 6 avril 1847 au Ministre de l'Instruction publique sur l'enseignement en France. Il y traite du rôle que les instituteurs doivent remplir à l'égard de leurs élèves des campagnes.

La mise en pratique de la loi que le ministre Tourret, député de l'Allier, avait fait promulguer le 3 octobre 1848, lui donna l'occasion de s'appliquer à l'un de ses sujets favoris.

Cette loi organisait l'enseignement agricole en France aux trois degrés : au sommet, l'Institut agronomique, enseignement supérieur d'ordre scientifique; immédiatement au-dessous, les écoles régionales d'agriculture, où la science s'alliait au métier; enfin, l'enseignement élémentaire, où les fermes-écoles diffusaient dans les campagnes des notions de saine pratique.

L'achèvement de ce remarquable édifice retint toute l'attention de J.-B. Dumas. Il devait y gagner de nouveaux titres à la gratitude du monde agricole. Il créa 47 fermes-écoles, réorganisa les Écoles vétérinaires d'Alfort et de Lyon, se prodigua en faveur de l'Institut agronomique, installé trop luxueusement à Versailles. On avait commis une erreur grave en cherchant à donner à son enseignement un caractère d'application agricole, bien que cela fût contraire à l'esprit qui inspirait sa création. On faillit ainsi, dès l'origine, compromettre son existence. Les grandes fermes qui lui avaient été annexées, les collections d'animaux de grand prix, les étables, les musées de machines et d'instruments agricoles, tout cela coûtait fort cher. La commission du budget d'alors, l'opinion publique elle-même, protestèrent. J.-B. Dumas chargea une commission présidée par le comte de Gasparin d'étudier les remèdes à cet état de choses. Si l'illustre savant avait gardé plus longtemps le ministère, nul doute qu'il eût sauvé l'Institut agronomique. Mais il quitta le gouvernement en 1851.

Quelque temps après, un acte arbitraire supprimait l'enseignement supérieur de l'agriculture. L'œuvre si remarquable de Tourret était décapitée.

J.-B. Dumas, avec sa hauteur de vue coutumière, s'était profondément attaché aux idées qui avaient présidé à la création de l'Institut agronomique. Il ne devait jamais les abandonner.

On sait quelle part importante, il prit en 1829, avec Péclet, Olivier et Lavallée, à la fondation de l'École centrale des Arts et Manufactures. Son enseignement et celui de l'Institut agronomique reposaient sur des principes analogues. J.-B. Dumas y occupa trois chaires de chimie et resta jusqu'à sa fin président du Conseil.

Fidèle à ses convictions, en 1872, il réalisa le projet d'introduire dans le programme de cette grande école une partie de l'enseignement théorique qu'aurait donné l'Institut agronomique de Versailles, « avec plus de profondeur et non moins d'étendue [5] ».

Il conçut un programme magistral [6] imprégné de la pensée directrice qui avait inspiré l'élaboration de la loi de 1848. L'enseignement ne comportait pas plus de pratique proprement dite que celui qui était destiné aux futurs ingénieurs de l'industrie. Il était réservé aux fils des propriétaires agriculteurs. Ceux-ci suivaient d'abord les mêmes cours que leurs camarades. La spécialisation ne s'accomplissait que dans le courant de la deuxième année d'études. A partir de son second

(5) *J.-B. Dumas, agronome*, par A. RONNA, *Le Génie Civil* des 17, 24 et 31 janvier 1885.
(6) *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, Année 1872, pages 394 à 408.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

semestre, 60 à 70 leçons, jugées les moins utiles aux agronomes, étaient remplacées par le nombre correspondant de leçons de phytotechnie et de zootechnie.

En 3e année, ils recevaient des leçons d'agriculture et d'économie rurale aux dépens des cours de docimasie, de mines, de métallurgie, de construction de ponts, de chemins de fer, etc.

Dans l'esprit de J.-B. Dumas, cette section devait comprendre 25 à 30 élèves. Rendit-elle les services qu'il avait envisagés? Certes, l'École centrale des Arts et Manufactures a formé d'excellents agriculteurs, de remarquables chefs d'industries agricoles, mais il est évident qu'elle ne pouvait atteindre exactement le but qui avait été assigné à l'Institut agronomique. Aussi, lorsqu'après 1870, la France, éprouvée par ses revers, cherche à reconstituer ses forces et en particulier son agriculture, nous voyons J.-B. Dumas à la tête des savants et des agronomes qui s'efforcent à faire renaître cette École supérieure. Il préside la commission ministérielle appelée à poser les bases de sa réorganisation. Il a la bonne fortune d'avoir comme principal collaborateur Eugène Tisserand, alors Inspecteur général, ancien élève du premier Institut agronomique. On sait le rôle important qu'il devait jouer dans l'administration de l'agriculture. Il partage les idées de J.-B. Dumas; il est l'âme de la campagne qui est entreprise pour la reconstitution de l'Institut agronomique. Cette fois, on saura éviter les fautes qui ont été commises en 1848. Pas de grandes fermes ni de troupeaux coûteux : un simple champ d'expériences aux environs de Paris et l'hospitalité gratuite du Conservatoire des Arts et Métiers, mais un programme d'études adéquat à l'œuvre et des professeurs de premier ordre. En 1876, après le vote de la loi qui reconstituait l'Institut agronomique (9 août) un conseil de perfectionnement est constitué, présidé par J.-B. Dumas lui-même, entouré de Boussingault, Duchartre, Hervé-Mangon, Pasteur, Tresca, du comte de Bouillé, du marquis de Dampierre, de A. Müntz. Le directeur est Eugène Tisserand, auquel succédera bientôt Eugène Risler. L'Institut agronomique est orienté dans sa véritable voie. Ainsi, J.-B. Dumas avait assisté à la création de l'Institut de Versailles, puis à sa suppression, et vingt-huit ans après, il présidait à sa reconstitution sur des bases nouvelles. Reconnaissons encore là, un des services éminents qu'il a rendus à l'agriculture.

Dès la fondation de l'Empire, J.-B. Dumas avait été nommé sénateur, puis vice-président du Conseil municipal, en 1859, président. Dans ces hautes situations, il demeure le soutien infatigable des intérêts de l'agriculture. Il fait partie de toutes les commissions où ils sont en jeu. Le Gouvernement ne cesse de recourir à lui. En 1864, celui-ci reprend le projet de loi que J.-B. Dumas avait naguère proposé (1850) sur la répression de la fraude des engrais. Il nomme J.-B. Dumas président de la commission d'enquête constituée pour l'étude de cette question. Et Dumas publie deux ans plus tard, en 1866, les résultats de cette vaste information. Précédés de son magistral rapport à l'Empereur, ils sont consignés dans deux gros volumes de format grand in-4°. Par le grand nombre des dépositions recueillies, par l'ampleur avec laquelle le sujet est traité, par les vues originales sur la production, le prix, le transport, la vulgarisation et le contrôle des engrais, cette œuvre représente une mine précieuse de renseignements. Les agronomes y recourent toujours avec intérêt.

Comme président du Conseil municipal, Dumas doit s'occuper de l'alimentation

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de Paris en eau potable. Là, encore, il devait rendre un service inestimable à l'hygiène publique et à l'agriculture. Aidé de Belgrand et d'Haussmann, il parvint à persuader les édiles et les ingénieurs de la nécessité de recourir à l'eau pure des sources et de renoncer à celle de la Seine polluée par son passage à travers la région parisienne. Il montra le gaspillage auquel on se livre en se servant du fleuve comme collecteur des eaux d'égout jusqu'à la mer, la quantité énorme de matières fertilisantes perdues, le danger auquel on expose les villes et les campagnes que le fleuve arrose en ne leur offrant qu'une eau chargée de matières organiques en décomposition et de germes morbides.

Il préconisera toujours la transformation en engrais, par dessiccation, des matières solides contenues dans les ordures ménagères, et l'emploi des eaux résiduaires à l'irrigation des cultures maraîchères. « Quand il s'agit, dit-il, de constituer un grand service d'eau dans une ville, il ne faut pas se contenter comme on l'a fait jusqu'ici de s'écrier : j'amène de l'eau à la ville et quand elle a servi je la rejette dans un cours d'eau quelconque et je m'en débarrasse. »

« Non! Cette eau que vous rejetez est une richesse, vous la devez à l'agriculture, vous devez la lui restituer sous sa forme la plus commode, la plus profitable et la plus appropriée à ses usages et non la perdre au détriment de la fortune et de la santé publique. »

Déjà, dans son rapport placé en tête de l'enquête sur les engrais, il avait insisté sur l'obligation qui s'impose aux agglomérations urbaines « de ramener aux campagnes, par un mouvement prévu et régulier, la totalité des engrais qu'elles fournissent ». Principes consacrés depuis longtemps mais insuffisamment appliqués.

C'est dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* et de la *Société centrale d'Agriculture*, dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale* que l'on retrouve les textes des notes si nombreuses qu'il présenta sur la plupart des sujets qui intéressent l'agriculture. Avec quelques mémoires publiés à Genève, de 1820 à 1827, on n'en compte pas moins de 160; sur le phylloxéra seulement, 35. Avec une opportunité parfaite, une compétence jamais prise au dépourvu, il intervenait dans la plupart des discussions. Ses communications portent surtout sur la pyrale de la vigne, l'oïdium, le phylloxéra, la sériciculture, les engrais chimiques et leur protection contre la fraude, les analyses de terres, la betterave sucrière, la fabrication du sucre et son régime fiscal, le sucrage des vins, l'enseignement agricole, la transformation des corps morts en engrais, les eaux d'égouts, le borax et son action sur les diastases, la conservation des viandes.

Rappelons : son rapport sur l'introduction de l'agriculture dans l'enseignement de l'École centrale[7]; les résultats des expériences qu'il poursuivit en 1873 sur la fermentation et l'alcool et qui confirment les idées de Pasteur aux dépens de celles de Berzélius et Liebig, qui ne voyaient dans la fermentation qu'un phénomène de mort (ils croyaient, en effet, que la levure de bière et, en général toutes les matières animales et végétales en putréfaction, reportaient sur d'autres corps l'état de décomposition où elles se trouvaient elles-mêmes[8]); son importante communication sur la biologie du phylloxéra et les moyens qu'il convient d'employer pour le détruire[9]; sur l'emploi comme agent destructeur des sulfocarbonates, qu'il a imaginé pour

(7) *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.* Année 1872, p. 394-408.
(8) *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.* Année 1873, p. 33.
(9) *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.* Année 1874, p. 402, 475, 598.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

remplacer le sulfure de carbone proposé par Thenard [10]; son long mémoire sur le sucrage des vins et la réduction à 25 fr les 100 kg de l'impôt sur le sucre [11].

Membre des Académies des Sciences et de Médecine, membre de l'Académie française, membre de la Société nationale d'Agriculture et de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, sénateur, vice-président du Conseil supérieur de l'Agriculture, président de la Commission supérieure du Phylloxéra, membre de toutes les commissions où se discutaient les intérêts agricoles, il défendit ceux-ci avec un zèle, une opportunité et une compétence hors de pair.

On pourrait analyser ses communications, résumer ses interventions. Mais ce qu'il serait impossible d'exprimer, c'est son éloquence mesurée, sa clarté, sa finesse, sa bonhomie, l'autorité qui émanait de sa personne et donnait tant de poids à sa parole, et ces qualités insaisissables qui disparaissent avec l'homme, que, seule, la tradition peut rappeler. L'agriculture en a bénéficié comme de sa présence aux Académies des Sciences et de Médecine et à l'Académie française. Il a contribué à lui faire gagner le rang élevé qui lui appartient dans l'opinion publique et que celle-ci a trop longtemps méconnu.

Nous donnerons un exemple de son éloquence parfois familière, toujours persuasive en reproduisant quelques phrases des deux discours qu'il prononça à trente-trois ans de distance à la Société nationale d'Agriculture; le premier, le 30 novembre 1850 [12], à la séance solennelle qu'il présidait comme ministre; l'autre, le 27 juin 1883 [13], où, comme président en exercice, il répondit à Jules Méline, alors ministre. A chacune de ces deux époques, comme aujourd'hui, hélas, mais pour d'autres raisons, l'agriculture traversait de cruelles difficultés.

J.-B. Dumas disait en 1850. « L'agriculture fait la force du pays; elle en prépare la richesse, elle en conserve la moralité à travers les âges. Est-ce à dire que par un coup de baguette magique tout va changer du jour au lendemain dans le sort de l'ouvrier des campagnes? Vous ne le croyez pas et le laboureur a trop de bon sens pour le croire ou pour le demander. Il sait que l'on ne récolte pas le jour où l'on a semé, il sait que le temps est à toute chose nécessaire : il attendra. »

« Des crises, répliquait-il à Jules Méline, en 1883, il y en a pour tous les temps et pour tous les peuples. Tel se croit invulnérable aujourd'hui qui sera frappé demain. Des contrées maintenant en ruines, l'histoire nous les montre florissantes autrefois, et des régions jadis désertes se couvrent sous nos yeux d'une population abondante et prospère. C'est la loi de nature. Tout se meut et tout change. » Puis il rappelle aux agriculteurs, d'une façon charmante, les services que la science leur a rendus et leur rendra encore :

« Posé depuis l'origine de la famille humaine, le problème agricole était considéré comme inabordable il y a un demi-siècle à peine. J'aimais alors à rappeler un apologue chinois toujours de circonstance. Certain voyageur rencontre près d'un puits un enfant tout en larmes et criant la soif. Surpris de voir entre ses mains une cruche vide munie de sa corde, pourquoi ne cherches-tu pas à remplir ta cruche lui dit-il? Le puits serait-il à sec? Il y a de l'eau dans le puits mais il est trop profond.

(10) *Comptes rendus de la Société nationale d'Agriculture* de juillet 1875.

(11) *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale* de 1882, et *Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture* de 1882, p. 309.

(12) *Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture* du 13 novembre 1850.

(13) *Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture* du 27 juin 1883.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est ta corde qui est trop courte, nigaud! Cherches-en une plus longue et tu boiras à ton gré.

« Au temps de ma jeunesse, le puits de la science agricole semblait aussi profond et plus d'un pleurait auprès de sa cruche vide. Dès que l'on se fut avisé que c'était la corde qui était trop petite, on s'employa de toutes parts pour l'allonger; tous les jours on l'allongea encore et ces cruches qui demeuraient vides autrefois se remplissent maintenant d'une eau limpide et saine puisée aux sources mêmes de la vérité, c'est-à-dire de la science. »

J.-B. Dumas ne fut-il pas l'un de ceux qui contribuèrent le plus à allonger la corde du puits symbolique?

Lors du banquet qui lui fut offert au mois de juillet 1879 pour commémorer le cinquantenaire de son entrée dans le Conseil d'Administration de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, M. Baude, alors vice-président de notre compagnie, lui adressa un discours auquel il répondit ainsi [14] :

« S'agit-il de l'agriculture, à qui de droit revient la première place dans une revue rapide de vos services; n'est-ce pas à vous [15] qu'appartient l'honneur d'avoir conservé à la France l'industrie du sucre de betteraves? Au moment où l'État proposait le rachat des fabriques existantes, où les fabricants de sucre consentaient à leur suppression, où les colonies, la marine et le fisc le réclamaient comme un bienfait, n'est-ce pas vous qui avez pris la défense de cette belle industrie? N'est-ce pas vous qui avez démontré qu'elle était indispensable au progrès agricole, qu'elle amenait l'amélioration du sol, soigneusement sarclé et profondément labouré; qu'elle introduisait dans les fermes la connaissance et le maniement des machines, qu'elle élevait la rente du sol, la valeur du fonds, l'intelligence et le bien-être de l'ouvrier des campagnes? »

Mais n'est-ce pas lui-même qui avait prononcé ces plaidoyers en faveur de la culture de la betterave et de l'industrie sucrière?

Le 2 juillet 1884, Jules Méline, présidant la séance annuelle de la Société nationale d'Agriculture, et évoquant la mort récente de J.-B. Dumas, disait : « Il m'appartient de rendre hommage et justice au premier, au plus dévoué de mes collaborateurs, à l'homme qui a consacré les dernières années de son existence à surveiller presque dans les plus humbles détails l'application à l'agriculture de toutes les grandes lois révélées par la science moderne .»

« Au Conseil supérieur de l'Agriculture, où il était vice-président et où sa voix autorisée était religieusement écoutée, il savait jeter sur tous les sujets, même les plus arides, la vive lumière de sa parole limpide, de son esprit si précis et si méthodique. »

« Mais c'est surtout comme président de la Commission supérieure du Phylloxéra qu'il a bien mérité de l'agriculture française. »

« J.-B. Dumas n'avait pas oublié son pays d'origine et personne plus que lui ne compatissait aux souffrances de ces malheureuses populations du Midi autrefois si florissantes, aujourd'hui si éprouvées et si pauvres. Aussi est-ce avec son cœur, autant qu'avec son intelligence, qu'il étudiait la marche du redoutable fléau et les moyens de le conjurer. »

(14) *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.* Année 1879, p. 340-345.
(15) C'est-à-dire à la Société d'Encouragement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Après de tels services on peut bien dire que J.-B. Dumas fut l'un des grands serviteurs de l'agriculture française ».

Le 21 octobre 1889, lors de l'érection de sa statue dans son cher Alès, le Ministre de l'Agriculture d'alors, M. Faye, apportait à sa mémoire l'expression de la reconnaissance du monde agricole « au service duquel, pendant plus d'un demi-siècle, l'illustre savant a consacré sans relâche les trésors de son savoir, les encouragements et les conseils de sa longue expérience. L'agriculture, en effet, fut jusqu'aux derniers jours de sa vie l'objet de sa sollicitude constante et dévouée ».

Plus loin, il rappelle l'immense labeur que J.-B. Dumas accomplit durant son trop court passage au Ministère : « Quand il prit possession du pouvoir, l'agriculture était soumise aux plus cruelles épreuves. Tout était à faire; surtout, il fallait faire très vite. Dumas, seul, pouvait être à la hauteur de cette tâche. Il ne démentit pas la confiance que l'on avait placée en lui. Il sut imprimer, par la fermeté de ses décisions, une impulsion des plus heureuses à son département ministériel. »

« Développer en l'encourageant l'élevage du bétail, régler le commerce des grains et de la boucherie, régulariser les prestations des communes, organiser le Crédit foncier, les secours mutuels, les irrigations et le drainage, constituer, enfin, le principe de l'enseignement agricole dont il lui a été donné d'assurer plus tard le complet développement. »

« Voilà le Dumas que l'agriculture revendique, et quand j'aurai ajouté que le concours éclairé de sa science et de son dévouement ne lui a jamais fait défaut dans les questions séricicoles et viticoles, qui ont à juste titre préoccupé le monde agricole depuis vingt ans, vous comprendrez que je ne fais aujourd'hui que payer à sa mémoire une bien faible partie de la dette que l'agriculture a contractée à son égard ».

Les Pouvoirs publics par la voix de Jules Méline, et de Faye; la science par celle de ses confrères, Boussingault, Pasteur, Jamin, Armand Gautier, Wurtz, van Tieghem, le monde agricole par l'organe de ses représentants les plus autorisés l'ont publiquement reconnu comme l'un des plus grands bienfaiteurs de l'agriculture, comme le digne continuateur de Lavoisier.

*
* *

Que reste-t-il donc à dire aujourd'hui, en ce jour consacré à son souvenir, en cette enceinte où il présida si longtemps nos réunions, où plane toujours son image dans sa sereine dignité?

Rappeler ces hauts témoignages, et, peut-être, ajouter respectueusement et simplement ces quelques mots :

Cher Maître, illustre Collègue, notre Société, naguère témoin de vos travaux, offre à votre mémoire vénérée le nouvel hommage de son admiration et de sa reconnaissance pour les services inestimables que vous avez rendus à l'industrie nationale, et, en particulier, à l'agriculture.

OUVRAGES CONSULTÉS

Essai de statique chimique des êtres organisés, par MM. DUMAS et BOUSSINGAULT. Fortin, Masson et Cie, édit., Paris, 1844.

Traité de chimie appliquée aux arts. Partie organique. Tome IV. F. Oudart, édit., Liége.

J.-B. Dumas, par M. H. W. HOFMANN (extrait du *Moniteur scientifique du Dr Quesneville*, avril 1880. Traduit du journal anglais *Nature*, par Ch. BAYE).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La vie de J.-B. Dumas, par le général DUMAS, son petit-fils.

J.-B. Dumas (1800-1884), par Ch. DE COMBEROUSSE. (*Le Génie Civil*, tome V, n° 25 (18 octobre 1884.)

J.-B. Dumas agronome, par A. RONNA, ingénieur. (*Le Génie Civil* des 17, 24 et 31 janvier 1885.)

Éloge de J.-B. Dumas prononcé par Joseph BERTRAND, le jour de sa prise de séance à l'Académie française (10 décembre 1895) et *Réponse de* Louis PASTEUR.

Mémorial des fêtes d'Alais. Érection de la statue de J.-B. Dumas (octobre 1889).

Histoire d'un esprit, par E. DUCLAUX. Masson et Cie, éd., Paris, 1896.

La vie de Pasteur, par René VALLERY-RADOT. E. Flammarion, éd., Paris, 1900.

Éloge de J.-B. Dumas, prononcé par Ph. VAN TIEGHEM, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences (1922).

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale (années 1843 à 1883).

Comptes rendus de la Société nationale, puis de *l'Académie d'Agriculture* (années 1850 à 1883).

*
* *

Notre aimable collègue M. Ch. de Fréminville, secrétaire général de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, petit-neveu de J.-B. Dumas, a bien voulu nous aider à réunir notre documentation. Nous le prions de trouver, ici, le témoignage de nos meilleurs remerciments.

*
* *

Jean-Baptiste Dumas économiste, métrologiste et président des Monnaies de France,

par M. Ed. SAUVAGE, *ancien président de la Société d'Encouragement.*

L'extraordinaire puissance de travail de l'illustre président de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, J.-B. Dumas, est prouvée par l'importance, la variété, le nombre de ses études, toujours durables et fécondes. Pasteur a déclaré qu'il « est un petit nombre d'hommes aussi bien faits pour le travail silencieux que pour les débats des grandes assemblées.... Ils ont l'esprit attentif à toutes les idées générales et le cœur ouvert à tous les sentiments généreux. Ces hommes sont les esprits tutélaires d'une nation. J.-B. Dumas en fut, dès sa jeunesse, le type souverain ».

La présente notice a trait principalement aux travaux se rattachant à l'économie politique, à la métrologie, aux questions monétaires. Telle est la richesse de ces travaux, qu'on trouvera certainement dans cette notice des lacunes et d'insuffisants développements.

L'enseignement fut une des premières préoccupations de Dumas. En 1829, âgé de 29 ans, il créa, avec le géomètre Th. Olivier, le physicien E. Péclet, et Alph. Lavallée, l'École centrale des Arts et Manufactures, dont les fondateurs avaient pressenti la nécessité de chefs instruits pour l'industrie. Le programme des études, rédigé par J.-B. Dumas, prévoit que tous les cours forment un ensemble unique, sans distinction de catégories d'élèves. Pour les fondateurs de l'École, la science industrielle est une, et tout ingénieur doit la connaître dans son ensemble.

L'École prospéra, complètement indépendante jusqu'en 1857, date à laquelle elle

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fut cédée gratuitement à l'État. L'année 1879 vit J.-B. Dumas présider la célébration du cinquantenaire de son œuvre.

Le développement de l'enseignement scientifique continua d'ailleurs à l'intéresser : de remarquables mémoires, en 1846 et 1847, exposent les réformes qu'il préconise à cet égard, tant pour les universités que pour les écoles primaires et primaires supérieures. Il désirait faire revivre hors de Paris de grands foyers scientifiques, par l'organisation d'académies provinciales. La plupart de ses projets à cet égard ont été repris plus tard, notamment l'agrandissement de la Sorbonne, qu'il avait prévu.

Nommé ministre de l'Agriculture et du Commerce en 1849, il travailla à la création de plusieurs institutions d'importance capitale, l'Institut agricole, devenu l'Institut agronomique; la Caisse des Retraites pour la Vieillesse; l'organisation des associations ouvrières et des sociétés de secours mutuels; le Crédit foncier de France.

Le grand intérêt que Dumas portait aux populations ouvrières lui fit envisager la création d'une caisse des retraites pour la vieillesse. L'exposé des motifs du projet de la loi qu'il présentait à ce sujet s'exprime comme il suit :

« Nous voulons tous rappeler vivement aux populations souffrantes que c'est par le travail et l'épargne qu'on écarte la misère; nous cherchons à réveiller partout l'esprit de prévoyance et à détruire les dangereuses illusions qui en ont pris la place; nous voulons que l'ouvrier sache qu'il lui suffit d'économiser quelques centimes par jour pendant le cours de sa vie active pour s'assurer, quand il arrive à la vieillesse, une pension de retraite suffisante; nous voulons lui prouver que rien ne saurait remplacer cette prévision persévérante et indispensable de sa part.

« Mais le Gouvernement, qui désire, qui veut le prompt succès de la caisse des retraites, qui cherche à en faire apprécier immédiatement les avantages, doit se préoccuper des difficultés qui l'attendent. Comment vaincre l'inertie des ouvriers, si rien ne les sollicite à effectuer leurs versements?

« Comment espérer des ouvriers, qui vivent au jour le jour, dont les économies sont si courtes et si pénibles à amasser, dont les défiances sont si difficiles à dissiper, un sentiment soudain de prévoyance et de persévérance dans l'épargne dont aucune classe de la société ne peut se flatter d'avoir donné l'exemple.

« Ne nous étonnons pas si, des trois systèmes proposés pour la formation de la caisse des retraites, celui qui rend la retenue obligatoire obtient l'assentiment de beaucoup d'hommes très éclairés, d'esprits très pratiques, qui connaissent bien les mœurs et les préjugés des ouvriers. Nous sommes décidés à le repousser, parce que nous savons combien est grande la différence qui sépare les retenues librement consenties dans les contrats de l'industrie privée et les retenues obligatoires prélevées au nom de l'État; parce que nous sommes convaincus qu'écrire celles-ci dans la loi, ce serait y écrire le droit au travail sous une forme détournée....

« Voilà comment le Gouvernement, dans sa sollicitude pour les classes laborieuses, vient, tout en vous demandant, au nom des principes, de laisser le déposant libre; vous demander aussi, au nom de l'humanité, de lui offrir des avantages, des primes qui puissent l'attirer. »

L'exposé des motifs développe ces avantages, qui sont principalement l'absolue certitude des capitaux assurés; l'intérêt élevé, de 5 p. 100, donné aux versements; divers sacrifices de l'État.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le projet de loi prévoit une revision après une première période de fonctionnement.

Ce projet donna lieu, dans l'Assemblée nationale, à de longues discussions; parmi les amendements proposés, on suggéra des contributions patronales obligatoires, et des versements effectués par les patrons avec reprise sur les salaires des ouvriers; ces amendements furent repoussés, dans la crainte que la contribution patronale ne fût en réalité reprise indirectement sur le salaire, et parce qu'en prescrivant aux patrons une retenue quelconque sur le salaire des ouvriers, on créerait entre ces deux classes de citoyens les germes de la funeste division.

Finalement, le projet de J.-B. Dumas aboutit à la création de la Caisse des Retraites pour la Vieillesse, telle que nous la voyons fonctionner aujourd'hui avec le plus grand succès. C'est une admirable institution, qui, seule, suffirait à en illustrer l'initiateur. L'absolue liberté laissée aux déposants, la faculté de donner à chaque versement une date et une valeur quelconques (jusqu'à une limite supérieure), l'inscription constante sur un livret de la retraite atteinte, la faculté de demander l'aliénation ou la réserve de son capital sont de tels avantages qu'il paraît difficile de trouver mieux.

Ces avantages sont tels que bien des patrons, pour inciter leur personnel à en profiter, se sont engagés bénévolement à doubler leurs versements.

Parmi les questions relatives à la population ouvrière, il convient de citer un important projet de loi sur l'apprentissage, déposé à la séance de l'Assemblée nationale le 4 mars 1850 par Dumas, ministre de l'Agriculture et du Commerce.

Ce projet stipule que l'enseignement donné à l'apprenti doit être complet et progressif. Les devoirs du patron sont assimilés à ceux d'un bon père de famille; d'autre part, l'apprenti lui doit obéissance et respect, et son travail correspondra à ce que peuvent donner son aptitude et ses forces. La durée du travail ne dépassera pas 10 heures par jour pour les apprentis âgés de moins de 14 ans; mais sur cette durée doit être pris un temps suffisant pour les études primaires et pour l'enseignement religieux.

C'est encore à Dumas qu'on doit la création du Crédit foncier de France. En qualité de ministre de l'Agriculture et du Commerce, il fit exécuter une longue enquête sur les institutions de crédit foncier et de crédit agricole existant dans les divers pays d'Europe. Cette enquête donna lieu à un long rapport, qu'il transmit au Président de la République, en 1851, avec un exposé des motifs qui contient les observations suivantes :

« Les institutions de crédit foncier et de crédit agricole placent l'agriculture sur le même pied que l'industrie.

« Elles dirigent les capitaux vers la terre, et retiennent les populations au milieu des champs. Elles opposent au morcellement de la propriété un utile contrepoids. Elles rendent la production des produits agricoles plus facile et moins coûteuse, et, sans nuire à l'agriculteur, elles abaissent, au profit de tous, le prix des matières alimentaires. »

« Lorsque les gouvernements sont intervenus dans le but de favoriser ces institutions naissantes, leur garantie n'a jamais été compromise. En réalité, elle est restée purement morale. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce rapport a été suivi de demandes de crédit à l'Assemblée nationale, pour l'institution de crédits foncie s.

Parmi les questions d'ordre économique, Dumas présida en 1843, à la Société d'Encouragement, une discussion sur une loi relative aux brevets d'invention.

Si le système des poids et mesures dont nous jouissons, ainsi que les pays étrangers que n'aveugle par un conservatisme exagéré, a été conservé dans son intégrité, c'est en grande partie à la clarté des vues de Dumas que nous le devons.

Le système métrique a été institué en France par la loi du 18 germinal an III (7 avril 1795). Celle du 19 frimaire an VIII (10 décembre 1799) a donné une valeur légale aux étalons du mètre et du kilogramme déposés aux Archives nationales, et celle du 4 juillet 1837 a rendu obligatoire en France le système métrique.

Les avantages de ce système, comparés à la complication et à l'imprécision des mesures anciennes, le firent successivement adopter par plusieurs pays étrangers. Cette extension du système appelait une entente internationale pour en fixer les moindres détails avec une précision absolue, en évitant des divergences telles qu'on en voit dans la longueur du pied dans les Iles Britanniques et aux États-Unis d'Amérique. En 1869, l'Académie des Sciences de Pétersbourg avait demandé à notre Académie des Sciences d'entreprendre une action commune en vue de l'adoption universelle du système décimal des poids et mesures. Cette heureuse initiative fut bien accueillie, et le Gouvernement français invita les divers états d'Europe et d'Amérique à envoyer à Paris des délégués pour y former une Commission internationale, qui étudierait la construction de prototypes des mesures métriques. Réunie en 1872, cette commission proposa de créer à Paris un Bureau international des Poids et Mesures et d'organiser un Comité exécutif international. Ce comité demanda la création d'une conférence diplomatique internationale, qui, réunie le 1er mars 1875 sous la présidence du duc Decazes, ministre des Affaires étrangères, nomma enfin une commission d'étude.

Appelé à faire partie de cette commission dès sa création, J.-B. Dumas en fut bientôt président; il en dirigea les travaux de la manière la plus heureuse.

Lors de la création du système, le mètre avait été défini comme la dix-millionième partie de la longueur du quart du méridien terrestre. Au point de vue politique, cette définition était heureuse : ne se rattachant pas à une ancienne mesure française, ni à rien qui rappelât la France, elle facilitait l'adoption internationale du système; mais, au point de vue technique, elle était imprécise : d'une part la longueur même du méridien est mal définie, puisqu'il est supposé tracé sur une surface fictive et qu'il n'est pas évident que tous les méridiens aient exactement même longueur; d'autre part, les procédés de mesure en sont nécessairement imparfaits.

Le grand mérite du système est que toutes ses unités se rattachent simplement à l'unité de longueur, et ses avantages resteraient les mêmes quelle que fût la définition initiale de cette unité. Aussi est-il étonnant que des membres de la Commission internationale aient pu proposer une rectification de la longueur du mètre, résultant de nouvelles mesures du méridien. J.-B. Dumas sut écarter ces propositions qui auraient amené un désordre inexprimable dans les mesures.

Dans un rapport à l'Académie des Sciences, Dumas s'exprime comme il suit à ce sujet (voir *Bulletin de la Société d'Encouragement*, 1869, 2e sem., p. 517) :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« La valeur du mètre changerait donc avec les pays et les époques, si on n'acceptait pas comme unité fixe la valeur qui lui a été attribuée par les premières opérations. Les changements, il est vrai, resteraient absolument insensibles dans la pratique; ils auraient, néanmoins, pour effet de jeter le trouble dans les travaux scientifiques, et d'exiger, pour leur comparaison de nation à nation, ces calculs de conversion qu'on a voulu éviter par l'adoption d'un type commun. »

L'extraordinaire précision de certaines mesures actuelles confirme la justesse des remarques de Dumas.

Grâce à son habileté, la définition du mètre fut admise avec une invariabilité absolue : sa longueur est celle d'un prototype, déposé au pavillon de Breteuil à Sèvres. Restait à exécuter ce prototype, à définir la forme qu'il devait avoir, et le métal dont il serait composé. A la suite de longues études, on choisit un alliage de platine et d'iridium, proposé par Sainte-Claire Deville et Debray. Quant à la forme, c'est la disposition des étalons à traits qui fut adoptée, avec une section transversale se rapprochant de la forme d'un X, mettant la fibre neutre de la barre à la surface du métal.

Des reproductions du prototype furent exécutées en aussi grand nombre qu'il était nécessaire, les erreurs de longueur de ces reproductions étant notablement inférieures à un micron.

Une adresse de plusieurs membres de la Commission à J.-B. Dumas montre comment sa présidence fut accueillie, malgré les propositions qu'il eut à combattre. Cette adresse est ainsi conçue :

« Monsieur le Président,

« Vous avez honoré votre patrie par une série de grands travaux, dont le monde scientifique a largement profité. Vous consacrez encore à la science et à l'Institut de France les forces de votre haute intelligence. Nous sommes heureux de vous en complimenter. Mais nous avons encore une dette de reconnaissance à payer envers vous. Par la bonté de votre cœur, par l'aménité de votre caractère, par votre esprit conciliant et ferme, vous avez facilité, vous avez même conduit jusqu'au terme le plus désirable une grande affaire internationale, où bien des intérêts se croisaient et pouvaient se nuire en se combattant. Vous nous avez tous ralliés autour du drapeau de la science et, en faisant le bien commun, vous nous avez charmés par votre accueil et convaincus par votre raison et votre inaltérable droiture.

« Acceptez donc, Monsieur le Président, l'hommage de notre reconnaissance et de notre profond et entier dévouement. »

Suivent les signatures des représentants de l'Espagne, de la Belgique, de l'Italie, de l'Autriche-Hongrie, de la Russie, de l'Allemagne et de la Suisse.

Les questions monétaires appelèrent l'attention de J.-B. Dumas pendant une grande partie de sa carrière. Conseil des Chambres et du Gouvernement pour ces questions depuis 1830, il fut appelé à la présidence générale de l'importante Commission des Monnaies et Médailles en 1867. Le comte d'Haussonville rappelle comme il suit un de ses triomphes oratoires à la Chambre :

« En qualité de commissaire du Gouvernement, il dut monter à la tribune de la Chambre des Députés et nous expliquer, à propos d'une loi alors en discussion, tout le mécanisme de la fabrication des monnaies. Malgré l'aridité du sujet, nous restâmes, pendant deux heures entières, comme appendus à ses lèvres. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les études et les propositions de J.-B. Dumas sont exposées dans une série de mémoires sur les monnaies de billon, d'argent et d'or, sur la fabrication et la circulation monétaire, les garanties, les essais et le frai des pièces, les relations internationales, les conventions monétaires.

Chargé fréquemment de l'inspection des établissements monétaires de province, il reçut l'importante mission d'étudier l'outillage et les procédés de fabrication à l'étranger, et visita les ateliers de Londres, de Birmingham, de Bruxelles, de Genève. Il consacra à ces visites plusieurs semaines dans le cours des années 1838 et 1839. D'autres missions eurent pour objet l'étude des balanciers et des presses monétaires en Prusse, en Bavière, en Russie et dans d'autres états.

Pendant dix années, jusqu'en 1848, il donna bénévolement son concours gratuit à la Commission des Monnaies et Médailles, qui recourait en permanence à ses lumières. Le concours de Dumas donnait à cette commission une direction scientifique, qui lui faisait défaut.

Comme président, à partir de 1867, les services qu'il rendit sont aussi importants que nombreux. Son incessant labeur, sa science approfondie en tout ce qui se rattache à la chimie, à l'industrie, aux métaux, aux machines, aux fonderies, aux monnaies, à l'économie politique, en faisaient un administrateur incomparable.

Suivant les indications qu'il donna en 1846, l'ancienne monnaie de billon en cuivre, sale et lourde, fut refondue pour entrer dans la composition d'une monnaie en bronze à peu près inaltérable. En outre, on frappa des pièces de 1 et 2 centimes, qui étaient demandées.

De grands perfectionnements furent apportés à la production des pièces de toutes valeurs, dont le poids, la forme, la composition furent d'une remarquable précision.

En outre, toute la fabrication fut concentrée à Paris, par suppression des anciens ateliers monétaires existant à Rouen, à Lyon, à La Rochelle, à Limoges, à Bordeaux, à Bayonne, à Toulouse, à Perpignan, à Nantes, à Lille, à Strasbourg et à Marseille.

Pour terminer cette revue sommaire, une citation, prise dans un de ses discours à la Société d'Encouragement en 1845 (t. 44, p. 311), montrera quelle confiance Dumas avait dans les progrès de la science et de l'industrie :

« En attendant que le fluide électrique, manié par des mains habiles, devienne un moyen de transmettre au loin et à bon marché la lumière, la chaleur et la force ; ces trois grandes nécessités de l'industrie, nous avons entre nos mains un moyen sûr d'y parvenir. »

Ce moyen est l'emploi du gaz de houille.

*
* *

Jean-Baptiste Dumas édile parisien,

par M. M. Deniau, *membre du Conseil de la Société d'Encouragement.*

Au cours du second Empire, le Paris moderne est né. Sans doute, antérieurement, la vieille cité s'était déjà transformée, mais de 1852 à 1870, le progrès a été particulièrement rapide. Dans cette œuvre remarquable, Jean-Baptiste Dumas a joué un rôle important et fécond comme président du Conseil municipal.

Je ferai un court rappel historique à propos de sa nomination à ce poste.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pendant la révolution de 1848, le Conseil municipal s'était efforcé de jouer un rôle politique. Pour éviter le renouvellement de pareil fait, Cavaignac crut bon de réserver au Gouvernement le soin de désigner les édiles. Telle fut l'origine de la Commission municipale.

Le second Empire survint. Napoléon III, qui avait de grands desseins pour Paris, jugea que l'organisation du corps municipal que lui léguait la République ne pouvait que l'aider; au surplus, cette organisation entrait bien dans le cadre d'un régime d'autorité. Il la conserva donc mais, bien entendu, la liste des édiles nommés par la République fut modifiée.

L'Empereur choisit ceux-ci avec beaucoup de soin et non pas seulement pour des considérations politiques; parmi eux, on trouve de hauts fonctionnaires comme Avril, le directeur de l'École des Ponts et Chaussées, de grands industriels comme Lebaudy, des écrivains comme Scribe, des artistes comme Delacroix et Robert-Fleury, des savants comme Flourens, Leverrier et J.-B. Dumas.

Dumas fut appelé, en 1854, par le souverain, à la vice-présidence de la Commission municipale, puis, en 1857, nommé président de l'assemblée, laquelle, dès 1855, avait repris son ancien nom de conseil. Il conserva ce poste jusqu'en 1870.

Telles furent les circonstances qui amenèrent Dumas à être, aux côtés d'Haussmann, un des principaux artisans de la transformation de Paris.

Le Président du Conseil municipal et le Préfet collaborèrent sans heurts et leurs relations, sans être intimes, furent toujours très cordiales. Dumas prit même, avec sa bienveillance habituelle, l'initiative d'une démarche auprès du souverain en vue d'autoriser la Ville à doter Mlle Haussmann aînée, démarche qui n'eut d'ailleurs aucune suite car Haussmann refusa cette libéralité.

Dumas intervint dans tous les grands problèmes qui se posèrent à cette époque; son rôle fut plus particulièrement important dans les questions d'enseignement et dans les questions techniques telles que : adduction d'eau, utilisation des eaux d'égout, éclairage et gaz.

Président du Conseil municipal, Dumas poursuivit à Paris l'œuvre qu'il avait entreprise antérieurement comme doyen de la Faculté des Sciences. Il aida Haussmann à développer l'instruction primaire et l'enseignement professionnel et il fit créer des classes de dessin dans les écoles de la Ville.

La destruction des archives municipales lors de l'incendie de l'Hôtel de Ville pendant la commune de 1871, gêne quelque peu pour écrire l'histoire de Dumas, édile technicien. Mais les témoignages qui subsistent sont encore assez nombreux pour permettre d'apprécier l'avantage qu'eut alors Paris d'avoir ce savant pour administrateur. Je citerai quelques exemples typiques.

Dumas, en 1859, rapporta devant le Conseil municipal la dérivation des eaux de la Dhuis. Actuellement, cette adduction joue un rôle peu important dans l'alimentation en eau potable de Paris, mais il faut remarquer qu'en 1859 l'affaire avait une grande importance de principe; la question se posait ainsi : fallait-il aller chercher au loin des eaux fraîches, aérées et limpides; ne suffisait-il pas de puiser et de filtrer l'eau de la Seine? Les adversaires des eaux de source étaient nombreux, car depuis des siècles, Paris avait surtout consommé l'eau du fleuve qui le traverse et beaucoup de citadins pensaient de bonne foi que leurs qualités étaient dues à cet

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

usage ancestral. Par ailleurs, les habitants des campagnes où l'on devait capter les eaux protestaient contre un assèchement possible de leurs terres.

La polémique était d'autant plus vive que les adversaires de l'Empire, qui ne pouvaient exprimer leurs opinions politiques, recherchaient toutes les occasions où la liberté de critique leur était laissée, et, comme ils avaient champ libre dans le domaine technique, ils en usaient largement.

Dumas qui, avec Haussmann, soutenait le projet établi par Belgrand, n'avait donc pas la tâche très facile ; ses collègues du Conseil municipal eux-mêmes finissaient par être influencés par la campagne menée contre les travaux envisagés.

Pour emporter un vote favorable en faveur de la Dhuis, Dumas se souvint qu'il était chimiste et eut recours à une véritable expérience de laboratoire. Il prit deux carafes remplies, l'une d'eau de Seine filtrée, l'autre, d'eau de la Dhuis, cacheta les flacons et les présenta au Conseil ; les deux eaux avaient bonne apparence. Quelques semaines plus tard, nouvelle présentation : l'eau de Seine avait fermenté (les procédés de filtration étaient fort imparfaits à cette époque) et elle était devenue trouble ; l'eau de source était restée limpide.

En même temps que l'adduction d'eau de source pour la consommation humaine, Dumas préconisait l'eau de Seine pour les usages qu'aujourd'hui nous appelons industriels. C'était là le principe du double réseau de distribution qui a été effectivement réalisé et qui rend les meilleurs services.

En 1861, le Ministre des Travaux publics posa la question de savoir « s'il serait possible et convenable de pourvoir exclusivement, au moyen de puits artésiens, à l'alimentation de tous les services publics et privés de distribution d'eau de la Ville de Paris ».

C'est encore Dumas qui rapporta à cette occasion. Son exposé est remarquable : la science et le bon sens s'y allient heureusement. Il conclut que les eaux profondes ne sont pas à dédaigner mais qu'elles ne doivent pas faire exclure les autres ressources.

Il est curieux de constater qu'à trois quarts de siècle d'intervalle, les polémiques jadis ouvertes ne sont pas encore éteintes. Aujourd'hui encore, on discute sur l'intérêt de l'adduction des eaux de source et sur les ressources possibles en eaux artésiennes, et, somme toute, les arguments opposés ne se sont guère modifiés. Évidemment, nul n'oserait plus prôner l'emploi de l'eau de Seine mal filtrée, car la bactériologie est née ; mais on sait aujourd'hui filtrer et stériliser les eaux de rivière. Aux polémistes actuels, on pourrait encore opposer les rapports de Dumas, qui n'ont vraiment pas vieilli.

Dumas intervint également à propos des égouts. Distribuer de l'eau pure aux Parisiens n'était pas suffisant ; il fallait aussi évacuer les eaux usées et leur enlever leur nocivité. Sous l'administration de Dumas, on a construit 400 km d'égouts, mais la Seine est restée le grand collecteur. L'inconvénient de cette situation ne pouvait échapper à la clairvoyance du grand savant, lequel, agronome et économiste, souffrait aussi de voir gaspiller ce qui pouvait être un engrais précieux ; avec Haussmann, et contre l'avis de Belgrand, il rechercha l'utilisation agricole des eaux d'égout. Dans l'état de la technique d'alors, c'était certainement la meilleure solution.

La sûreté et la commodité de la circulation nocturne, la morale publique exigeaient que Paris fût bien éclairé. Dumas, en l'occurrence, ne fut pas qu'un adminis-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

trateur : il intervint aussi comme excellent technicien; il serait qualifié aujourd'hui d'ingénieur-éclairagiste. Il perfectionna les becs de gaz qu'on utilisait alors et, pour une même consommation, tripla leur pouvoir éclairant; ce résultat remarquable ne fut pas apprécié comme on eût pu le supposer. Dumas vit seulement venir une délégation de commerçants de la rue Saint-Honoré qui apportaient de vives doléances : leur rue était trop bien éclairée et leurs étalages n'étaient plus en valeur, et tout cela était attribué au fait que la Compagnie du Gaz leur fournissait un produit de mauvaise qualité, réservant la bonne qualité à la Ville.

Le nom de Dumas est particulièrement attaché à la question du gaz. Il intervint, côté Ville de Paris, dans les pourparlers qui aboutirent à une convention avec la Compagnie parisienne du Gaz, laquelle s'était formée en 1856 par la fusion de six anciennes sociétés. C'est en particulier d'après ses directives que la partie technique du cahier des charges fut rédigée.

Au point de vue financier, le résultat fut le suivant : réduction du prix du mètre cube de gaz pour les particuliers de 0,50 fr et 0,40 fr à 0,30 fr (c'étaient des francs-or); redevance importante à la Ville, et qui suffit à payer l'éclairage public.

Dumas ne réussit pas toujours à faire prévaloir ses idées; et avec le recul de 70 ans, on peut juger que ce fut parfois regrettable. Napoléon III, qui oubliait trop souvent les possibilités de réalisation d'idées généreuses, avait demandé à la capitale de renoncer à enterrer, les uns sur les autres, comme c'était alors l'usage, les corps des pauvres dans une fosse commune; il voulait que les inégalités de condition de la vie cessassent avec la mort. Mais, pour satisfaire à ce désir de l'Empereur, il fallait accroître dans des proportions considérables la superficie des cimetières et, à Paris, la place était fort limitée. Haussmann et Dumas proposèrent de créer une grande nécropole à Méry-sur-Oise, qui était alors en pleine campagne; des trains funéraires devaient y conduire les défunts et faciliter les pèlerinages auprès des sépultures, usage auquel les Français sont particulièrement attachés. Cette conception si juste ne fut pas acceptée et Paris et sa banlieue immédiate s'encombrèrent de cimetières. Ce n'est que tout récemment que l'on a accepté d'éloigner jusqu'à Thiais le champ de repos des Parisiens.

Maintenant que le temps a apaisé les passions, on apprécie plus justement l'œuvre accomplie à Paris sous le second Empire : substitution de larges voies droites à des ruelles tortueuses; distribution abondante d'eau et de gaz; assainissement de la Ville; éclairage perfectionné; construction de monuments bien dégagés; établissement de parcs et de jardins.

A cette œuvre, Dumas a beaucoup contribué avec son activité inlassable et son intelligence qui savait à la fois concevoir et réaliser. Tous les Parisiens doivent lui en demeurer reconnaissants.

*
* *

Jean-Baptiste Dumas protecteur des apprentis,

par M. M. LACOIN, *membre du Conseil de la Société d'Encouragement.*

Le 17 mars 1867, dans la salle des séances de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, alors 44 rue Bonaparte, la Société de Protection des Apprentis tenait sa séance d'inauguration, sous la présidence de son fondateur,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

J.-B. Dumas, membre du Conseil de la Société d'Encouragement depuis 38 ans, et président en exercice.

C'était bien une séance d'inauguration. Inauguration d'une œuvre née depuis deux ans à peine et qui dépassait déjà toutes les espérances de ses fondateurs.

La première partie du XIX^e^ siècle avait vu le triomphe de l'industrie et le commencement de ses méfaits. Artisan de l'un, J.-B. Dumas avait constaté les autres et il avait entrepris de les combattre.

Dès 1864, au Sénat, il avait réclamé sans succès le rétablissement de l'Inspection générale des Arts et Manufactures (3 à 4 fonctionnaires) pour obtenir l'application effective de la loi de 1841 sur le travail des enfants et pour réprimer les abus criants qui s'étaient introduits dans les ateliers depuis la suppression des corporations. Quelques mois après, il prenait sa revanche, en faisant inscrire dans le budget du Département de la Seine, dont il était conseiller général, le traitement de deux inspecteurs du travail.

Fallait-il s'arrêter là? J.-B. Dumas ne le pensait pas. Laissons-le parler :

« Il ne suffit pas d'interdire ce qui est défendu. Les lois laissent à la famille et aux mœurs publiques à s'occuper de l'enfant, en dehors des heures de travail; à veiller à son instruction, à son éducation morale, à l'accomplissement de ses devoirs religieux.

« Il sera toujours profitable de mettre les bons exemples en évidence et d'exciter de la sorte une émulation contagieuse.

« Ainsi proclamées, les pratiques les meilleures se propageront : l'esprit de charité se réveillera de proche en proche; les enfants délaissés deviendront une exception; leur aspect importunera; la conscience en sera troublée et fera entendre sa voix. On sera conduit par force à s'occuper d'eux et à les élever vers un niveau qui, à chaque comparaison nouvelle, tendra de lui-même à monter peu à peu.

« Oui, il faut ouvrir aux enfants qui débutent dans la carrière de l'industrie des voies qui préservent leurs jeunes âmes de la chute; il faut leur apprendre à considérer le travail comme la loi de l'homme, à respecter le devoir et à trouver en soi la règle de l'honneur, l'amour de la famille et de la patrie, la crainte de Dieu; trois forces nécessaires pour traverser la vie. »

Pour atteindre ce but, J.-B. Dumas groupait autour de lui, en 1865, une pléiade d'hommes éminents ou notables et de bonne volonté, et partageait entre eux une enquête sur la situation des apprentis. La Société de Protection était ainsi fondée.

Au 1^er^ mars 1867, elle comptait déjà 50 membres perpétuels et 560 membres annuels. Les Pouvoirs publics lui accordaient leur appui. La Société d'Encouragement lui donnait l'hospitalité.

A son assemblée générale du 17 mars 1867, elle pouvait apporter les résultats de sa première enquête et se tracer un programme de travail qui persiste encore aujourd'hui.

Enfin, le 27 octobre 1867, après la clôture de l'Exposition universelle et dans ses locaux, la Société de Protection des Apprentis tenait une séance solennelle présidée par l'Impératrice et le Prince impérial et, devant un auditoire de 22.000 personnes, elle procédait à sa première distribution de récompenses. Manufactures ayant créé des organisations d'apprentissage; patrons s'étant particulièrement intéressés à leurs apprentis ou au respect du contrat d'apprentissage; enfin, institutions privées venues au secours des entreprises en matière d'apprentissage, étaient également récompensés.

Deux ans avaient suffi à préparer cette apothéose.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Je m'arrêterais ici s'il ne me paraissait utile de vous exposer, par quelques citations, dans quel esprit et sur quels fondements J.-B. Dumas avait bâti son œuvre. Ce sera à la fois un hommage à notre grand ancêtre, et une précieuse leçon pour nous.

Pour J.-B. Dumas, l'industrie, dont l'Exposition de 1867 avait marqué le triomphe, risquait de compromettre l'avenir de la race, si on ne portait remède à ses abus sociaux. Écoutez-le parler :

« L'Exposition de 1867 a rappelé que les nations qui nous ont précédés dans les voies de l'industrie nous montrent des villes où l'enfant, voué de bonne heure au travail salarié, confiné dans les ateliers dont l'air se renouvelle mal, s'y transforme pour la vie en machine inintelligente et chétive.

« Faudrait-il encourager, à notre tour, le déploiement du travail manufacturier, si son progrès devait conduire au dépérissement de la population ouvrière? Consentirions-nous à payer les productions d'une main-d'œuvre raffinée au prix de l'abaissement physique et moral des générations futures?

« Non! En France, l'ouvrier des fabriques n'est ni un esclave, ni une machine sacrifiée, c'est un citoyen....

« L'enfance de l'ouvrier des campagnes connaît cette alternance de la fatigue au grand jour et des calmes de la nuit; cette action tonique de la lumière et de l'air; ces épreuves des chaleurs de l'été et des froids de l'hiver, qui retrempent sans cesse la fibre d'une jeune créature en voie de développement.

« Au contraire, pour l'ouvrier de l'industrie élevée à sa dernière puissance, les jours ne différeraient pas; il n'y aurait ni nuits, ni saisons; la machine à vapeur infatigable mettrait sous sa surveillance, pendant toute l'année, dans un atelier tempéré, des métiers qu'elle animerait sans cesse et que le gaz éclairerait toujours. Vie factice qui bientôt lasserait le corps et l'âme.

« La lutte n'oblige-t-elle pas cependant l'industrie française à réduire ses prix, à augmenter sa production, à accroître son personnel et ne voyons-nous pas s'étendre chaque jour le nombre des enfants employés dans les manufactures des villes ou des campagnes?

« Ne les confondons pas, toutefois, dans nos sollicitudes; car leur sort est bien différent. On le sait, quand on a observé de près les touchantes dispositions prises par nos grandes compagnies extra-urbaines, Saint-Gobain, Baccarat, Wesserling, Le Creusot, Maubeuge, Anzin, La Grand'Combe, Bessèges, que je cite comme les plus anciennes ou les plus récentes : elles servent d'exemple.

« En ville, tout est semblable en apparence. Mais la compagnie industrielle extra-urbaine n'est pas obligée, comme la commune, d'opérer sous forme abstraite. Pour elle, l'enfant qu'elle élève a un passé, un avenir, un nom. En lui se concentrent des sentiments reconnaissants, des espérances, des souvenirs. Il représente les anciens services rendus par ses parents, les services qu'il rendra à son tour et le nom de sa famille fait corps avec celui du village et rappelle le clocher.

« Au contraire, dans les industries agglomérées des villes, sous une surveillance irresponsable et banale, l'enfant, qui n'est plus qu'un chiffre, peut se trouver délaissé. Le temps alors s'écoule à l'école sans qu'il en devienne plus instruit, à l'atelier sans qu'il en soit plus habile, dans la famille sans qu'il se montre meilleur, au point de vue des mœurs et de la religion. C'est dans ces conditions regrettables qu'on entend sans cesse répéter avec découragement : la société s'en va; les pères valaient mieux que leurs enfants!

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Le progrès matériel nous emporte dans des voies où il n'est pas facile de l'arrêter; il serait même imprudent de le tenter. Soit! mais n'est-ce pas à la société à se montrer assez forte, assez virile, assez charitable, tout en laissant au progrès matériel sa route libre dans l'espace, pour sauver de la double dégradation des corps et des âmes les générations qui en sont les instruments? »

J.-B. Dumas avait donc prévu nos difficultés actuelles. Il allait plus loin et délimitait ainsi le rôle respectif de l'État et de l'initiative privée dans la lutte nécessaire.

« L'esprit de charité seul, libre d'étendre son action ou de la restreindre, ne se laisse ni engager par les précédents, ni contraindre par les liens étroits indispensables à tout service administratif. Au milieu de circonstances changeantes, il peut se mouvoir avec souplesse à travers les cadres trop inflexibles du règlement ou de la loi, et, suppléant à leur impuissance, il se porte où le besoin l'appelle et remplit le vide qu'ils ont laissé.

« L'initiative privée, sans l'appui de la loi, serait insuffisante. La loi, si le concours des citoyens continuait à lui manquer, flotterait dans le vide, au milieu de ces détails infinis et divers où les contraventions demeurent inaperçues et insaisissables. C'est parce que les deux rapports publiés par l'Administration ont éclairé vos consciences que vous vous êtes trouvés spontanément d'accord, prêts à vous entendre et à vous réunir pour seconder l'action tutélaire de la loi. »

Qu'ajouterais-je aux paroles de J.-B. Dumas?

Depuis 1867, l'évolution tracée par Dumas s'est précipitée. Les craintes qu'il exprimait pour l'enfance ouvrière doivent s'étendre actuellement à toute la jeunesse et même à l'élite. Concurrence déchaînée, esprit de lucre généralisé, effondrement d'une morale privée de ses bases, menacent notre civilisation. Il faut, plus que jamais, protéger la jeunesse et l'élite.

La formation technique de l'apprenti, l'hygiène de l'atelier sont en progrès net; mais les œuvres éducatrices sont encore plus insuffisantes qu'il y a 67 ans. L'usine ne sera éducatrice que le jour où les contremaîtres auront compris leur mission sociale. Y préparer une élite ouvrière, telle est la première tâche.

Enfin, l'agriculture elle-même est menacée au moment même où le retour de l'industrie vers la terre, pressenti par J.-B. Dumas, va s'imposer. La jeunesse agricole est peu encouragée lorsqu'elle recherche une formation professionnelle sérieuse. L'aide aux œuvres qui s'occupent de la jeunesse agricole est la tâche de demain pour la Société de Protection des Apprentis. Elle sera l'épanouissement normal de la voie que son fondateur, J.-B. Dumas, lui avait tracée.

*
* *

Allocution de M. A. Alby,

président de la Société d'Encouragement.

Deux de nos anciens présidents, un de nos secrétaires généraux et deux membres distingués de notre Conseil viennent de faire revivre devant vous l'éminente personnalité de Jean-Baptiste Dumas, l'un des plus illustres de nos présidents, et l'œuvre immense qu'il a accomplie dans les quartiers les plus divers de l'industrie

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du pays; et ici même, la Société chimique de France a glorifié son œuvre de savant : ces magnifiques études seront publiées dans notre *Bulletin* avec tous les développements que les orateurs ont été obligés de passer sous silence en raison du temps limité qui leur était accordé aujourd'hui.

Le sujet est en effet d'une importance exceptionnelle.

Quelque part dans le livre des pensées, Pascal partage l'activité de l'homme en trois domaines : le domaine de la matière; au-dessus, le domaine de l'esprit; beaucoup plus haut, le domaine du cœur ou de la charité.

« Tous les corps, dit-il, le firmament, les étoiles, la terre et les royaumes ne « valent pas le moindre des esprits, car il connaît tout cela et soi-même, et le corps « rien. Et tous les corps et tous les esprits ensemble, et toutes leurs productions ne « valent pas le moindre mouvement de charité car elle est d'un ordre infiniment plus « élevé. »

Grand animateur dans le champ des applications des sciences à l'industrie, J.-B. Dumas a été un prince dans le domaine des intérêts matériels; par ses travaux de science pure, il s'est également révélé comme un prince dans le domaine de l'esprit.

Mais il a été aussi un prince dans le domaine du cœur car son regard a toujours été penché sur la souffrance humaine; il a su la discerner partout et ses efforts ont toujours tendu à la soulager [1].

Il est de la grande lignée des savants français dont la pensée et l'action n'ont jamais été séparées de l'idée supérieure du bien à réaliser et qui sont l'honneur de notre nation en même temps que des bienfaiteurs de l'humanité.

Voilà la raison profonde de l'hommage que nous rendons de tout cœur aujourd'hui à la mémoire de J.-B. Dumas.

Maintenant, Messieurs, quel enseignement devons-nous tirer de ce grand exemple pour l'avenir?

M. le président Baclé nous rappelait tout à l'heure un souvenir du début de la carrière de Dumas : il le montrait courant écouter une conférence d'Ampère à l'Université de Genève en 1826, sur l'action des courants électriques sur les aimants et les courants, rapportant l'émotion intense de l'auditoire et pressentant les immenses conséquences des découvertes mises sous ses yeux.

Où en était-on en 1884, à la fin de la longue carrière de Dumas?

On avait surtout tiré parti des grandes découvertes d'Ampère et de Faraday pour les communications télégraphiques, pour l'éclairage des phares, pour la galvanoplastie. L'accumulateur électrique avait été inventé en 1860 par Gaston Planté, mais il n'avait guère reçu d'applications industrielles. Graham Bell venait seulement d'inventer le téléphone, en 1876. L'Amérique, en 1880, commençait à l'exploiter, la France en 1885.

(1) Comme l'a dit M. Baclé dans son exposé (voir p. 599), J.-B. Dumas avait créé ou provoqué la création de nombreuses fondations de la Société d'Encouragement, mais aucune ne portait son nom. La Société a pensé qu'il convenait d'en créer une qui rappelât d'une façon durable la sollicitude qu'il témoignait aux serviteurs modestes de l'industrie. En 1897, sur l'initiative de M. Aimé Girard, elle institua la *Médaille Dumas*. C'est une récompense purement honorifique, qui est décernée « aux 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. »

Presque tous les ans la Société d'Encouragement décerne au moins une médaille Dumas, quelquefois deux et même trois; et, très souvent, le lauréat a débuté comme apprenti dans l'établissement dont il est devenu le chef. (N. D. L. R.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Edison réalisait en 1880 la lampe à incandescence dont les premières étaient fabriquées en France en 1882.

La production industrielle du courant électrique au moyen des machines rotatives de Gramme sortait à peine de la période des essais à l'Exposition d'Électricité de 1881. Les célèbres expériences de transport à distance de l'énergie électrique se sont déroulées de 1883 à 1887. C'est en 1882 que Gaulard a réalisé le transformateur.

Il n'était pas encore question des communications par ondes : la T. S. F. était encore à naître. En 1890, Branly découvrait son cohéreur et c'est en 1901-1902 que Marconi réussissait à transmettre des signaux d'un bord à l'autre de l'Atlantique.

A la fin de sa longue carrière, Dumas n'avait donc assisté qu'au début des réalisations qu'il avait pressenties et qui ont, avec une rapidité vraiment torrentielle, révolutionné depuis notre vie sociale.

Il en était de même d'ailleurs dans beaucoup d'autres champs d'application de la science.

Les expériences des frères Renard sur la direction des ballons datent de 1885. C'est seulement en 1900 que les frères Wright parvinrent à voler dans les airs, en 1905 qu'ils firent leurs essais en France. La traversée de la Manche par M. Blériot date de 1909.

La traction mécanique sur route, inventée par Cugnot en 1771, n'a pris quelque développement qu'après 1900. A l'époque de la mort de Dumas, le moteur à explosion marchant au gaz était une nouveauté et ne s'appliquait que pour de petites unités.

Le phonographe et le cinématographe, alors de simples curiosités de laboratoires, sont passés dans le domaine industriel, le phonographe en 1889, avec Edison, le cinématographe en 1894, avec les frères Lumière.

Parlant au Congrès des Électriciens de 1913 des débuts de l'industrie du transport de l'énergie électrique, qui est peut-être le plus puissant moyen d'asservissement de la nature que l'homme ait encore trouvé, Maurice Leblanc remarquait que la mise au point d'un système industriel de cette envergure ne pouvait être l'œuvre que d'une collectivité : des pionniers ont débroussaillé le terrain; toute une armée de travailleurs a passé derrière eux et c'est grâce à ce travail commun et à la diffusion immédiate des résultats obtenus par la presse scientifique que les progrès dans les applications ont pu se succéder aussi rapidement.

A cette marche accélérée du progrès industriel a correspondu l'éclosion, dans un grand nombre de branches de l'industrie, de groupements spécialisés tels que le Comité des Houillères, le Comité des Forges; tels la Société française des Électriciens, avec son école et son laboratoire, la Société de Chimie industrielle, l'Association des Ingénieurs de l'Automobile, et j'en oublie, groupements dotés souvent d'importantes ressources, surtout lorsque le côté commercial est envisagé en même temps que le côté purement technique de l'industrie.

Des sociétés industrielles locales se sont également constituées et développées dans de nombreux centres industriels particulièrement actifs.

Ces développements, entrevus et même désirés par Dumas, laissent-ils à notre vieille Société un terrain d'action? L'industrie a-t-elle encore besoin d'encouragement?

Certains esprits et non des moindres trouvent que le progrès technique va trop vite, qu'il est producteur de chômage et qu'il est la cause du grand désordre social

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

au milieu duquel nous nous débattons : M. le président Grüner nous l'a démontrée ici même, preuves en mains, avec toute l'ardeur de son patriotisme.

Nous ne devons pas oublier que la grande guerre a été voulue pour assurer la prééminence économique d'une nation qui commençait à souffrir de l'exagération de son outillage industriel.

Eh bien Messieurs, c'est ici que le rôle de notre Société apparaît comme particulièrement utile pour redresser les erreurs que les passions de la politique ont trop tendance à propager, pour affirmer la nécessité de ne pas laisser entraver la marche du progrès technique; pour rappeler que les chefs éclairés de l'industrie nationale ont été aussi les promoteurs des grands progrès sociaux, qu'ils sont toujours les plus aptes à discerner et à préparer les voies d'un meilleur avenir.

L'autorité que lui donnent son indépendance, le recrutement de ses membres, son souci de faire collaborer les serviteurs de l'État avec les représentants autorisés de l'industrie, et d'accueillir les suggestions des plus modestes travailleurs, lui permettent de se faire écouter des Pouvoirs publics.

La réduction inéluctable de la main-d'œuvre dans les industries de production pose partout, ailleurs comme chez nous, le problème du maintien et du retour de l'ouvrier à la terre ainsi que celui de l'amélioration des conditions de la vie rurale et de l'habitation ouvrière.

L'organisation rationnelle de la distribution des produits pose partout le problème de leur conservation, de leur transport, de leur échange.

Ces problèmes sont universels; leur solution relève d'études poursuivies avec l'esprit scientifique et sans passion.

Dumas l'avait toujours ainsi compris. Entendons sa voix, suivons son exemple et ne cessons pas de porter nos regards sur les conséquences sociales du progrès technique pour le faire servir à l'amélioration de la vie de tous les travailleurs.

La séance est levée à 18 h. 30 m.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LE ROLE DE JEAN-BAPTISTE DUMAS DANS L'HISTOIRE DES THÉORIES ATOMIQUES ET MOLÉCULAIRES

par le professeur M. G. URBAIN, *membre de l'Académie des Sciences.*

Dans son assemblée annuelle, tenue le 8 mai 1934 et présidée par M. DARMOIS, vice-président, la Société chimique de France a commémoré le cinquantenaire de la mort du créateur de la chimie organique, Jean-Baptiste DUMAS, et de celui qui lui a donné toute son ampleur, Charles-Adolphe WURTZ, le plus illustre, après Pasteur, des élèves de Dumas. Dans sa séance du 27 octobre 1934, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale s'est limitée à ne montrer que quelques aspects de la grande figure de Dumas, ceux du technicien, du créateur de richesses, de l'animateur, de l'organisateur et de l'administrateur avisé et habile, du philanthrope. On trouvera ci-avant, dans le présent numéro, le compte rendu de cette séance et le texte *in extenso* des discours qui y ont été prononcés. C'est à dessein que la Société d'Encouragement n'a pas montré Dumas sous l'aspect du chimiste, du savant, du précurseur clairvoyant, aux conceptions géniales et hardies, puisque la Société chimique de France avait déjà montré Dumas sous cet aspect. Pour que le portrait de Jean-Baptiste Dumas fût complet, il convenait de reproduire ici le discours magistral que M. G. URBAIN, membre de l'Institut, ancien président de la Société chimique, a prononcé en s'attachant surtout à montrer le rôle primordial joué par Dumas dans l'évolution des théories chimiques et des méthodes de recherches. Ce rôle a été perdu de vue par les dernières générations de chimistes et il fallait leur rappeler tout ce que la science chimique et eux-mêmes doivent à Dumas.

Dans ce qui suit, nous ne reproduisons que les parties de la conférence de M. Urbain relatives à Dumas. On trouvera le texte *in extenso* de cette conférence, donc la partie qui concerne Wurtz, dans le *Bulletin de la Société chimique de France* d'octobre 1934. Nous remercions vivement cette Société et M. Urbain de nous avoir autorisés à cette reproduction.

(N. D. L. R.)

M. LE PRÉSIDENT, MES CHERS COLLÈGUES, MESDAMES, MESSIEURS,

Dans le perpétuel devenir qu'est la science des hommes, il est des moments décisifs où l'évolution des idées prend une allure révolutionnaire. Ils apparaissent lorsque certaines formes de la pensée, devenues exagérément traditionnelles, sont menacées de perdre leur vertu créatrice. Il y a toujours, alors, des novateurs hardis qui, au détriment des normes admises et au bénéfice de l'avenir, proposent de nouveaux principes et de nouvelles synthèses.

La chimie a connu en France, il y a un siècle, un pareil moment et de pareils hommes. Le moment fut celui où le dualisme électro-chimique de Berzélius vit fléchir sa fécondité première. Les hommes furent ceux auxquels la science chimique est redevable de la renaissance de l'atomisme, dont les lois stœchiométriques fondamentales, telles que les avaient conçues Dalton, et l'aphorisme d'Avogadro, sauvé d'un demi-siècle de sommeil, sont désormais les bases vivantes et éternelles.

Parmi ces hommes, Jean-Baptiste Dumas et son élève, Charles-Adolphe Wurtz, sont des plus grands. Ils ont aidé puissamment, et de manières très différentes, à édifier la géniale synthèse qui devait illustrer les noms de Laurent, de Gerhardt et de Kékulé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'un sapa d'un seul coup le vieil édifice berzélien, et ce maître coup de pioche s'appelle la *théorie des substitutions*. L'autre donna sa somptueuse et définitive ordonnance au monument que Dumas, Laurent, Gerhardt et Kékulé ont construit sur les ruines de l'ancien, et ce nouvel édifice, qui reçut le nom de *théorie atomique*, domine encore la science d'aujourd'hui.

Dumas et Wurtz furent les lumières d'une époque héroïque de notre science; et ces lumières se sont éteintes il y a juste cinquante ans. La Société chimique de France se devait, en ce jour, de célébrer leur mémoire et de rappeler l'immense portée de leurs travaux.

Très fier d'être son interprète en de telles circonstances, et pour un tel objet, je regrette seulement de manquer du temps et du talent qui seraient nécessaires pour donner leur plein relief à ces gigantesques figures; et de me voir obligé d'en tracer, dans un cadre limité, un simple raccourci, au risque d'en fausser les perspectives, et d'en négliger de splendides aspects.

Alors que les esprits les plus audacieux de l'époque de Gerhardt renonçaient avec lui au positivisme étroit des anciens équivalents, et au rationalisme risqué d'une électrochimie balbutiante, la philosophie scientifique nouvelle exigeait une tribune, voire un champ clos, où, partisans et adversaires devaient se mesurer, à coups d'arguments, jusqu'à complète victoire.

C'est à cette fin glorieuse que notre Société chimique, qui trouva son berceau dans les réunions de quelques élèves de Wurtz, fut créée par Wurtz lui-même et quelques-uns de ses collègues [1] dont son maître Dumas. Les atomes doivent à la Société chimique leur renaissance définitive; et c'est aux atomes qu'elle doit la vie et ses titres de noblesse dans l'histoire des sciences.

Voilà pourquoi l'éloge de Dumas et de Wurtz, que le Conseil de la Société chimique m'a demandé de faire, ressortira surtout au rôle qu'ont joué ces deux illustres maîtres dans les théories atomiques et moléculaires. Et je puis d'autant mieux me résoudre à être incomplet en ce qui concerne Dumas, dont l'œuvre dépasse de beaucoup ce cadre, que cette œuvre sera magnifiée en sa totalité dans d'autres enceintes, et par de très éminents conférenciers.

Dumas était originaire du Gard, Alès; et Wurtz du Bas-Rhin, Strasbourg. Nés à deux extrémités de la France, ils différaient autant que leurs provinces les avaient marqués de vertus et de caractères distincts. Mais leur grande patrie devait leur assurer des qualités communes, entre autres cette clarté que les étrangers veulent bien reconnaître comme l'une des caractéristiques de l'esprit français et ce goût des constructions logiques et élégamment ordonnées qui leur venait tant de leur hérédité que de leur culture latine. Leurs relations de maître à élève devaient enfin réaliser entre eux cette intime union de pensées qui permet de reconnaître les membres d'une même famille scientifique.

De nombreuses bonnes fées s'étaient sans doute penchées autour de leurs berceaux. Elles n'avaient pas manqué de poser d'excellent miel sur leurs lèvres, car ils furent tous deux supérieurement éloquents. Elles les dotèrent encore d'esprit géométrique, qui est celui de la rigueur, d'esprit de finesse, qui, indéfinissable et tempérant le premier, est aussi rare que précieux; d'une extraordinaire puissance de

(1) Balard, H. Sainte-Claire Deville, Thenard, Pasteur, Cahours, Berthelot, etc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

travail; d'une habileté expérimentale exceptionnelle, et, enfin, d'une santé robuste. Comment, avec de tels dons, et après avoir orienté leur juvénile activité vers les sciences, ne seraient-ils pas devenus des savants prestigieux?

Vivant, d'autre part, à l'époque brillante du romantisme, ils ne pouvaient échapper à son emprise. Dumas fut le Victor Hugo de la chimie et Wurtz son Sainte-Beuve.

Parce que le soleil du Midi avait fait circuler un sang impétueux dans les veines de Dumas, les pensées jaillissaient de son cerveau, en constant éveil, pressées, puissantes, originales, hardies.

Il en avait de personnelles sur toutes choses qu'il avait lues ou observées, et relativement à tous les domaines. Aussi fut-il un inventeur fécond dans les directions les plus variées. Il fut surtout un novateur d'une intuition prodigieuse, car, dans les vues les plus audacieuses de la science qui l'a suivi, on retrouve le développement d'idées dont il avait semé le germe.

Rappellerai-je que ses essais de *classification des métalloïdes et des métaux* se réclamaient de relations entre les poids atomiques, relations qu'il avait découvertes, mais que la science de son temps ne lui permettait pas de généraliser? Ces mêmes relations paraissent aujourd'hui tributaires de la célèbre classification de Mendéléief, et la science actuelle des constituants de l'atome a tout récemment établi leur nécessité.

Les spécialistes de la chimie sub-atomique n'ont pas encore pensé à considérer Dumas comme l'un de leurs précurseurs. J'espère qu'ils me sauront gré de leur signaler cet oubli.

Je m'accuse de n'avoir pas rendu moi-même une suffisante justice aux idées de Dumas, dans un article paru il y a 25 ans dans la *Revue scientifique* [2] où j'exposais les idées de ce maître à propos de l'hypothèse de Prout. Je m'étais borné à constater qu'elles n'avaient rien perdu de leur originalité, que les lois proposées par Dumas trouvaient quelque appui dans les phénomènes de la radio-activité et qu'il était possible que leur caractère approximatif fût corrigé quelque jour aux lumières croissantes de la sciences des électrons.

Depuis que, sous les noms de *proton* et de *neutron*, l'atome d'hydrogène est devenu, comme le voulait Prout, un constituant universel de la matière, les idées de Dumas apparaissent parées d'un éclat nouveau et prophétique.

J.-B. Dumas considérait les éléments des familles qu'il avait discernées comme les termes homologues de séries comparables à celles de la chimie organique dont il a, le premier, établi l'existence, car c'est lui qui a introduit dans notre science la notion capitale d'*homologie*.

Ainsi, les éléments sont, à ses yeux, des composés sériables à la manière des carbures, des alcools, des acides, des nitriles, etc. Or, les carbures aliphatiques, par exemple, forment une progression arithmétique dont la raison est $CH^2 = 14$.

Son premier terme étant a, et d, sa raison, toute série de ce genre est représentable par $a + nd$. C'est par des relations de cette forme que Dumas représente ses familles d'éléments.

L'hypothèse de Prout — convenablement modifiée — puisait là une force nouvelle, en dépit de Berthelot qui opposa à ces considérations des arguments d'ordre

(2) *Revue Scientifique* du 6 novembre 1909 (47e année).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

thermochimique qui n'ont plus de valeur depuis que P. Curie a mesuré la chaleur de désintégration du radium, et qu'Einstein a établi l'équivalence de la masse et de l'énergie.

Les idées de Dumas évoquent irrésistiblement à nos esprits modernes celles de Curie, de Rutherford, d'Aston, et des émules de ces grands inventeurs de notre temps.

Dumas ne remarque-t-il pas que les poids atomiques d'un grand nombre d'éléments diffèrent entre eux de 4 unités, ou d'un multiple de 4, masse relative de la particule α? Le privilège du poids atomique de l'hélium apparaît dans les relations suivantes qu'a signalées le maître :

Li = 7		Te = 128 = 16 + 7 × 16
Na = 23 = 7 + 1 × 16		Mg = 24
K = 39 = 7 + 2 × 16		Ca = 40 = 24 + 1 × 16
O = 16		Sr = 88 = 24 + 4 × 16
Se = 80 = 16 + 4 × 16		Ba = 136 = 24 + 7 × 16

Les nombres ont un peu changé depuis, mais nous savons qu'en de telles questions, la précision ne saurait jouer qu'un rôle secondaire. C'est là ce que Stas, trop épris de rigueur, ne pouvait savoir lorsqu'il entreprit de discréditer l'hypothèse de Prout, dans des recherches postérieures à celles qu'il fit de concert avec Dumas.

Si l'œuvre de Dumas est riche d'idées, elle ne l'est pas moins d'expériences personnelles. Les unes et les autres s'y apparient constamment; tantôt, le fait justifie l'idée, tantôt l'idée jaillit du fait.

Une juste intuition lui suggère qu'il y a quelque chose de fondé dans l'hypothèse de Prout; et c'est à ce sujet qu'il ouvre l'ère de la *détermination précise des poids atomiques*. Il est ainsi le chef de toute une lignée de savants chimistes et physiciens, où émergent J.-S. Stas, Richards, qui se sont limités aux mesures proprement chimiques; Leduc, Ph.-A. Guye, spécialisés dans les mesures de densités gazeuses, car Dumas est l'inventeur de ces deux grandes méthodes dont on a fait un constant, exclusif et heureux usage durant un siècle.

Il est, en effet, le premier qui, systématiquement, ait déduit les poids moléculaires des densités gazeuses. A l'époque de sa jeunesse, il avait été l'un des rares chimistes qui comprirent les avantages et la portée de l'hypothèse d'Avogadro, délaissée par la masse de ses contemporains. Et c'est parce qu'il avait apprécié à sa juste valeur ce célèbre aphorisme, qu'il a inventé sa méthode classique de *détermination des densités de vapeur*. Il l'utilisera pour déterminer des poids moléculaires avant Gerhardt, et des poids atomiques avant Canizzaro.

La partie précédente de l'œuvre, considérable, et remarquablement originale, de Dumas a été, bien que capitale, singulièrement négligée des biographes et des historiens qui, spécialisés pour la plupart dans la chimie organique, ont insisté surtout sur certains de ses travaux qui relèvent de cette discipline.

C'est précisément, comme je vais m'efforcer de l'établir, parce que Dumas a orienté, à la lumière de nouveaux principes, cette discipline, dans des voies alors inconnues, qu'il a été conduit à déterminer les poids atomiques avec rigueur, et, par contre-coup, à s'intéresser à l'hypothèse de Prout.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour apprécier à son exceptionnelle valeur l'œuvre de Dumas, il faut se rendre exactement compte de l'état de ce qu'on appelait, à cette époque, la chimie organique, laquelle n'était guère qu'une chimie biologique encore très primitive. Le problème de cette science était presque exclusivement de séparer les uns des autres les composants des substances biologiques brutes. Les caractères de pureté étant inconnus, les termes des analyses immédiates étaient rarement des espèces chimiques, définissables avec correction. D'ailleurs, peu ou pas d'espèces relativement simples.

Mais rien n'était plus grave que l'absence de bonnes méthodes analytiques quantitatives.

Une pareille lacune devait apparaître avec évidence à un J.-B. Dumas. Il décide de la combler. Le carbone se dosait alors en volumes d'acide carbonique, et cette méthode était hérissée d'erreurs. Dumas transforme ce dosage volumétrique en dosage pondéral. Méthode précise et demeurée classique. Aidé de son élève, Jean Servais Stas, il met cette précision à profit pour fixer le poids atomique du carbone dont la valeur admise était alors 12,24. Entre les mains de ces habiles expérimentateurs, elle tombe brusquement à 12,00; et elle est si exacte qu'elle n'a pas été changée depuis.

Une précision de l'ordre du 1/50 ne permettait certainement pas d'établir avec certitude la formule d'un composé quelque peu compliqué. Dumas et Stas, en fixant exactement le poids atomique du carbone, ont largement contribué, de façon pratique, à favoriser l'essor de la chimie organique nouvelle.

Mais il ne suffisait pas de connaître le poids atomique du carbone. Celui de l'oxygène exigeait des déterminations non moins précises qu'exécutèrent Dumas et son élève Boussingault. Je fais allusion à cette admirable *synthèse de l'eau*, présente dans toutes les mémoires, et qui a été, depuis, reproduite tant de fois avec un luxe inouï de précautions nouvelles, sans que les résultats quantitatifs, obtenus par nos inventeurs, aient été modifiés sensiblement.

Dumas ne pouvait s'arrêter en si beau chemin. Délaissant provisoirement la chimie organique au profit de la chimie générale, il fait 200 mesures de précision pour déterminer les poids anatomiques de 30 éléments, la moitié du nombre des éléments alors connus. Effort immense. Un travail comparable suffira plus tard à assurer la renommée de ceux qui s'engageront après lui dans cette voie difficile.

Mais de telles recherches sont trop ingrates pour que de nombreux disciples y suivent un novateur. Si la notoriété d'un maître se mesure au nombre de ceux qu'animent ses idées et qui adoptent ses méthodes, c'est du côté de la chimie organique que nous devons tourner les yeux.

Pour compléter les moyens analytiques indispensables aux progrès de cette science, un moyen précis de dosage de l'azote était nécessaire. Dumas invente celui qui porte son nom et dont on a fait depuis un constant usage. On sait que l'azote s'y mesure en volume; on sait moins que Dumas a aussi dosé cet élément sous forme d'ammoniaque dans les composés aminés ou amidés, puisque cette méthode est attribuée à Will et Warentrapp, après qu'ils y eurent apporté quelques commodes perfectionnements de détail.

Fort de ces moyens, le maître est certain de n'être plus arrêté dans son élan par des contingences analytiques et les générations suivantes bénéficieront des mêmes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avantages. Mais les techniques ne peuvent suffire à un génie créateur de cette envergure. Son œuvre ne pouvait se développer que dans un large cadre d'idées générales; et il lui fallut, pour tracer ce cadre, d'inévitables tâtonnements et de puissants efforts de pensée.

Au-delà des faits précis qu'il a signalés, des nombreux corps qu'il a découverts, des règles pratiques qu'il a énoncées, et auxquels se sont tenus trop étroitement ses biographes, une large et profonde pensée domine toute son œuvre, et dominera désormais toutes les œuvres à venir.

C'est dans les écrits de son illustre contemporain, Auguste Comte, que j'ai eu l'heureuse fortune de la voir explicitement exposée. Ce grand philosophe s'est manifestement inspiré des travaux et des idées de Dumas, le chimiste le mieux doué de son époque, en traitant de la méthode qui est — par excellence, dit Comte, — celle des sciences chimiques. A. Comte, auquel les mathématiques étaient seules familières parmi les sciences, n'a certainement pas inventé la méthode qui est, par excellence, celle de la chimie. Or, cette méthode est précisément celle qui a été inaugurée par Dumas, qui l'a résumée en deux mots, et qui, sans la décrire spécialement, s'est borné à l'appliquer et à en semer, de-ci, de-là, dans son œuvre, et au hasard des circonstances, les principes que, depuis, tous les chimistes ont appliqués, tant bien que mal, et sans trop se préoccuper de savoir d'où ils viennent.

Lavoisier avait fait de même à l'égard de la conservation de la matière dont il n'a guère explicitement formulé le principe, laissant à ses biographes et aux historiens de la science le soin de le découvrir entre les lignes de ses écrits.

Lorsqu'on trouve, dans l'œuvre d'un chimiste, la *première classification naturelle* qui ait été proposée pour les éléments; lorsqu'il est avéré que ce même chimiste a, le premier, dégagé nettement des faits la notion de *fonction chimique*; qu'il a, pour la première fois, classé les composés organiques d'après la nature de leurs fonctions; qu'il a créé de toutes pièces la notion fondamentale d'*homologie*; et, avant la lettre, appliqué celle d'*isologie*, que doit-on conclure, si ce n'est qu'il est l'inventeur de la *méthode comparative*, la plus puissante des méthodes de la science chimique?

Des esprits mesquins pourront insinuer que, de tout temps, les chimistes se sont laissé guider par des analogies; et il leur sera facile d'en trouver des exemples antérieurs à Dumas. La grande mémoire de Lavoisier a connu ce venin : elle n'en a pas été diminuée. J'espère qu'il en sera de même du nouveau rayon que je crois juste d'ajouter à la gloire du maître auquel nous avons voulu rendre aujourd'hui un éclatant hommage.

Croyez bien que ce n'est pas, grisé par mon sujet et poussé par un souci d'esthétique littéraire, que j'attribue à mon héros le mérite d'avoir atteint le point culminant de la philosophie chimique. Malgré les apparences, parfois romantiques, de son verbe, Dumas était profondément modeste. La philosophie chimique? Il la connaissait mieux que personne, puisqu'il l'a écrite — et pour la première fois — en un livre qui est un chef-d'œuvre inégalable, et qui contient en germe les idées que Laurent, Gerhardt et Wurtz devaient, plus tard, préciser, développer ou imposer.

On trouve, à plusieurs reprises, dans l'œuvre de Dumas, l'expression de *chimie comparée* qu'il inaugura dans la littérature chimique en pensant peut-être à Cuvier. Il lui eût été facile — car tout prouve qu'il y a pensé — de systématiser, pour en faire un traité spécial ou, à la rigueur, un discours, les idées que suggère un titre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui, à lui seul, résume toute une discipline, alors que, sous le couvert d'analogies imprécises, se heurtent, dans notre littérature, les idées les plus contradictoires et les plus anarchiques.

Il est surprenant que cette discipline supérieure à laquelle sont liés, depuis Dumas, les progrès les plus importants de notre science, tienne une place presque anonyme et si étroite dans l'histoire et dans l'enseignement.

Il est clair, cependant, que *la chimie comparée est la partie pure de la chimie générale*, et la plus importante, alors que l'atomistique et la thermodynamique chimiques en sont des parties que la physique générale peut également revendiquer.

Dumas, toujours modeste quand il devait être mis en cause, a jugé sans doute qu'il était prématuré d'écrire une chimie comparée; et il s'est borné, au laboratoire, à en œuvrer les bases.

Je devais renoncer à analyser ici, par le menu, les 800 rapports, notes ou mémoires de Dumas. D'ailleurs, je ne disposais pas du temps nécessaire pour les lire tous. On y trouve de tout : de la politique, de la physiologie, de la médecine, de la botanique, de la chimie biologique, de la chimie analytique, de la chimie minérale et surtout, de la chimie organique. Dumas fut le dernier des esprits largement encyclopédiques; et, sans doute, faut-il voir là le secret de la hauteur de ses vues.

Je savais bien que, dans le discours que j'avais à vous faire, je devais me restreindre; mais, même dans les limites, déjà étroites, que je m'étais tracées, mon sujet m'est apparu beaucoup trop vaste encore. En dépit de mon insuffisance, il ne me restait plus d'autre ressource que de chercher à dégager les idées directrices du maître, ce qui m'a imposé de suivre la voie qu'il avait lui-même tracée au profit de la mémoire de tant de ses prédécesseurs; celle de la philosophie chimique.

De ces hauteurs, je devais renoncer à vous faire voir chaque arbre, mais je pouvais du moins espérer vous montrer la forêt.

A une époque où l'on ne connaissait d'autre alcool que celui du vin, il ne pouvait être question de *fonction alcoolique*. Une belle notion ne pouvait résulter que d'une généralisation des propriétés chimiques de l'alcool vinique. Sans donc que nulle idée préconçue ait pu, à cet égard, guider Dumas, alors très jeune, il entreprend d'étudier l'esprit de bois. Il en extrait l'alcool méthylique pur qu'il reconnaît être étroitement analogue à l'alcool de vin. Il en fixe la composition, et c'est ici que le maître se révèle : il remarque qu'elle diffère de celle de l'alcool éthylique par un groupe CH^2. Ce résultat implique la connaissance des poids moléculaires relatifs des deux composés. Qu'à cela ne tienne : il a comparé leurs densités de vapeur. N'y a-t-il pas là une initiative des plus surprenantes, à une époque nettement antérieure à celle de Gerhardt? De telles presciences sont bien caractéristiques du génie. Nous allons constamment trouver Dumas à l'origine des idées auxquelles Wurtz devait donner une forme scientifique définitive, dans des écrits d'une parfaite tenue littéraire.

Dans la renaissance de l'atomisme, où Laurent, son élève, et Gerhardt, élève de Laurent, devaient trouver une juste gloire, Dumas a joué le rôle du pionnier. Il laisse à d'autres le soin de cultiver les terres qu'il a découvertes, ou de faire fructifier celles qu'il a défrichées. Comme tous les puissants mouvements scientifiques, la *théorie atomique* est une œuvre collective, dont le mérite revient à divers architectes et à de nombreux ouvriers. Dumas en a esquissé les plans et bâti les assises; Laurent,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Gerhardt, Kékulé en ont construit le gros œuvre. Il était réservé à Wurtz d'y mettre, avec une suprême élégance, la dernière main.

Mais voyons Dumas au travail. Avec son élève Péligot, il étudie l'éthal, dont il soupçonne le caractère alcoolique, parce que Chevreul l'avait obtenu en saponifiant le blanc de baleine. Il est frappé du fait que sa composition diffère de celle de l'alcool vinique par un multiple de CH^2, lequel distinguait déjà l'alcool de vin de l'alcool de bois. Un de ses élèves, Cahours, extrait ensuite de l'huile de pommes de terre l'alcool amylique dont les caractères justifient de point en point les vues du maître. Celui-ci dégage alors de ces quelques travaux, et de ces seuls quatre termes d'une longue série, et la notion de *fonction* et celle d'*homologie*. Ne fallait-il pas un génie des plus pénétrants pour tirer des conséquences si générales et si importantes d'un aussi petit nombre de données et alors que les faits observés étaient sans précédent? C'est à des hardiesses de ce genre que se révèle le tempérament généralisateur et primesautier de Jean-Baptiste Dumas.

Dans son étude des acides aliphatiques, il se laissera guider par ces principes dont une sûre intuition lui a suggéré la généralité. Entre l'acide formique et le ci-devant acide margarique, il affirme l'existence de 15 termes intermédiaires, ce qui portait à 6 le nombre des termes qui restaient à trouver, et pour lesquels il se montra bon prophète. Et, entre ses mains, les découvertes se précipitent, entre autres celles des amides et des uréthanes. Qu'il s'agisse des éthers, des nitriles ou des précédents, il détermine ce que leur *constitution* présente d'essentiel. Il ne lui suffit pas d'avoir inventé les fonctions et les séries : il ne cesse d'en accroître le nombre; et voici qu'il pose le principe fondamental des futures *formules de constitution*.

Mais ce qu'il y a peut-être de plus remarquable dans tout cela, c'est la nouvelle méthode qu'il inaugure et qui témoigne de sa foncière originalité. Ses prédécesseurs et ses contemporains s'adressaient à de lourdes molécules : il accorde ses préférences aux molécules légères.

Vous reconnaissez là le principe qui devait prendre, des synthèses progressives, le relief qui lui est accordé aujourd'hui. L'idée de synthèse n'aurait pu s'imposer, de la façon impérieuse que l'on sait, à l'esprit d'un Berthelot si le principe posé par Dumas ne l'avait précédée.

Parce que l'enseignement de la chimie organique procède du simple au compliqué, alors que la chimie biologique fait l'inverse, les préférences de Dumas semblent aux jeunes chimistes organiciens toutes naturelles. Qu'ils ne s'y trompent pas : elles étaient alors ni plus ni moins que révolutionnaires. Elles heurtaient de front une longue tradition, soutenue par des raisons philosophiques d'une haute valeur, puisqu'elles dominent encore, légitimement semble-t-il, la chimie biologique actuelle.

Nous savons bien que celle-ci est, de toutes les sciences chimiques la plus apparentée aux sciences naturelles. Sa méthode est, en conséquence, essentiellement analytique; sa fin demeure de résoudre en substances de plus en plus simples les composés très compliqués que nous offre la nature vivante. Du temps de Dumas, la chimie organique — qui n'était encore que biologique — justifiait son nom. La méthode synthétique, dont notre chimie organique actuelle se réclame à juste titre, n'existait pas encore. C'est tout juste si Wöhler avait fait la synthèse de l'urée; Dumas, en rompant avec une tradition séculaire dont la philosophie était l'alliée, se montrait aussi hardi que Colomb allant chercher les Indes en leur tournant le dos.

Wurtz, mieux placé que quiconque de son temps pour apprécier le mérite de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dumas, a dit : « Les composés de Dumas sont des chefs de famille, des représentants de certaines propriétés générales, de certaines fonctions. » Il fixait ainsi l'un des rôles de Dumas dans ce qu'on appelle la « rénovation » de la chimie organique. Mais, comme celle-ci, grâce à Dumas, s'est séparée nettement de la chimie biologique, il est conforme à l'état actuel de la science de dire qu'il est le *fondateur de la science* que nous désignons aujourd'hui du nom de *chimie organique*. Les chefs de famille découverts ou étudiés par lui, Dumas les considère comme des *types chimiques* dont dérivent les autres composés par *homologie*. Les termes et les idées qu'ils couvrent sont entièrement de lui. Il leur consacre 6 mémoires dont un avec Stas, un avec Péligot, un avec Piria. Laurent et Gerhardt, dans leur fameuse *théorie des types*, généralisent à l'extrême les idées que Dumas a introduites dans la science; et ils y feront jouer le grand premier rôle à une autre théorie de ce maître des maîtres : la *théorie des substitutions*, la seule de ce puissant novateur qui soit généralement citée dans les traités modernes de chimie organique, ce qui, d'après ce que nous venons de voir, est tout à fait insuffisant.

Dumas n'avait guère que 30 ans lorsqu'il présenta au monde savant la théorie à laquelle il doit principalement sa célébrité. C'était d'une belle audace, car elle ne contredisait rien moins que la grande doctrine qui dominait alors la chimie tout entière et qui, non seulement portait le nom prestigieux de Berzélius mais était encore considérée comme un corollaire indispensable des vues réformatrices de Lavoisier.

On sait que Berzélius, pour expliquer l'existence des composés, faisait intervenir les charges électriques des deux signes et leurs attractions. Telle est l'origine de nos idées actuelles relativement aux électrovalences.

Comme les charges électriques ne peuvent être que positives ou négatives, la molécule, pour rester neutre, devait avoir nécessairement une constitution dualiste. Lavoisier, dont la nomenclature est — comme on sait — binaire, était, par ailleurs, considéré comme l'inventeur du dualisme. La théorie de Berzélius apparaissait de la sorte comme l'interprétation du dualisme lavoisien; et elle paraissait être imposée, d'autre part, par les travaux de Volta relatifs au courant et à l'électrolyse, et, surtout, par la belle découverte qui a illustré le nom de Davy.

Avec de tels parrains, le dualisme ne pouvait manquer de jouir d'un irrésistible prestige. L'effort d'un Liebig avait été d'y soumettre tous les corps organiques. Et voici que, sans égard pour l'autorité des plus grands noms de la science, sans souci des immenses services rendus par une doctrine dont les faits innombrables proclamaient la valeur, sinon la généralité, un jeune chimiste à peine connu, presque un débutant, se permet d'attaquer la magnifique théorie dont se réclament, dans le monde entier, tous les chimistes d'une époque.

Dumas assaillant le dualisme berzélien, c'est Lavoisier faisant front au phlogistique de Stahl, c'est David défiant Goliath. « Quand un corps hydrogéné, dit-il en 1833, est soumis à l'action déshydrogénante du chlore, du brome, de l'iode, de l'oxygène, etc., pour chaque atome d'hydrogène qu'il perd, il gagne un atome de chlore, de brome, d'iode, ou un demi-atome d'oxygène. » Nous ne voyons dans cet énoncé qu'une loi affirmant la généralité d'indiscutables faits. Lavoisier aussi n'avait apporté que des faits et leur légitime généralisation, ce qui n'avait pas empêché ses contemporains, et les plus grands, de l'accuser d'opposer des hypothèses risquées aux faits les plus généraux et les plus solidement établis de la science. Dumas connaît, à son tour, la terrible réaction qui avait soulevé contre Lavoisier la presque unanimité des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chimistes de l'époque précédente. Ce fut une clameur universelle, où dominèrent les voix de Liebig et de Berzélius lui-même. Dumas affirme que *l'édifice moléculaire de toute espèce chimique est un bloc unitaire où tout élément peut être remplacé par un autre sans modification de structure* ; Berzélius, qui sent qu'un tel coup doit ébranler le dualisme, soutient qu'il est impossible qu'un atome négatif, tel que le chlore, puisse se substituer à un atome d'hydrogène, qui est positif.

Dumas n'avait été qu'audacieux dans son attaque; Berzélius se montra téméraire dans sa riposte : il avait oublié que le mot impossible n'est pas français.

Pour contre-attaquer, Dumas fait parler et multiplie les faits. C'était suivre, à l'exemple de Lavoisier, la meilleure tactique.

Voici quelques-uns des exemples cités par Dumas :

C^2H^4 (gaz oléfiant)	CH^4 (gaz des marais)
$C^2H^2Cl^2$	$CHCl^3$ (chloroforme)
C^2HO^4 (aldéhyde)	CCl^4 (tétrachlorure de carbone).
C^2HCl^3O (chloral)	CH^2O (formol)
C^7H^6O (essence d'amandes amères)	CO^2
$C^7H^2Cl^4O$	C^6H^6O (phénol)
	$C^6H^3(NO^2)^3O$ (acide picrique)

On lui objecte alors que les substitutions transforment profondément les fonctions des corps. C'était prêter le flanc à une déroute définitive, car il répond par sa découverte classique des acides chloracétiques, dont la fonction acide correspond à celle de l'acide acétique. On sait qu'ils en dérivent par substitution simple et directe du chlore à l'hydrogène.

Voilà l'image — très affaiblie — de cette grande découverte et de la violente querelle qu'elle a suscitée.

Je n'ai pu, faute de temps, vous présenter qu'un pastel ancien et à demi effacé.

Pour rompre avec le style grave que m'imposent des circonstances solennelles, je glisserai ici l'anecdote attrayante que relate Hofmann et dont il assure qu'elle est à l'origine de la théorie des substitutions :

En ces temps lointains, l'éclairage de luxe était celui des bougies. Leur fabrication était naturellement l'objet de la sollicitude des industriels, et le haut luxe exigeait une cire parfaitement blanche. Un fabricant demande le moyen d'obtenir ce résultat à Dumas qui lui conseille de traiter les cires jaunes par le chlore.

C'est ainsi que, dans une soirée que donne le roi, le palais des Tuileries est illuminé aux nouvelles et économiques bougies de cire blanche. Malheureusement, elles brûlent avec une flamme bleuâtre et quelque peu suffocante. Affolement du roi et de la cour. Vite, il faut trouver un chimiste pour savoir ce qu'il en est, et quel danger ont pu courir Sa Majesté et les Princesses. Il n'y a pas de chimiste de la maison du roi, et l'on s'adresse à Brongniart qui dirige la manufacture de Sèvres. Brongniart a, en l'occurrence, moins de confiance en lui-même qu'en Dumas, qui est son gendre, et qui trouve immédiatement le mot de l'énigme. Mais parce qu'il est consciencieux, il analyse la cire incriminée et s'étonne de la grande quantité de chlore qu'elle renferme. Il est ainsi conduit à étudier l'action du chlore sur les composés carbonés. Et voilà pourquoi la théorie des substitutions dominera éternellement la science organique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'histoire est trop jolie pour ne pas être vraie ; et elle méritait bien de vous être transmise.

Nous voici au terme du voyage que nous avons entrepris à la suite de Dumas, voyage rapide où nous nous sommes arrêtés seulement à quelques stations. J'ai du moins choisi celles qui m'ont semblé les plus belles.

Si les circonstances m'avaient permis de faire un exposé complet de l'œuvre de ce maître, incomparable, si ce n'est à Lavoisier, je vous aurais parlé de bien d'autres de ses travaux de chimie, par exemple de ceux qui concernent la silice, qu'il écrit le premier SiO^2, et les acides du phosphore. J'aurais développé davantage ses belles recherches de chimie organique, et analysé ses travaux de chimie biologique. Mais je n'aurais guère pu que citer ses recherches de physiologie, de botanique, de thérapeutique, qui débordent exagérément les limites de ma compétence. Après le savant, j'aurais campé le professeur, mais je me bornerai à vous dire qu'il n'a pu être égalé dans cette fonction que par son disciple Wurtz, sa vivante réplique et son digne continuateur.

Nous aurions suivi Dumas à l'Athénée, à l'École de Médecine, à l'École polytechnique, à l'École centrale, à la Sorbonne, et même au Collège de France, car il a professé dans tous les établissements parisiens d'enseignement supérieur. Nous l'aurions vu créer une école qu'il voulait être de chimie : l'École centrale des Arts et Manufactures, et décider Duruy à reconnaître officiellement l'existence des laboratoires scientifiques, en les dotant et en les réunissant administrativement sous le nom d'École pratique des Hautes Études.

A l'Institut, où il entra âgé de 32 ans, nous aurions étudié son œuvre de secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, et de membre, très écouté, de l'Académie française. J'aurais également tenté, mais de façon très malhabile, d'analyser ses travaux de membre du Conseil municipal de Paris et de président de ce même conseil ; et j'aurais signalé finalement ceux qui, l'ayant fait rapidement remarquer comme sénateur, lui valurent l'honneur de participer au gouvernement de la France.

Quel savant eut une plus belle carrière et une plus magnifique destinée? Dans le monde des sciences, son autorité était indiscutée, et d'ailleurs indiscutable. Voici un trait que je tiens de mon père, qui, répétiteur à l'École centrale et successivement collaborateur de Cahours et de Fremy, avait bien connu Dumas : la supériorité du maître s'imposait à tel point que, dans les laboratoires français, on l'avait surnommé « l'être suprême ». Mais peut-être y mettait-on quelque esprit frondeur, ou quelque malice, dans les laboratoires qui n'étaient pas le sien.

Il est, cependant, un point qui me tient à cœur, et sur lequel je ne saurais trop insister : avant Dumas, la chimie des complexes carbonés, par ses fins et son esprit, était seulement ce que nous appelons aujourd'hui la chimie biologique. Alors donc que la chimie biologique existait seule, Dumas, grâce à des méthodes expérimentales, des principes et des vues théoriques dus à son seul génie, a créé une science tout à fait nouvelle de son temps et qui porte désormais et de façon exclusive le nom de chimie organique, nom d'emprunt qui devait singulièrement diminuer l'importance de Dumas dans ce qu'on a écrit jusqu'ici de l'histoire des sciences. Dumas est présenté comme réformateur. Il fut — ce qui est bien préférable — un innovateur, et des plus puissants.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il n'a pas, comme on le dit, ouvert pour la chimie organique une ère nouvelle. Cette science n'existait pas encore. Il l'a créée au même titre que Lavoisier a créé la science chimique dans son ensemble.

Le génie de Dumas ne sera reconnu à sa valeur vraie que du jour où les cours de chimie organique débuteront ainsi : « Alors que la chimie biologique existait seule, la chimie organique a été fondée en tant que science indépendante par Jean-Baptiste Dumas. » Voici, à l'appui de cette thèse, quelques témoignages de la plus haute valeur :

Schutzenberger : « La grande majorité des réactions au moyen desquelles nous réalisons les synthèses des composés les plus complexes sont des substitutions successives d'éléments et de groupes d'éléments, dans un type primordial que nous modifions ainsi progressivement, jusqu'à ce que l'édifice que nous avons en vue soit entièrement construit. Le type chimique est entré dans la science comme une vérité de premier ordre.... On a élargi et développé l'idée primordiale grâce au travail immense de toute une lignée de savants éminents. Mais il n'est pas moins vrai que les premières assises de l'édifice portent le nom de Dumas gravé en caractères indélébiles; et l'aspect grandiose du monument qu'elles supportent ne doit pas faire oublier les services de celui qui a rendu sa construction possible. »

Wurtz : « *La chimie organique doit son développement indépendant à Dumas.* » Que serait donc un développement indépendant qui ne serait pas une création nouvelle?

Et voici finalement un mot que, après avoir été l'adversaire de Dumas et s'étant rallié à ses idées, le grand Liebig, ainsi que le rapporte Hofmann, a prononcé publiquement : « Avec la théorie des substitutions pour *base*, l'édifice de la science chimique *peut être désormais bâti* par des ouvriers : il n'est plus besoin de maître. » Dans la bouche d'un savant de la valeur de Liebig, un tel propos pourrait-il être tenu à tout autre qu'un fondateur de science?

Il faut rendre à Jean-Baptiste Dumas ce qui appartient à Jean-Baptiste Dumas.

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

J'ai dû, dans ce discours où j'étais limité par le temps, m'en tenir aux grandes lignes et aux sommets culminants des œuvres de deux hommes de génie qui ont bien mérité de la science universelle, et grandement contribué à la gloire de notre pays. En réduisant leurs œuvres à leur expression la plus simple, je crains de les avoir mutilées. J'ai eu du moins l'inappréciable avantage de vous montrer Dumas fondateur de la science qu'on appelle aujourd'hui la chimie organique, à l'exclusion de la biochimie, et Wurtz, inventeur de la valence, laquelle débordant des cadres primitifs de la chimie organique, envahit aujourd'hui tous les domaines des sciences exactes.

A ce pieux travail, j'ai bien employé mon temps, et je m'excuse d'avoir si longtemps usé du vôtre.

Je terminerai ce discours copieux par un appel aux jeunes dont dépend, en ces temps troublés, l'avenir incertain de notre science.

Puissiez-vous, à l'exemple des deux héros dont je viens de rappeler l'histoire, maintenir dans notre pays ce haut intellectualisme qui a fait son juste renom parmi les peuples, et qui est sa véritable grandeur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE L'EST. DISTRIBUTION DES RÉCOMPENSES ET FÊTE DU CINQUANTENAIRE DE LA SOCIÉTÉ

(Nancy, 8 juillet 1934),

par M. Ed. SAUVAGE, *membre du Conseil de la Société d'Encouragement.*

Le dimanche 8 juillet 1934 la Société industrielle de l'Est a fêté son cinquantenaire, tout en procédant à la distribution annuelle de ses récompenses aux collaborateurs de l'industrie et du commerce de la région de l'Est.

Cette cérémonie était présidée par le général Weygand, vice-président du Conseil supérieur de la Guerre, Inspecteur général de l'Armée, membre de l'Académie française.

Parmi les nombreux assistants ayant pris place sur l'estrade se trouvait un représentant de notre société.

Après l'exécution de *La Marseillaise*, le président de la Société industrielle, M. Henry BRUN, exprima la profonde gratitude de la Société pour la bienveillance à son égard dont faisait preuve le général Weygand et rappela les titres nombreux et divers qui illustrent sa carrière. Il fit observer que la promotion des médaillés de 1934 pourrait être appelée *Promotion de la grande guerre*. La majorité des lauréats qui allaient recevoir la médaille de 20 ans de services est entrée dans les usines au début de 1914, et a dû les quitter presque immédiatement pour les champs de bataille.

Le général Weygand prononça ensuite un discours, coupé par de fréquents applaudissements. Quelques extraits montreront l'élévation des vues de cet orateur.

« Dans cette fête du travail la représentation de l'armée est bien à sa place.

« Je viens de parcourir pendant deux jours, et je recommencerai demain, avec l'éminent chef du 20e corps, les territoires qu'il est chargé de défendre et j'ai vu là quelle somme de travail peut être faite.

« C'est ce qui me permet de vous dire aujourd'hui deux choses : le chef de l'armée, étant donné le travail que l'armée exécute, n'est pas trop indigne de vous présider, et la marque de confiance que vous donnez à ce chef est une marque de confiance que vous donnez à l'armée tout entière : cette armée en est également digne.

« Il faut que je vous dise un mot de la crise — on ne peut pas prendre la parole sans parler de la crise : la crise matérielle, incontestablement personne ne la nie, tout le monde en souffre, mais personne ne nie non plus que la crise ne soit avant tout une crise morale.

« Ce qui est caractéristique dans cette crise, c'est le relâchement dans l'esprit du devoir, le relâchement dans l'accomplissement du devoir. Dans le domaine du travail, il est évident qu'à certains endroits on s'efforce de faire le minimum, sans intérêt pour la besogne elle-même, sans intérêt pour l'entreprise qui la conduit ; indifférence, sinon quelquefois davantage, envers les chefs qui la mènent.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Du côté de la famille, il s'agit d'éviter des charges matérielles ou des charges d'éducation des enfants, qui est peut-être le plus grand devoir qui s'impose aux hommes sur cette terre. Voilà, je crois, la cause principale de la gravité de la crise.

« Lorsque je pense aux lauréats que vous allez être, Messieurs les lauréats de tout à l'heure, c'est avec une grande fierté que je sens l'honneur de présider cette séance.

« Des médailles vont récompenser de longues années de service ininterrompu dans la même maison, dans la même entreprise; des médailles vont récompenser des services exceptionnels; d'autres récompenses vont encourager et essayer d'aider dans une certaine mesure des familles nombreuses; c'est dire que, dans le domaine du travail, on retrouve ce qui est beau, le goût du travail bien fait, la fidélité, l'attachement aux maisons, aux collaborateurs.

« Le goût de l'ouvrage bien fait c'est ce qui a porté si haut le renom industriel, artistique de la France. C'est ce goût de l'artisan, c'est ce goût de l'administrateur pour la besogne tout à fait bien accomplie, c'est notre éloignement du travail en série, la volonté de conserver les qualités individuelles de l'homme dans ce travail si bien fini qui a donné à tout ce que produit la France, à tout ce qu'a produit la France autrefois un cachet tout particulier.

« Dans le domaine de la famille, ceux qui vont être récompensés ont choisi la part la plus difficile, certainement la meilleure, mais la plus difficile, par toutes les difficultés d'ordre matériel et tous les devoirs d'ordre moral qui se dressent impérativement devant le chef d'une famille nombreuse.

« En un mot, ce qui va être récompensé aujourd'hui, c'est le devoir tout court, c'est l'attachement au devoir qui se fait si rare maintenant, trop rare, car il ne faut pas exagérer : la vertu est tranquille et ne fait pas de bruit et le contraire fait beaucoup parler de lui. »

Après le beau discours du général Weygand, il fut procédé à la remise de la médaille du cinquantième anniversaire de la fondation de la Société industrielle de l'Est aux firmes ayant participé à cette fondation, qui sont encore au nombre de vingt-trois.

Vint enfin la remise des récompenses inscrites au palmarès. Il comprenait, en dehors du prix P. Hanrez, 16 prix d'une valeur de 1.500 à 200 francs offerts par la Société industrielle de l'Est et décernés à des ouvriers français pères de familles nombreuses.

1.198 médailles ont été distribuées, dont 123 médailles d'or pour 40 années de services, 246 de vermeil pour 30 années, 819 d'argent pour 20 années, et 10 médailles d'argent grand module pour services exceptionnels.

Ces récompenses s'appliquant au personnel de tout ordre, la liste des lauréats comporte d'assez nombreux chefs d'industrie et directeurs d'établissements.

Suivant les traditions de la Société, la distribution de ces récompenses s'est effectuée dans le plus grand ordre, et n'a demandé qu'une durée remarquablement réduite.

L'hospitalité de la Société ne s'est pas démentie : après la distribution des récompenses, elle a offert à ses invités un excellent déjeuner dans les salons Stanislas.

De courtes allocutions de M. H. Brun et du général Weygand ont terminé cette fête.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

Introduction aux études minières coloniales. Publications du Bureau d'Études géologiques et minières coloniales. Un vol. br. (25 × 16 cm) de 349 p., 9 pl., 25 fig. Société d'Éditions géographiques maritimes et coloniales, édit., 17, rue Jacob, Paris (6e), 1934. Prix : broché, 36 fr. Index : 622 : 325. 3(44)

Cet ouvrage fait partie de la collection consacrée à la géologie et aux mines de nos colonies où sont réunies les conférences organisées chaque hiver au Muséum national d'Histoire naturelle. Dans cette collection ont été déjà publiés les ouvrages suivants qui ont été analysés en leur temps dans le *Bulletin* :

La géologie et les mines de la France d'outre-mer (1932), premier exposé d'ensemble par lequel devait naturellement débuter une collection de ce genre;

Les ressources minérales de la France d'outre-mer, étude détaillée des connaissances actuelles sur les recherches et les exploitations minières de nos colonies : les différentes substances sont examinées successivement et l'ouvrage est ainsi divisé en plusieurs tomes : le tome I (charbon) et le tome II (fer et métaux utilisés en sidérurgie) sont déjà parus (en 1933 et 1934); on annonce la publication très prochaine des tomes III (zinc, plomb, or, etc...) et IV (phosphates) et pour l'année 1935 celle du tome V (pétrole) qui complétera cette importante enquête.

L'ouvrage que nous analysons aujourd'hui, l'*Introduction aux études minières coloniales*, tend vers un but différent. L'expérience montre aisément que les géologues et les mineurs coloniaux ont à faire face à des problèmes spéciaux qui n'ont pas d'équivalent dans les pays européens; en outre, ils vivent plus isolés et il leur est difficile de maintenir un contact étroit avec les milieux de la métropole pour se tenir au courant des méthodes nouvelles.

Le Bureau d'Études géologiques et minières coloniales a donc cherché à grouper dans un volume spécial une série d'exposés tendant à combler ces lacunes. L'ouvrage débute par une conférence magistrale de M. L. de Launay sur *les grands types de gisements*; ce rappel de notions, peut-être classiques, était indispensable car, beaucoup plus fréquemment qu'en France, le prospecteur colonial aura à s'occuper de substances métalliques diverses. Le lecteur est ainsi mieux préparé à comprendre l'importance des conférences suivantes.

La première a justement trait à l'une des particularités des pays tropicaux : la couverture de *latérite* qui gêne si fortement les prospecteurs. M. A. Lacroix, qui a étudié ce phénomène dans la plupart de nos colonies, a condensé d'une manière particulièrement saisissante les éléments essentiels de cette question complexe et le plus souvent mal connue.

La couverture de latérite ou celle de forêts ainsi que la nature particulière des gîtes à rechercher obligent à employer dans nos colonies une méthode spéciale de prospection, *la prospection des alluvions*, qui n'a pas encore les honneurs de l'enseignement classique. M. Thiébaut, professeur à l'Institut de Géologie appliquée de Nancy, en a fait connaître les règles, d'ailleurs très simples. Dans certains cas, ces procédés ordinaires de prospection ne suffisent pas et il sera nécessaire de faire

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

appel aux *méthodes géophysiques*. Le plus grand spécialiste français de ces méthodes, M. C. SCHLUMBERGER, a attiré particulièrement l'attention sur les possibilités d'application de ces nouveaux procédés.

Les méthodes de prospection étant ainsi définies, il reste à examiner les conditions matérielles d'*organisation de missions*; ainsi que le signale M. P. LECOMTE, professeur à l'École centrale, fréquemment les missions ont échoué faute de connaissances pratiques indispensables.

L'organisation de ces missions soulève d'ailleurs des problèmes pratiques assez délicats, notamment en ce qui concerne : l'*hygiène coloniale*, dont les éléments ont été indiqués par M. le Dr Noël BERNARD, directeur des Instituts Pasteur d'Indochine [1]; la mise au point des *transports* dont les caractéristiques principales ont été fournies par M. MAITRE-DEVALLON, Inspecteur général des Ponts et Chaussées au Ministère des Colonies; les *rapports avec les indigènes*, problème psychologique délicat, qui ne pouvait être guère mieux traité que par M. G. HARDY, recteur de l'Université d'Alger [2].

Avant de se décider à l'exploitation, il est indispensable de faire une étude précise et détaillée de la substance à exploiter. De nouvelles méthodes encore peu connues prennent à cet égard une importance de plus en plus grande; aussi a-t-on cru nécessaire de les faire mieux connaître, en demandant à M. DUPARQUE, professeur à la Faculté de Lille, de présenter le problème de *l'analyse microscopique des charbons*, et à M. ORCEL, sous-directeur au Muséum, d'exposer l'*étude des minerais par réflexion*; les deux conférenciers ont été les initiateurs de ces méthodes en France.

L'exploitation est toujours commandée par les possibilités de vente : celle-ci, pour les substances métalliques notamment, est souvent sous la dépendance des grands marchés mondiaux dont il faut connaître le mécanisme. *L'examen des questions commerciales relatives au marché des minerais et des métaux*, détaillé par M. J. FAYE, est donc un élément important de l'appréciation d'une affaire minière.

Mais, en outre, la mise en valeur des colonies françaises soulève des problèmes généraux délicats dont la solution ne doit pas être laissée au hasard : c'est dans une meilleure compréhension des besoins réciproques de la France et de ses possessions lointaines que cette mise en valeur doit être ordonnée. C'est le but que se propose la prochaine Conférence économique coloniale. M. LAMBERT-RIBOT, délégué général du Comité des Forges, a étudié ce problème des *relations de la métropole et des colonies* au point de vue des substances utilisées en métallurgie.

Comme on le voit, on ne s'est pas proposé de présenter un cours complet de prospection des mines coloniales : on a simplement voulu mettre en lumière quelques-unes des questions d'une importance capitale et qui sont cependant souvent ignorées. Ce volume constitue un chapitre essentiel de l'enseignement donné au Muséum par les soins du Bureau d'Études géologiques et minières coloniales.

F. BLONDEL.

Traité de physique générale et expérimentale, d'après le cours du Conservatoire national des Arts et Métiers, par Jules LEMOINE, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, et Auguste BLANC, doyen de la Faculté des Sciences de Caen. (Encyclopédie industrielle et commerciale). — 3 vol. (25 × 16 cm.) T. I :

(1) Voir le texte de cette conférence dans le *Bulletin* de juin 1934, p. 397-410.

(2) Voir le texte de cette conférence dans le *Bulletin* de juin 1934, p. 414-427.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mécanique, Chaleur, 861 p., 711 fig., 1930. Prix br. : 100 fr; — t. II : Acoustique, Optique, II+898 p., 785 fig., 1931. Prix br. : 110 fr; — t. III : Électricité générale, VI+799 p., 591 fig., 1933. Prix br. : 100 fr. Librairie de l'Enseignement technique, Léon Eyrolles édit., 3, rue Thenard, Paris (5e). Index : 53

Le *Traité de physique générale et expérimentale* de MM. J. LEMOINE et A. BLANC est un ouvrage considérable et en tous points remarquable.

Les professeurs de sciences ont vu leur tâche prendre une telle extension depuis ce premier tiers de siècle, qu'ils sont amenés à adapter constamment leurs méthodes d'enseignement à l'afflux des nouvelles matières.

Le souci constant qui a guidé les éminents auteurs de ce traité a été de mettre l'enseignement à la portée exacte de l'élève qui, ayant déjà acquis un premier degré d'instruction générale, est prêt à aborder l'étude substantielle de la physique. Les auteurs se sont appliqués d'abord à recueillir et à grouper, en les sélectionnant, toutes les démonstrations expérimentales qui permettent de faire connaître le jeu des phénomènes physiques, leurs causes et leurs effets, en frappant l'esprit des élèves sans leur imposer de trop grands efforts de compréhension et de mémoire. Ils ont ensuite montré les lois physiques concrètes qui en découlent et par quelles formules mathématiques aussi simples que possible, ces lois peuvent être résumées.

Les matières réunies dans ce traité couvrent une étendue considérable; il semble qu'aucun point de la physique, jusqu'aux plus nouvelles découvertes, n'ait été omis ou laissé dans l'ombre.

Nous félicitons particulièrement les auteurs d'avoir voulu et d'avoir su s'abstenir de recourir à l'emploi des mathématiques supérieures, ainsi que d'avoir évité d'aborder l'étude des applications industrielles des sciences physiques. Ces deux branches d'études, qui sont importantes par elles-mêmes, ne perdent rien à être abordées à part, et n'auraient pu qu'alourdir le Traité en s'intercalant dans ses textes.

Tel qu'il est établi, l'ouvrage sera hautement apprécié pour deux qualités qui le caractérisent particulièrement : la vaste étendue des sujets traités et la facilité de compréhension et d'assimilation des matières enseignées, facilité résultant d'une pensée claire et bien exposée.

JEAN CARPENTIER.

Traité de chimie minérale publié sous la direction de Paul PASCAL, correspondant de l'Institut, professeur à la Sorbonne et à l'École centrale des Arts et Manufactures, Paul BAUD, secrétaire général. — 12 tomes, 13 vol. 26 × 17 cm.

Tome I : 860 p., 183 fig., prix br. 150 fr;
Tome II : 596 p., 121 fig., prix br. 120 fr;
Tome III : 788 p., 130 fig., prix br. 140 fr;
Tome IV : 630 p., 54 fig., prix br. 120 fr;
Tome V : 872 p., 86 fig., prix br. 165 fr;
Tome VI : 1er fascicule : 726 p., 238 fig.; — 2e fascicule : p. 727 à 1332, fig. 239 à 338; prix des 2 fascicules br. 240 fr;
Tome VII : 644 p., 100 fig., prix br. 120 fr;
Tome VIII : 1205 p., 355 fig., prix br. 210 fr;
Tome IX : 932 p., 167 fig., prix br. 170 fr;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tome X : 1.150 p., 185 fig., prix br. 200 fr;
Tome XI : 836 p., 47 fig., prix br. 155 fr;
Tome XII : 856 p., 483 fig., prix br. 160 fr;

Reliure, 20 fr par volume isolé. Prix de l'ouvrage complet (13 volumes) : br., 1.950 fr; — rel. toile, 2.200 fr. Masson et Cie, édit., 120, boulevard Saint-Germain, Paris (6e). Index : 546

Les milieux scientifiques, industriels ou commerciaux qui étudient, fabriquent, utilisent ou vendent des produits chimiques ont à chaque instant besoin d'une documentation détaillée, susceptible de leur éviter les recherches bibliographiques.

Le foisonnement de la littérature chimique actuelle, la localisation ou l'absence de certaines publications, même dans les centres intellectuels les mieux outillés, rendent d'ailleurs difficile ou impossible la consultation des mémoires originaux. Cette situation rend donc indispensable l'existence d'ouvrages détaillés de documentation.

Certains pays, en particulier l'Allemagne, ont conçu des répertoires de chimie, mais sur un plan trop vaste pour les besoins courants; leur achèvement n'est pas encore terminé au bout d'un demi-siècle; les diverses parties sont d'âge très différent et, par suite, peu cohérentes; le souci de tout dire fait disparaître tout esprit critique, porte à la confusion et conduit à des prix prohibitifs.

Mais, entre les recueils didactiques trop sommaires et les encyclopédies trop massives, on pouvait concevoir un type d'ouvrage intermédiaire, assez documenté pour suffire au travail courant ou à la mise en train d'une recherche nouvelle, assez concis cependant pour rester maniable et d'un prix abordable.

Le traité de Moissan fut une première tentative dans ce sens et le succès de librairie qu'il rencontra jusqu'à son épuisement définitif prouve l'importance des services qu'il rendit à toute une génération. M. Pascal a pensé que cette forme de publication pouvait être reprise, à condition de la rajeunir dans l'esprit et dans la forme, pour tenir compte des progrès de la science et du rôle fondamental, de plus en plus accusé, que prend la physico-chimie dans la science moderne.

Son *Traité de chimie minérale* embrasse l'ensemble des éléments, groupés autant que possible par familles naturelles et présentés dans une série de monographies. Cependant, et sans vouloir déborder du cadre de l'ouvrage qui constitue avant tout une synthèse descriptive, il lui a paru désirable d'y intercaler, au fur et à mesure des besoins, des chapitres spéciaux d'un caractère général, susceptibles d'intéresser les chimistes proprement dits : théorie de la combustion; systématique des complexes; description des alliages, etc. Un certain nombre d'articles très généraux ont même été réservés à des questions d'ordre technique : liquéfaction des gaz; industrie de l'hydrogène et des halogènes; fabrication des acides; fixation de l'azote atmosphérique; liants hydrauliques; métallurgies diverses, etc.

Un soin tout particulier a été donné au récolement critique des constantes physiques et chimiques intéressant le théoricien et le praticien; on n'a pas cherché à rendre la bibliographie absolument complète : on a laissé de côté les résultats douteux en donnant les raisons de la décision prise, mais on y a cité tous les travaux sérieux et essentiels, et particulièrement ceux qui contiennent le relevé complet des travaux antérieurs. Malgré ces restrictions, la bibliographie, qui suit chacune des monographies, est très importante et elle est parfaitement à jour.

Les éditeurs n'ont reculé devant aucun sacrifice pour multiplier les tableaux et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les figures. Plus de 2.000 de celles-ci, plus de 100.000 références distinctes contribuent à la compréhension du texte : 11.000 pages au total.

L'accueil déjà fait par le public, les commentaires de la presse française ou étrangère ont fait ressortir les qualités de clarté et de fini documentaire de ce traité. Son usage doit se généraliser dans tous les milieux qui touchent à la chimie.

La distribution de l'ouvrage est la suivante :

Tome I : Introduction. Air. Eau. Hydrogène. Oxygène. Combustion. Eau oxygénée. Fluor. Chlore. Brome. Iode (1931).

Tome II : Soufre. Sélénium. Tellure. Industrie des acides (1932).

Tome III : Azote. Phosphore. Arsenic. Industries de l'azote (1932).

Tome IV : Antimoine. Bismuth. Vanadium. Niobium. Tantale. Bore (1933).

Tome V : Carbone. Combustibles. Silicium. Titane. Germanium. Zirconium. Celtium. Ammonium (1932).

Tome VI : Métaux alcalins et alcalino-terreux. Industrie de leurs sels (1934).

Tome VII : Glucinium. Magnésium. Zinc. Cadmium. Aluminium. Gallium. Indium. Métallurgie des métaux légers. Liants hydrauliques. Le verre (1932).

Tome VIII : Éléments des terres rares. Cuivre. Argent. Or. Mercure (1933).

Tome IX : Étain. Plomb. Thallium. Manganèse. Rhénium. Fer (1933).

Tome X : Nickel. Cobalt. Chrome. Étude générale des complexes (1933).

Tome XI : Molybdène. Tungstène. Uranium. Thorium. Famille du platine (1932).

Tome XII : Radio-éléments. Gaz rares. Étude générale des alliages. Addenda. Erratum général (1934).

Chacun de ces chapitres a été rédigé par un chimiste spécialisé dans la question qui y est traitée et y faisant autorité. Chacune des monographies reflète donc la personnalité de son auteur bien que toutes aient été établies sur un plan méthodique aussi uniforme que le permettaient les sujets traités. Cette uniformité facilite grandement les recherches.

PAUL PASCAL.

Wasserbauliche Strömungslehre (*Les courants d'eau*), par M. le Docteur-Ingénieur Paul Nemenyi, privatdozent à l'École supérieure technique de Berlin. 1 vol. 25 × 18 cm. de VIII + 275 p., 324 fig. Johann Ambrosius Barth, édit., Leipzig, 1933.

Index : 533 + 627.1

M. le prof. Nemenyi a cherché à réunir, dans son ouvrage, l'étude générale des lois concernant les courants d'eau circulant dans des canalisations quelconques, le terme canalisation s'appliquant aussi bien aux conduites fermées et aux canaux qu'aux cours d'eau naturels de toute espèce : fleuves, rivières, ruisseaux, etc....

L'ouvrage est divisé en 6 parties principales, suivies d'un appendice.

La première partie énonce les lois générales de l'hydraulique aussi bien que celles que l'on peut déduire de l'hydrodynamique.

L'étude des phénomènes qui limitent tel ou tel état du fluide, tels que les frottements, la cavitation, les phénomènes de surface, l'état de turbulence, les tourbillons, etc... est résumée d'une façon claire. L'auteur donne les vues actuelles sur les phénomènes de pulsation et l'influence des frottements sur la marche des fluides.

Dans la deuxième partie, l'auteur décrit les phénomènes que présente l'eau circulant dans des conduites fermées. Il indique les lois bien connues et les études

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui ont permis de fixer la répartition des vitesses dans des tuyaux donnés, ainsi que l'influence de la viscosité, ceci, tout d'abord, dans des conduites de profil circulaire, et, ensuite, de profil quelconque.

L'influence de la courbure et celle des coudes lui permettent de rappeler les travaux classiques, ainsi que ceux, plus récents, que l'on doit à divers savants.

Les phénomènes décrits se classent, naturellement, en phénomènes à allures continues et à allures discontinues. Ce dernier cas donne lieu à l'étude du fonctionnement des soupapes et des robinets, ainsi qu'au phénomène du coup de bélier, dont l'importance est considérable dans les canalisations modernes.

La troisième partie s'applique aux courants d'eau qui circulent dans des canaux à parois fixes.

L'étude des vitesses, de la répartiton de l'énergie, des frottements, des chutes, enfin celle des barrages et déversoirs est suivie avec quelques détails.

Quant aux variations de vitesses, elles permettent à l'auteur d'exposer la théorie du mascaret.

L'auteur insiste sur les résultats que donnent les études hydrauliques en laboratoire, avec l'aide des dispositifs modernes, notamment, pour élucider les formes à donner aux barrages.

La quatrième partie comprend l'étude des courants d'eau libres, tels que les fleuves, rivières, ruisseaux, etc....

La répartition des vitesses, les pertes de charge dues à la pente, etc..., les formes que prennent les cours d'eau, l'influence de la rotation de la terre sur les sinuosités des fleuves, toutes ces questions sont abordées, et l'auteur résume les travaux faits en Allemagne.

La cinquième partie comprend l'étude des courants d'eau qui prennent naissance dans les roches, les terres, les sédiments, les sables, en un mot dans les corps solides fragmentés, et celle-ci amène à la description des phénomènes de capillarité, obéissant ou non aux lois de Darcy et de Poisseuille, ainsi qu'aux applications de ces lois au drainage.

Suivent la description des différentes sources naturelles et celle de la circulation de l'eau dans les corps poreux.

La sixième partie, d'ailleurs fort réduite, comprend l'étude générale de l'écoulement de l'eau dans les buses profilées.

L'ouvrage se termine, enfin, par un appendice, où l'auteur décrit les méthodes de mesures employées pour déterminer les pressions, les vitesses, les débits, en un mot tout ce qui constitue l'hydrométrie.

Il donne encore une description de quelques stations d'essais allemandes.

En résumé, l'ouvrage de M. Nemenyi sera utile aux techniciens qui désirent avoir une idée générale des phénomènes concernant l'écoulement de l'eau. Il permet de se rendre compte des résultats auxquels sont arrivés, à la fois, les physiciens et les hydrauliciens, mais il ne peut remplacer les traités classiques concernant chacune des parties de ce domaine immense.

Nous regrettons, toutefois, que M. Nemenyi ait systématiquement omis de citer les résultats auxquels la science et la technique françaises ont abouti.

Bien qu'il ait nommé quelques savants et ingénieurs français, tels que : Saint-Venant, Navier, Boussinesq, du Buat, Bazin, Darcy, il ignore systématiquement les travaux de l'École française moderne, et tous ceux qui ont été faits depuis la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

guerre, d'une part, par la Société hydrotechnique de France, dans son magnifique laboratoire de Beauvert, et, d'autre part, ceux faits par l'École de Toulouse, sous la direction éminente de M. Camichel.

Les admirables travaux de MM. Rateau, Jouguet, Barillon, Camichel, Eydoux, Villat, Métral, Gariel, etc..., j'en passe, et des meilleurs, auraient mérité en premier chef, d'être cités et décrits.

C'est là un exemple frappant de l'exclusivité que témoignent, de plus en plus, les savants et techniciens allemands à l'égard de leurs collègues de l'étranger et, principalement, français, exclusivité qui s'accorde parfaitement avec l'autarchie que veut réaliser l'Allemagne. JEAN REY.

L'école prépare-t-elle nos enfants à trouver une situation? par F. MAUVEZIN, Ingénieur E. C. P., lauréat de l'Institut. Un vol. 17 × 25 cm, de 235 pages avec figures. Éditions des Roses, édit., 18 à 22, rue du Peugue, Bordeaux, 1934. Prix : br. 20 fr. Index : 331.826 + 37

Rose des activités féminines pour l'orientation professionnelle des jeunes filles vers les métiers ménagers et hôteliers, les métiers manuels et commerciaux, les carrières administratives, les carrières de l'enseignement, les professions libérales et sociales, par Mlle Louise MAUVEZIN, secrétaire bénévole du Conseil d'Enseignement ménager de la Chambre de Métiers de la Gironde et du Sud-Ouest. Un vol. 15 × 22 cm, de 429 p., 3e édition. Éditions des Roses, édit., 18 à 22, rue du Peugue, Bordeaux, Prix : br. 30 fr. Index : 331.826 + 158.1

Voici deux ouvrages qui devraient être lus par tous les parents dont les enfants fréquentent ou ont fréquenté l'école primaire, poursuivent des études, et devront ou voudront gagner leur vie. Il y va de leur santé, de leur avenir, et de leur bonheur.

Dans le premier ouvrage *L'école prépare-t-elle nos enfants à trouver une situation?* l'auteur, qui dirige depuis plusieurs années le Cabinet d'Orientation professionnelle de la Chambre de Métiers de la Gironde et du Sud-Ouest, rend compte d'une expérience qu'il a été amené à faire et dont les résultats lui ont paru si désastreux qu'il a éprouvé le besoin de les présenter au public dans toute leur brutalité ; ainsi les parents, les adolescents, les éducateurs et surtout ceux qui établissent les programmes d'enseignement pourront en faire leur profit et en tirer la conséquence qui s'impose, savoir : réformer de toute urgence le programme de notre enseignement primaire et secondaire, et peut-être aussi celui de l'enseignement supérieur.

En attendant cette réforme, de l'utilité de laquelle M. Mauvezin voudrait convaincre toutes les personnes agissantes, comme il ne se fait pas trop d'illusions, il recommande aux parents de suivre de très près l'instruction primaire de leurs enfants, sinon l'école en fera des perroquets, dont la tête sera farcie, et dans un affreux désordre, de mots et de faits livresques sous lesquels il n'y aura aucune réalité ; de plus, ils auront perdu toute curiosité et l'habitude qu'ont naturellement les enfants d'observer et de tirer eux-mêmes des conclusions de leurs observations. Ne parlons pas des joies perdues de la jeunesse trop studieuse et de la santé que quelques enfants intelligents auront perdue en s'efforçant d'assimiler ce que leur jeune cerveau ne peut assimiler.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Voici l'expérience : M. Mauvezin avait été chargé, par une maison de Bordeaux, de rechercher un jeune homme, ou une jeune fille, de 16 à 25 ans, qu'elle désirait adjoindre à sa direction et former conformément à ses besoins. Il suffisait à cette maison que le candidat eût une bonne instruction primaire supérieure ou secondaire; les diplômes lui importaient peu, mais elle exigeait que le candidat eût l'esprit ouvert et du jugement; la maison remboursait les frais auxquels ce choix pouvait entraîner, ce qui permit de donner à l'expérience une certaine ampleur; elle prit ainsi le caractère d'une véritable expérience de laboratoire.

M. Mauvezin fit insérer une annonce dans un journal régional; elle provoqua l'envoi, par écrit, de 74 propositions : leur fond ou leur forme, l'une ou l'autre inacceptable, quelquefois les deux, firent éliminer immédiatement et sans hésitation 45 candidats; il n'en resta que 29; ils représentaient par conséquent, sinon une élite, du moins un assez bon choix. Tous les modes de formation scolaire étaient représentés; quelques-uns étaient détenteurs de diplômes, y compris les deux parties du baccalauréat.

Ces candidats, mis en confiance par une conversation préalable avec M. Mauvezin, et destinée à leur prouver qu'on ne cherchait ni à les embarrasser ni à les brimer, mais simplement à trouver le meilleur d'entre eux, furent soumis à une épreuve écrite comportant une très courte dictée de difficulté moyenne et 37 questions très simples portant sur : l'arithmétique, le système métrique, l'histoire et la géographie de la France, la géométrie et la physique. Ces questions étaient toutes très élémentaires : leur réponse n'exigeait presque toujours qu'un peu de bon sens et d'attention; elle ne supposait que les connaissances correspondant au niveau du certificat d'études primaires ou du cours supérieur de l'école primaire, et qu'un enfant de 13 à 14 ans est censé posséder.

M. Mauvezin a pris soin de donner dans son livre le texte de la dictée et des questions, ainsi que les solutions, qu'il en donne lui-même. Il y reproduit les réponses des 28 candidats — l'un d'eux s'était soustrait à l'épreuve — en en signalant les erreurs ou l'insuffisance. Il est donc possible au lecteur de juger en toute liberté d'esprit, et de faire toute réserve sur la nature des questions posées. M. Mauvezin considéra comme bonnes des réponses approximatives quand elles lui parurent raisonnables, et, à cet égard, il n'a peut-être été que trop indulgent.

Malgré toutes ces précautions et cette indulgence, malgré les réserves que le lecteur pourrait faire, il doit convenir que le résultat a été lamentable. Aucun candidat — il s'agit de jeunes gens de 16 à 25 ans ! — n'a répondu de façon à peu près satisfaisante à toutes les questions; la presque totalité des réponses sont au-dessous de tout ce que l'on peut imaginer comme ineptie, niaiserie, ignorance ou confusion dans les idées; et le pourcentage de bonnes réponses pour un même candidat est extrêmement bas : on ne pourrait guère coter plus de 7 ou 8 sur 20 le moins mauvais d'entre eux. Nous aimons à croire qu'aucun candidat n'a été présenté à la maison qui offrait l'emploi. M. Mauvezin ne le dit pas.

M. Mauvezin fait ressortir combien cet état de choses est dangereux : les connaissances primaires doivent être la base sur laquelle reposeront toutes les connaissances acquises au cours des études ultérieures ou, plus simplement, de la vie; si cette base n'est pas solide, toute nouvelle connaissance est vaine. Il est indispensable que nos méthodes d'enseignement soient modifiées : les programmes sont trop vastes; ils doivent être « étendus en profondeur et non en surface », car il n'y a pas

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de limite à leur extension en surface. Il est préférable de savoir peu et de bien savoir le peu qu'on sait que d'avoir des notions vagues ou fausses sur tout.

Il y a plus à attendre, comme disait Montaigne, d'une tête bien faite que d'une tête bien pleine. Les programmes doivent s'adapter aux possibilités d'assimilation du cerveau de l'enfant ou de l'adolescent et non son cerveau s'adapter aux programmes. Les maîtres et les professeurs ne sont pas entièrement responsables : ils doivent enseigner tout le programme qui leur est imposé, et dans un temps donné, sous peine d'être mal cotés, soit parce que les devoirs à faire à la maison ne sont pas assez longs, soit parce que les élèves ne réussissent pas aux examens, critérium fallacieux de la qualité d'un enseignement. Ceux qui enseignent sont complices involontaires d'une mauvaise action, comme aussi souvent les parents.

M. Mauvezin termine son livre par des considérations, des exposés de faits vécus et quelques aphorismes qui donnent à réfléchir. Si on n'y prend garde, « dans dix ou vingt ans, comme il l'a dit récemment devant 300 auditeurs qui n'en pouvaient croire leurs oreilles, la France sera une nation d'imbéciles, ignorants mais prétentieux, aigris et prêts à commettre les pires sottises ; et notre pays aura perdu ce bon sens et cet équilibre que ses voisins se plaisaient à lui reconnaître et qui faisaient sa force».

M. Mauvezin supplie ceux qui, après avoir lu son livre, seront convaincus du bien fondé de ses idées et de la nécessité d'une réforme complète et radicale de notre enseignement, d'agir, dans la mesure de leurs moyens, pour faire aboutir cette réforme. Il dit : « Si les idées contenues dans ce livre vous paraissent exactes et mériter d'être défendues, nous vous serions reconnaissants d'en dire un mot à vos amis et de joindre votre voix à notre appel, en vue d'obtenir enfin dans notre pays, l'établissement de méthodes rationnelles de formation de notre jeunesse, plus agréables pour nos enfants et plus fertiles en résultats. A l'avance nous vous en remercions (F. Mauvezin, 25, rue des Augustins, Bordeaux.)

Au cours d'une carrière déjà longue nous avons eu maintes fois l'occasion, que nous n'avons jamais fait naître, de constater, *à tous les degrés de l'instruction*, même chez des agrégés et des docteurs ès sciences ou ès lettres, même chez des ingénieurs remarquables sortis des grandes écoles, des lacunes et des déficiences inadmissibles — et peut-être est-ce le cas aussi pour nous-même. Aussi avons-nous cru devoir attirer l'attention sur le livre courageux de M. Mauvezin.

Le second livre, la *Rose des activités féminines*, a été écrit par Mlle Mauvezin, aujourd'hui Mme Vielotte et mère de 4 enfants, alors qu'elle avait 25 ans et collaborait aux travaux d'orientation professionnelle de la Chambre de Métiers de Bordeaux. Cet ouvrage, écrit simplement, mais très clairement, renseigne exactement les jeunes filles sur les aptitudes physiques et intellectuelles qu'elles doivent posséder pour exercer un des métiers ou une des professions qui conviennent aux femmes; il indique comment elles peuvent acquérir les connaissances qui y sont indispensables, si elles ont les aptitudes physiques nécessaires. C'est ainsi que, pour réussir dans les carrières hôtelières, il faut posséder au suprême degré les vertus d'une bonne ménagère ou d'une maîtresse de maison.

Tous ces renseignements sont donnés avec précision, classés avec ordre et méthode; ils sont aussi réunis dans des tableaux concis, de manière à limiter les recherches. On y trouve : les contre-indications, le caractère nécessaire pour réussir dans la carrière, y monter en grade et gagner honorablement sa vie; la durée de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'apprentissage ou des études le cas échéant, et ce qu'elles coûtent; les difficultés de trouver un emploi; les salaires de début; les perspectives d'avenir.

Cet ouvrage en est aujourd'hui à sa troisième édition; il a déjà rendu beaucoup de services et il en rendra encore. Entre les mains des maîtres, il peut empêcher les parents ignorants, hypnotisés par ce qu'ils appellent « l'instruction » ou aveuglés par l'amour maternel, d'aiguiller leurs enfants sur une mauvaise voie.

On a l'impression en lisant ces deux ouvrages, écrits par un père et sa fille, animés certainement du même esprit, que, même en ce temps de chômage — et M. Mauvezin en a fait maintes fois l'expérience — celui qui est courageux, plein de bonne volonté et possède vraiment les connaissances et les aptitudes du métier qu'il exerce, peut assez facilement trouver un emploi; mais c'est à la condition de n'avoir pas des exigences trop grandes et de se contenter d'un salaire modeste en entrant chez un nouveau patron : il y a beaucoup plus de gens au-dessous de leur profession que de gens qui la dominent, et ceux-ci ou conservent leur emploi ou ne tardent pas à en trouver un meilleur et à en gravir tous les échelons : dans tous les métiers, dans toutes les professions, il y a de menus travaux, de petites besognes désagréables, ce qu'en argot parisien on appelle « la tambouille »; ils doivent être faits; il faut les faire et les bien faire; surtout ne pas s'en croire indigne : il n'est pas certain qu'un subalterne s'en acquitterait aussi bien que soi-même. Pour dominer sa profession, il faut sinon l'aimer, du moins posséder cette qualité, qui devient de plus en plus rare, la conscience professionnelle.

E. LEMAIRE.

La technique photographique, par L.-P. CLERC. Un vol. (25 × 16 cm) de XXX + 907 p., 220 fig. Publications photographiques et cinématographiques Paul Montel, édit., 189, rue Saint-Jacques, Paris (5e), 2e édition, 1934. Prix : br., 90 fr; relié, 105 fr. Index : 77

La photographie nous fournit un des exemples les plus typiques d'une technique relativement récente arrivée en très peu de temps, soit une trentaine d'années, à un état de quasi-perfection presque uniquement par empirisme. C'est seulement depuis peu, malheureusement bien plus à l'étranger qu'en France [1], qu'on s'est mis à étudier systématiquement et de façon vraiment scientifique les phénomènes photographiques. Cette étude s'est tout naturellement imposée quand le nombre et la complexité des faits et des phénomènes se furent accrus au point de rendre de nouveaux progrès pratiquement impossibles.

Le résultat de ces recherches exécutées méthodiquement était facile à prévoir; il ne s'est pas fait attendre : aujourd'hui, on peut dire que tous les phénomènes connus sont classés, mesurables et mesurés; on sait presque toujours que c'est en persévérant dans une voie qui a déjà donné de bons résultats et pas dans une autre, qu'on a chance de réaliser de nouveaux progrès. En voici deux exemples : 1° la création en 1907, par les Frères Lumière, du procédé trichrome pour la photographie en couleurs sous une forme parfaite et semble-t-il définitive, car, depuis, on ne l'a ni perfectionné ni remplacé par un autre; 2° les travaux plus récents sur les sensibili-

(1) C'est ainsi qu'il est bien rare qu'un numéro du *Journal of the Franklin Institute* de Philadelphie, qui est mensuel, ne renferme pas au moins un mémoire de science photographique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sateurs chromatiques qui ont permis d'étendre la sensibilité des émulsions jusqu'à l'infra-rouge.

Dans ces conditions, il importe peu de connaître l'essence même des phénomènes : c'est ainsi qu'on ne connaît pas encore le mécanisme de la formation de l'image latente ni pourquoi les différentes radiations impressionnent différemment l'émulsion sensible et la rétine; mais on sait quelles propriétés doit posséder un corps organique pour être un révélateur de l'image latente; on sait exactement aussi ce qui se passe pendant le développement et comment doit être produite et traitée l'image latente pour qu'au développement, elle apparaisse avec tels caractères fixés d'avance; on sait de même quelle doit être la constitution chimique des sensibilisateurs pour rendre l'émulsion sensible à telle radiation plutôt qu'à telle autre.

C'est encore parce qu'on a étudié scientifiquement toutes les modalités possibles d'un phénomène que certains procédés anciens, qui avaient été abandonnés parce que peu pratiques, ont ressuscité sous une forme nouvelle et, sinon parfaite, du moins accessible au grand public : tel est le cas pour les papiers isovireurs ou autovireurs.

Il n'en reste pas moins que si la photographie s'achemine rapidement vers une science exacte, elle est encore un art et que le facteur personnel y joue toujours un rôle important, en dehors de toute considération esthétique. Aujourd'hui, un traité complet de photographie est donc encore forcément à la fois un ensemble d'exposés de faits théoriques et pratiques, de descriptions, et un recueil de recettes, mais ces recettes doivent être raisonnées toutes les fois qu'on le peut.

C'est sous cette forme qu'apparaît le remarquable ouvrage de M. L.-P. Clerc intitulé *La technique photographique*, et cette forme doit être excellente puisque, conçue sur le même plan, la première édition de cet ouvrage, parue en 1926, est épuisée depuis longtemps et a été traduite dans plusieurs langues. Cette seconde édition a dû être mise à jour et complétée pour tenir compte des derniers progrès tant au point de vue théorique qu'au point de vue pratique. Elle fournit une somme considérable de renseignements qui sont donnés d'une façon claire, précise et extrêmement concise. Il en résulte peut-être un peu de sécheresse, mais c'est là une qualité, car le volume est déjà très gros. Pourtant, l'auteur se défend d'avoir fait une encyclopédie; il suffit de suivre d'un peu près les travaux de la Société française de Photographie, où presque toutes les semaines sont exposés sinon des procédés nouveaux du moins des nouveautés, pour se rendre compte que cela aussi eût été impossible.

L'ouvrage ne s'adresse pas aux débutants, encore moins à ceux qui n'ont pas de chambre noire; à ceux-ci, l'auteur recommande de lire tout d'abord un traité élémentaire et d'acquérir une certaine pratique. L'ouvrage s'adresse aux techniciens, aux amateurs éclairés qui exécutent eux-mêmes toutes les opérations; ils le consulteront comme une sorte de dictionnaire pour se renseigner sur le point particulier qui les intéresse, ce qui est facile grâce à une table analytique excellente; ils y trouveront la théorie ou la raison des opérations qu'ils exécutent, les causes de leurs insuccès. Encore conviendra-t-il, pour ceux qui ne pourraient s'assimiler immédiatement les théories, de s'en tenir au texte en grand caractère qui ne traite que les questions d'un intérêt général. Dans le texte en petit caractère, ils trouveront de plus amples considérations théoriques, la justification des opérations indiquées et des sujets d'un intérêt secondaire.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'auteur, pour ne pas augmenter davantage le volume de son ouvrage, s'est abstenu de décrire les méthodes et instruments désuets pour s'en tenir à ce qui est moderne et réellement en usage ou possible. De même, il a évité les références bibliographiques qui eussent été innombrables ; mais il a cité les auteurs et la date des découvertes et des grands perfectionnements; il donne en outre, en appendice, la liste des ouvrages à consulter pour ceux qui voudront approfondir une question, ainsi que celle des principaux périodiques de photographie. Sous la forme que lui a donnée l'auteur, cet ouvrage est appelé à rendre les plus grands services à tous ceux qui s'intéressent vraiment à la photographie.

E. LEMAIRE.

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE EN OCTOBRE 1934

BOUTHILLON (LÉON) et GOUDONNET (M.). — **Cours pratique d'électricité industrielle**, à l'usage des Écoles pratiques de Commerce et d'Industrie, des Écoles professionnelles et des Écoles primaires supérieures. 2e édition. In-12 (19 × 12). 1er volume : *Les lois fondamentales de l'électricité*, de XV + 305 p., fig. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1934. **18434**

MALGORN (GUY). — **Lexique technique anglais-français**, avec la collaboration de M. DESMARETS. 2e édition revue et corrigée. In-8 (22 × 14) de XXI + 256 p. Paris, Gauthier-Villars, 1934. **18435**

PIGEAUD (GASTON). — **Résistance des matériaux et élasticité**. Cours professé à l'École des Ponts et Chaussées. Nouvelle édition revue et augmentée. In-8 (25 × 16). Tome I, de X + 494 p., fig. — Tome II, p. 495-1002, fig., II pl. Paris, Gauthier-Villars, 1934. **18436-7**

COMITÉ CENTRAL DES ALLOCATIONS FAMILIALES. — **XIVe Congrès national des Allocations familiales, Nice, 23-27 mai 1934**. Compte rendu. In-8 (24 × 15) de 229 p. Paris, 31, rue Guyot (17e). **18438**

LANGLOIS-BERTHELOT (R.). — **Les machines asynchrones à champs tournants, à bagues et à collecteurs**. Théorie générale et applications. (Cours professé à l'École supérieure d'Électricité de Paris.) 2e édition. In-8 (25 × 16) de XLII + 274 p., 128 fig. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1934. **18439**

PÉLISSIER (JEAN). — **Pour que la France vive.** In-8 (22 × 14) de 320 p. Saint-Denis (La Réunion), Cazal, 1934. (*Don de l'auteur.*) **18440**

DUBOIN (JACQUES). — **Ce qu'on appelle la crise!!** (Extraits d'études parues dans *L'Œuvre*, année 1933-oct. 1934). In-12 (19 × 12) de 212 p. Paris, Les Éditions nouvelles, 16, rue de la Sorbonne (5e). (*Don de l'auteur.*) **18441**

Introduction aux études minières coloniales. (Publication du Bureau d'Études géologiques et minières coloniales.) In-8 (25 × 16) de VIII + 349 p., 25 fig., IV + V pl. Paris, Société d'Éditions géographiques, maritimes et coloniales, 17, rue Jacob (6e), 1934. **18442**

MARTINET (J.). — **Matières colorantes. Les indigoïdes.** Rédigé avec la collaboration de Mme STOLZ-ROUX. (Encyclopédie de chimie industrielle.) In-8 (23 × 16) de 484 p. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1934. **18443**

Répertoire international des sociétés électrochimiques et électrométallurgiques, 1934. In-8 (25 × 16) de 206 p. Paris, Société des Publications minières et métallurgiques, 86, rue Cardinet (17e). **18444**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BUREAU DES NORMES DE L'AUTOMOBILE. (Chambre syndicale des Fabricants d'accessoires d'automobiles, 3, avenue Friedland, Paris (8e). — **Album de normes BNA 1 à BNA 206** (1935). In-8 (23 × 15). **17497**

COMITÉ DE NORMALISATION DE LA MÉCANIQUE. (Fédération de la Mécanique, 92, rue de Courcelles, Paris (8e). — **Feuilles de normes** (juillet 1934), **CNM 4021**, documentation: *Cônes d'emmanchement d'outils. Cônes Morse. 1° Dimensions.* — **CNM 4022**, documentation :.... 2° *Tolérances.* — **CNM 6020** : *Raccords en acier, au pas du gaz. Manchons doubles.* — **CNM 6021** : *Raccords en acier, au pas du gaz. Manchons et écrous de joint.* — **CNM 6024** : *Manomètres. Vue d'ensemble et caractéristiques principales.* — **CNM 6025** : *Manomètres. Diamètres nominaux et dimensions principales des boîtiers.* — **CNM 6026** : *Manomètres. Raccords.* — **CNM 6027** : *Manomètres. Dispositif de fixation des manomètres vérificateurs (Prescriptions réglementaires pour installations terrestres).* — **CNM 6028** : *Manomètres. Échelles de pressions limites d'emploi.* — **CNM 6029** : *Manomètres. Cadrans (diamètres de 80 et au-dessus).* — **CNM 6030** : *Manomètres. Exemples de subdivision et chiffrage des graduations.* 1° *Manomètres et vacuomètres (diamètres de 80 et au-dessus).* — **CNM 6031** :..... 2° *Manovacuomètres (diamètres de 80 et au-dessus).* — **Feuilles de normes** (octobre 1934), **CNM 3001** (remplace CNM 4) : *Fraisures normales et profil limite des têtes fraisées des boulons, vis et rivets.* — **CNM 3002** (remplace CNM 15) : *Vis à tête fendue, cylindrique ou ronde pour métaux. Diamètres de 1,8 à 36 mm.* — **CNM 3003** (remplace CNM 16) : *Vis à tête fendue, fraisée ou bombée pour métaux. Diamètres de 1,8 à 36 mm.* — **CNM 3004** : *Fentes de vis et sections des lames de tournevis.* — **CNM 3005** (remplace CNM 88) : *Longueurs de tige, longueurs de filetage et serrages pour boulons et goujons à un seul écrou et pour vis. Diamètres de 1,8 à 4,5 et 5,5* (extension de CNM 18). — **CNM 3006** (remplace CNM 20) : *Écrous hexagonaux bruts et usinés. Diamètres de 1,8 à 80 mm.* — **CNM 3007** (remplace CNM 84) : *Écrous cylindriques (anciennement dits « écrous ronds »).* — **CNM 3008** : *Tolérances de boulonnerie usinée.* — **CNM 3009** et **3010** : *Tolérances de boulonnerie brute.* — **CNM 4023** : *Tarauds courts à main (SI). Tarauds-mères à repasser les filières (SI). Tarauds pour machines à décolleter (SI). Diamètres de 1 à 2,5 et de 64 à 80* (complément à la norme CNM 201). — **CNM 5006** : *Bagues de graissage pour arbres de transmission.* — **CNM 5007** : *Bagues d'arrêt en acier pour arbres de transmission.* — **CNM 5008** : *Bagues d'arrêt en fonte pour arbres de transmission.* — **CNM 5009** : *Arbres à échelons. Congés de raccordement des arbres. Arrondis ou chanfreins de moyeux correspondants.* **17836**

*
* *

Les arts indigènes. (*Nord-Sud*, Revue mensuelle illustrée d'informations marocaines). In-4 (37 × 27) de 73 p., fig., VI pl. **Pièce 13862**

D'ANJOU (MAURICE). — **Le Comité d'Action coloniale de Rouen, 1925-1933.** In-8 (27 × 18) de 20 p. Rouen, Société industrielle de Rouen, place de la Cathédrale et 2, rue du Petit-Salut. **Pièce 13863**

CHAN (M.). — **Note sur une avarie de chaudière à haute pression** (ex *Revue générale des chemins de fer*, août 1934). In-4 (30 × 21) de 11 p., 10 fig. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1934. (*Don de la Cie des Chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée, membre de la Société.*) **Pièce 13864**

CHAMBRE SYNDICALE DES RAFFINEURS DE PÉTROLE. — **Les combustibles en France et le raffinage du pétrole, 1933-1934.** In-8 (25 × 15) de 2 p., 1 pl. Paris, 9, square Messine. **Pièce 13865**

TOUMANOFF (C.) et NANTA (J.). — **Enquête sur l'apiculture au Tonkin** (ex *Bulletin économique de l'Indochine*, nov.-déc. 1933). In-8 (27 × 19) de 34 p., 1 pl. Hanoï, Imprimerie d'Extrême-Orient, 1934. (*Don de M. C. Toumanoff.*) **Pièce 13866**

VILAIN (A. et CH.). — **La crise mondiale et le chômage. Le remède.** In-8 (23 × 15) de 31 p. Paris, Messageries Hachette, 1934. (*Don des auteurs.*) **Pièce 13867**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Mémorial des Poudres, publié par les soins du SERVICE DES POUDRES, avec l'autorisation du Ministre de la Guerre. — Tome XXV (4e fascicule). Paris, Les Presses universitaires de France, 49, boulevard Saint-Michel (5e), 1932-33. **Pér. 223**

INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE. (Ministère de l'Agriculture.) — **Annales**. Tome XXVI (42e volume de la collection). Alençon, Imprimerie alençonnaise, 9-13, rue des Marcheries, 1933-1934. **Pér. 20**

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DU MAROC. — **Mémoires**, n° XXXVIII (15 mai 1934) : *Tableau phytogéographique du Maroc*, par Louis EMBERGER et René MAIRE. 1re partie, de VIII + 196 p., 16 fig., XVI pl. — N° XXXIX (31 juillet 1934) : *Mémoire annuel consacré à la physique du globe et à la météorologie du Maroc, 1932*, par Georges ROUX, de 93 p., 13 fig. Rabat, Institut scientifique chérifien; Paris, Émile Larose, 11, rue Victor-Cousin (5e), 1934. **Pér. 469**

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES. — **Mémoires** n° **31**, 1934 (Vol. 4, n° 8) : *Contribution à la connaissance des Desmidiacées des environs de Sainte-Croix*, p. 415-504, VIII pl., 1 carte. — n° **32**, 1934 (Vol. 5, n° 1) : *Étude d'une méthode de mesure de l'effet Thomson*, p. 1-58, 11 fig., I pl. Lausanne. **Pér. 209**

MINISTÈRE DU TRAVAIL. — DIRECTION DU TRAVAIL. — **Statistique des grèves survenues pendant l'année 1930**. Paris, Imprimerie nationale, 1934. **Pér. 205**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Miscellaneous Publication**, n° **144** : *Summary report of Bureau of Standards Research on Preservation of Records*, 27 p., 1 fig., I pl. 1934. **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Circular**, n° **404** : *Cautions regarding gas-appliance attachments*, 10 p., 2 fig., 1934. **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Handbook**, n° **18** : *Radium protection for amounts up to 300 milligrams*, 5 p., 1934. **Pér. 61**

SMITHSONIAN MISCELLANEOUS COLLECTIONS. — Vol. **90** : *World Weather Records, 1921-1930*; 616 p. (Publication 3218.) Washington, 1934. **Pér. 27**

L'agent général, gérant,
E. LEMAIRE.

BRODARD ET TAUPIN, Coulommiers-Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

133e ANNÉE. DÉCEMBRE 1934.

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

LE BANC D'ESSAIS POUR LOCOMOTIVES DE VITRY-SUR-SEINE (SEINE) [1]

par M. C. RENEVEY, *directeur de l'Office central d'Études de Matériel de chemins de fer des Grands Réseaux français.*

Le banc d'essais pour locomotives de Vitry a déjà été l'objet de nombreux articles. Un grand nombre de revues techniques en ont fait mention tout en félicitant les Grands Réseaux français de leur initiative. Je suis heureux de pouvoir, à l'occasion de cette conférence, les en remercier. Mais — car en toute chose il y a toujours un mais — mais il est arrivé qu'elles ont quelquefois été un peu loin dans leurs appréciations. C'est ainsi que dans l'une d'elles, j'ai pu lire quelque chose dans ce genre : « On va enfin pouvoir étudier scientifiquement les locomotives. »

Je ne saurais trop m'élever contre une telle opinion et si je ne le faisais, je suis bien convaincu que certains parmi vous se lèveraient pour me dire : « Croyez-vous donc que ce soit par l'effet du hasard que nous ayons amené la locomotive à vapeur au point de perfectionnement que vous connaissez? »

Il est bien certain que l'on n'a pas attendu le banc d'essais pour faire des essais méthodiques et scientifiques des locomotives. Le banc n'est qu'un moyen nouveau d'effectuer ces essais, mais un moyen qui présente à certains points de vue des avantages et des facilités par rapport à ceux utilisés jusqu'à ce jour.

Pour vous permettre de juger de ces avantages et de ces facilités, il me paraît indispensable, avant d'entreprendre la description du banc, de faire un exposé rapide des méthodes d'essais qui ont été d'usage courant jusqu'à ce jour et qui, ne l'oublions pas, continueront à l'être.

Pour se rendre compte de la consistance des essais principaux que l'on peut faire subir à une locomotive, il faut se reporter à l'usage qu'il en est fait. Une locomotive est destinée à transporter du tonnage d'un point à un autre et, comme c'est un outil industriel, de la manière la plus économique possible. Il est donc nécessaire de déterminer d'une part le tonnage des trains qu'elle peut remorquer à des vitesses différentes et d'autre part sa consommation par tonne transportée.

Il ne semble pas difficile d'obtenir ces caractéristiques. Il suffira pour cela de faire circuler entre deux points donnés des trains dont on augmentera le tonnage

(1) Conférence faite par l'auteur en séance publique le 10 novembre 1934.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

jusqu'au maximum possible pour une vitesse donnée, puis de mesurer le charbon brûlé, ce qui permettra de déterminer la consommation par tonne kilométrique.

De tels essais sont loin de résoudre le problème en entier. La première caractéristique sera valable pour la ligne considérée et ne vaudra évidemment rien pour des lignes ayant des profils différents. La seconde caractéristique n'aura aucun caractère d'exactitude scientifique : la consommation de charbon à un train dépend, en effet, de conditions qui sont indépendantes de la machine : ce sont, d'une part, la manière de conduire du mécanicien; on conçoit aisément que, sur un parcours donné, monter les parties en rampes à vitesse élevée ou à vitesse faible doive modifier très sensiblement la consommation, et d'autre part les conditions climatiques, le vent en particulier, ont une influence considérable.

Les voitures dynamomètres ont permis des mesures plus scientifiques. Au moyen de ces voitures on enregistre automatiquement l'effort de traction au crochet de la machine, le chemin parcouru et la vitesse. Au moyen des diagrammes on peut obtenir la puissance instantanée et le travail réellement effectué au crochet. Ce sont là deux données principales qui sont déjà en meilleure coordination avec la consommation et qui permettront de déterminer les caractéristiques de la locomotive.

L'outillage des voitures dynamomètres s'est développé peu à peu avec la nécessité de mieux voir ce qui se passe sur la locomotive et de mieux se rendre compte de l'effet réel des modifications qu'on leur apporte. Je n'insiste pas sur ces appareils que nous retrouverons tout à l'heure au banc d'essais.

L'emploi de voitures dynamomètres à des trains normaux ne permet pourtant pas de calculer le rendement exact. Vous savez tous en effet que le rendement d'une locomotive varie avec sa puissance. Or, quand une locomotive remorque un train, la puissance qu'elle développe au crochet de traction varie constamment, et dans de très larges proportions, avec le profil de la ligne parcourue. Quand on dépouille les diagrammes on doit se contenter de déterminer la puissance moyenne développée sur tout le parcours et d'attribuer à cette puissance moyenne le rendement calculé. Cela manque encore de rigueur scientifique.

Pour aller plus loin dans le sens de cette rigueur, on emploie la méthode dite à vitesse et puissance constantes. Imaginée par Loewiy des Chemins de fer russes, elle fut mise au point par M. le professeur Czeczott du Ministère des Communications polonais. La méthode consiste en principe à atteler à la locomotive que l'on veut essayer un train d'un tonnage tel qu'elle ne puisse le remorquer à la vitesse et à la puissance fixées pour l'essai. Une locomotive auxiliaire, placée dans le train, fournit l'appoint de puissance nécessaire pour maintenir la vitesse constante, appoint qui varie suivant le profil de la ligne.

Cette méthode, qui est encore utilisée par M. Czeczott, est assez délicate du point de vue opératoire. C'est en effet la résistance au roulement du train qui fournit seule l'effort résistant. Or, cette résistance, comme nous l'avons déjà dit, varie énormément avec le profil : une rampe de 2 à 3 mm/m la double à peu près. On voit tout de suite combien la machine régulatrice doit être utilisée avec précaution et doigté si l'on veut réaliser une vitesse vraiment constante.

La méthode de M. Czeczott a été améliorée par les Allemands à leur grande Station d'Essais de Grunewald, et c'est sous cette nouvelle forme qu'elle est utilisée depuis plusieurs années par les chemins de fer français. Le train a été complètement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

supprimé et l'effort retardateur destiné à le remplacer est obtenu au moyen d'une ou de plusieurs locomotives agencées pour freiner par compression d'air dans leurs cylindres. On voit tout de suite que l'effort retardateur, dont la majeure partie résulte du freinage, devient presque indépendant du profil de la ligne et, en fait, on obtient une régularité de vitesse tout à fait remarquable.

La méthode dite de Grunewald présente pourtant encore quelques défauts. Tout d'abord, au point de vue opératoire, elle exige, comme toute méthode d'essais en ligne, d'avoir une ligne assez longue et sur laquelle il sera possible de travailler sans trop gêner la marche des trains normaux. Il est en effet indispensable de n'avoir en cours de route aucun ralentissement pour travaux ou signaux fermés, sans quoi l'essai ne présente plus la continuité indispensable pour un essai vraiment scientifique. D'un autre côté, on ne peut en général opérer que sur des distances relativement courtes, 100 à 120 km, et alors interviennent les erreurs sur la détermination du charbon consommé. Il faut en effet évaluer la différence de poids du charbon qui se trouve dans le foyer au début et à la fin de l'essai. C'est une évaluation délicate à faire et qui peut donner facilement lieu à erreur; mais cette erreur est en valeur absolue indépendante de la durée de l'essai : plus l'essai dure longtemps, plus l'erreur relative sera faible et c'est là un des principaux avantages des bancs sur lesquels les essais n'ont comme limite de durée que la résistance de la machine et l'encrassement du feu.

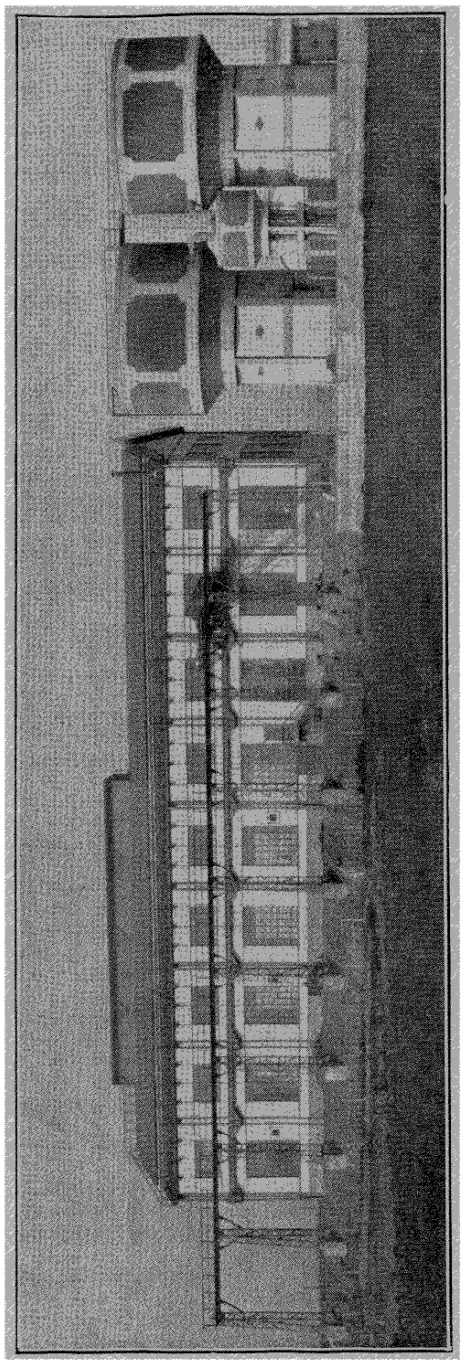


Fig. 1. — Vue d'ensemble extérieure du banc d'essais pour locomotives de Vitry-sur-Seine.

Ajoutons encore, pour ceux qui désirent aller jusqu'au bout de la rigueur scientifique, que les essais dont nous venons de parler peuvent encore prêter à une autre critique. En effet, si la puis-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sance aux cylindres est véritablement constante, le cran de marche de la locomotive et la vitesse ne variant pas au cours de l'essai, l'effort de traction au crochet et par conséquent la puissance utile varient quelque peu, l'effort retardateur des machines devant, comme nous l'avons dit, être rectifié suivant le profil. Reconnaissons d'ailleurs que d'un essai à l'autre ces variations de l'effort au crochet sont identiques et c'est là le point intéressant, car la majorité des essais sont des essais comparatifs.

D'un autre côté, les conditions climatiques ont, ici encore, une certaine influence, l'effort disponible au crochet est fonction de la résistance à l'avancement dans l'air de la locomotive à essayer et cette résistance peut varier suivant la vitesse et la direction du vent régnant. A ce point de vue, on fait donc une entorse, d'ailleurs légère, à la rigueur scientifique.

La véritable rigueur scientifique ne peut en vérité s'obtenir que sur un banc d'essais.

Sur un banc d'essais, la locomotive repose par ses essieux exactement à la partie supérieure de rouleaux accouplés à des freins. Elle est attelée à un dynamomètre. Prenant appui durant son mouvement de rotation sur les rouleaux, elle exerce sur le dynamomètre le même effort qu'elle exercerait en ligne, dans les mêmes conditions, sur le crochet de la voiture dynamomètre. Il suffira pour réaliser un essai de se fixer le cran de marche et la vitesse, le cran de marche restera fixe et l'uniformité de la vitesse sera réalisée par le fonctionnement des freins des rouleaux. Avec un tel mode opératoire tout peut rester constant, à part les légères variations résultant de l'emploi même des appareils. Il sera donc très facile d'y effectuer les essais principaux de puissance et de rendement dont nous avons parlé en débutant et tous les essais de comparaison. Je n'insiste pas sur les commodités que présente, pour l'exécution des essais, le fait de disposer d'un local fermé et à l'abri des intempéries.

Remarquons toutefois que les résultats que nous obtiendrons au point de vue de l'effort de traction et de la puissance ne pourront être comparables à ceux qu'on obtient en ligne, puisque n'intervient plus la résistance de l'air et que, par ailleurs, certaines conditions de marche sont différentes telles que : le soufflage de l'air dans le cendrier, le refroidissement plus intense en marche; ils seront donc à modifier dans une certaine proportion pour pouvoir être utilisés en service courant. On a bien songé à installer au banc d'essais une soufflerie qui permettrait de réaliser certaines conditions de la circulation en ligne, mais on a dû y renoncer en raison de l'importance des installations à réaliser et du peu de bénéfice à en tirer.

Je ne voudrais pas terminer sur ce point particulier, sans signaler aussi que les résultats des appareils spéciaux que l'on peut essayer au banc seront toujours meilleurs que ceux obtenus en service courant. Dans de tels essais, où l'utilisation des appareils est surveillée de très près et où la puissance fournie par la machine est en général élevée, le rendement est maximum : on se trouve dans les conditions les plus favorables et les pourcentages d'économie réalisés sont des maxima. Sur la ligne, il est assez loin d'en être de même et il ne faut pas oublier que tout essai d'appareil au banc doit être complété par des essais en service normal de longue durée et effectués sur un nombre de locomotives assez élevé pour éliminer toutes autres influences, telles que : état d'entretien, différence des services.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

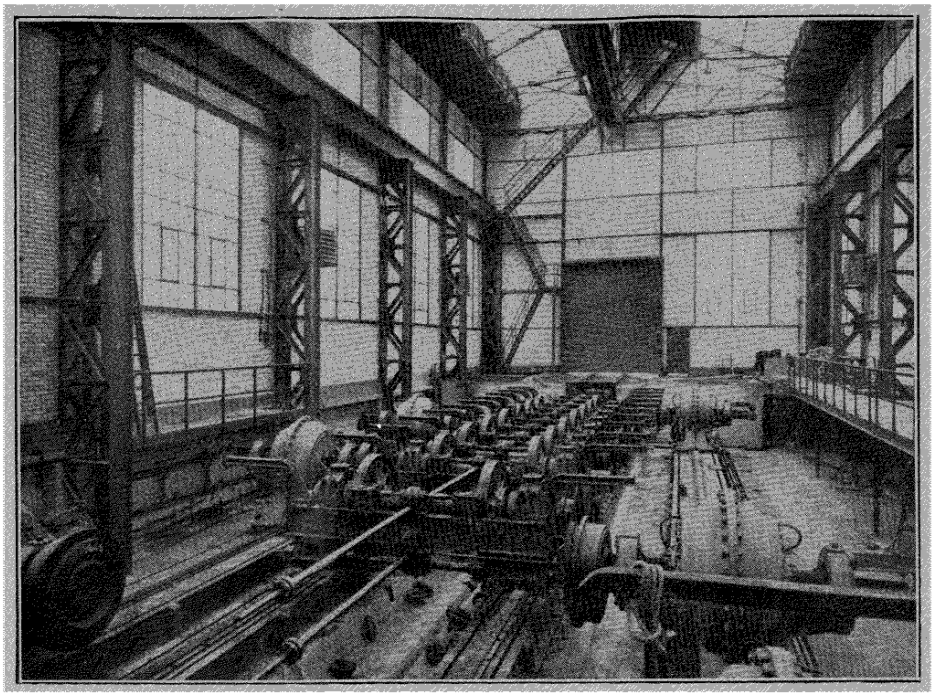


Fig. 2. — Vue du banc d'essais, la plate-forme enlevée.

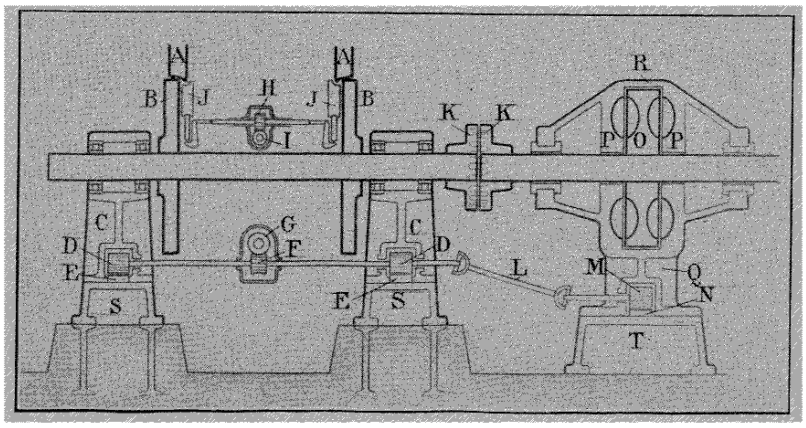


Fig. 3. — Coupe schématique transversale du banc d'essais par l'axe commun d'une paire de rouleaux et de son frein hydraulique.

A, roues de la locomotive; — B, rouleaux; — C, palier des rouleaux; — D, pignon d'entraînement des rouleaux; — E, crémaillère; — F, G, engrenage à vis sans fin d'entraînement; — H, I, engrenage et vis pour la commande du mouvement de la plate-forme; — J, plate-forme; — K, manchon d'accouplement élastique des rouleaux et du frein; — L, transmission du mouvement de translation commun aux rouleaux et au frein; — M, pignon d'entraînement du frein; — N, crémaillère; — O, P, rotor et stator du frein hydraulique Froude R; — Q, bâti du frein; — R, frein hydraulique Froude; — S, bancs des rouleaux; — T, banc des freins.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le premier banc d'essais a été édifié en 1891 aux États-Unis à l'Université de Purdue; mais le plus connu est celui d'Altona, qui figura en 1904 à l'Exposition universelle de Saint-Louis. Il en existe un autre en Angleterre à Swindon, sur lequel il n'a jamais été effectué, à notre connaissance du moins, de véritables essais, et un dernier à Grunewald, près Berlin, dont il a été donné, depuis sa construction en 1930, des descriptions dans quelques revues techniques.

Lorsque la locomotive se présente sur le banc elle quitte la voie normale pour s'engager sur une plate-forme formée de deux grandes poutres J et dont la partie supérieure est en forme de gorge (fig. 3 et 4). Les boudins des roues A s'engagent dans ces gorges de sorte que la surface de roulement des bandages peut passer au-dessus des rouleaux B sur lesquels les roues vont reposer quand la plate-forme sera abaissée. Cette opération s'effectue au moyen d'un moteur électrique de 10 ch qui actionne, à l'aide d'un arbre I courant tout le long du banc des engins de levage placés sur le bâti de chaque rouleau.

Les rouleaux B (fig. 3) ne sont autre que des essieux à fusées extérieures et bandages cylindriques qui reposent, par l'intermédiaire de deux paliers C, sur des bancs S le long desquels on peut les déplacer pour les mettre à des écartements égaux à ceux des essieux de la locomotive. Le déplacement des rouleaux se fait au moyen de pignons dentés cylindriques D, d'axe parallèle à celui des rouleaux et engrenant sur des crémaillères E; le même moteur électrique permet de déplacer les rouleaux soit seuls, soit simultanément. Le déplacement des freins R se fait en même temps que celui des rouleaux par l'intermédiaire d'un arbre L à double cardan, d'un pignon denté M, engrenant sur la crémaillère N, fixée sur le banc T.

Chacun des rouleaux placés sous les essieux accouplés de la locomotive est relié par un accouplement élastique K à un frein Froude R.

Enfin la machine est attelée par sa cheville d'attelage à un dynamomètre hydraulique solidement fixé à une poutrelle Grey ancrée dans un massif de béton.

L'expérience nous ayant montré que certaines machines étaient sujettes à un mouvement de recul qui, bien que sans aucun inconvénient en service normal, devenait parfois fort violent au banc dans certaines conditions par suite d'effets de résonance, nous complétons quelquefois l'attelage par des amortisseurs hydrauliques.

Dans le but d'éviter les vibrations et surtout leur propagation au bâtiment lui-même, l'ensemble des installations qui précèdent est fixé sur un massif de béton d'environ 1.000 t complètement indépendant de toutes les autres fondations.

Il est absolument nécessaire que les roues de la locomotive reposent bien exactement à la partie supérieure des rouleaux, autrement dit que l'axe d'un essieu et celui du roulement correspondant soient dans un plan vertical; une différence dans un sens ou dans un autre ferait intervenir une partie du poids de la machine dans l'effort produit sur le dynamomètre et fausserait les résultats. Pour réaliser cette condition on utilise un appareil basé sur le principe suivant.

Un fléau articulé en son milieu (fig. 6) porte à chaque extrémité une roulette. On fait porter ces roulettes sur la surface de roulement des rouleaux et on déplace l'appareil jusqu'à ce que la ligne des centres des roulettes soit horizontale, ce que l'on vérifie à l'aide d'un niveau. A ce moment, le milieu exact de la distance des roulettes se trouve sur la verticale de l'axe des essieux. On soulève alors ver-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

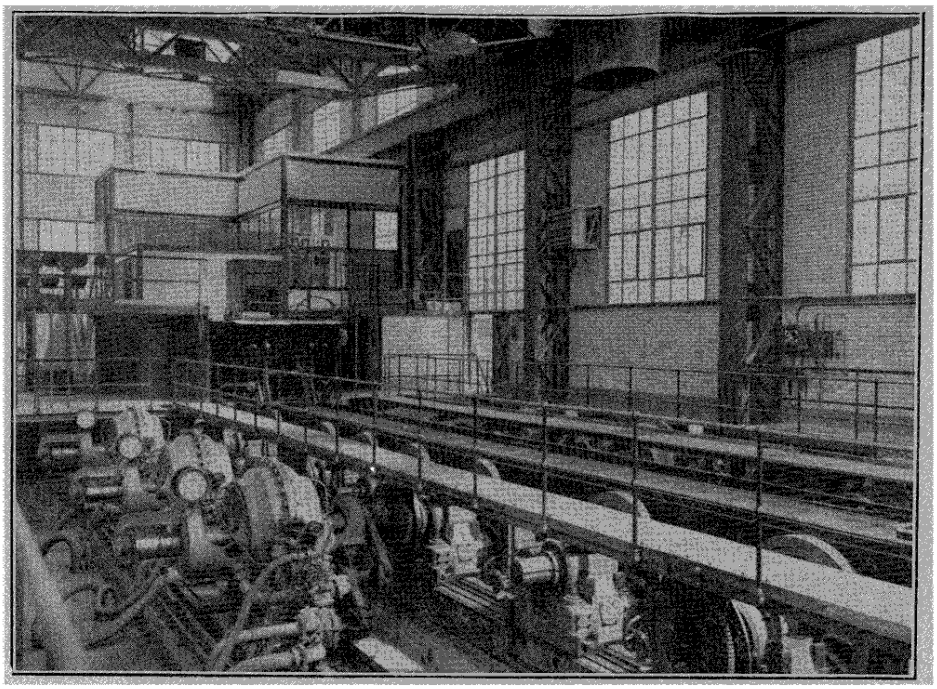


Fig. 4. — Vue du banc et de la cabine des appareils de mesure.

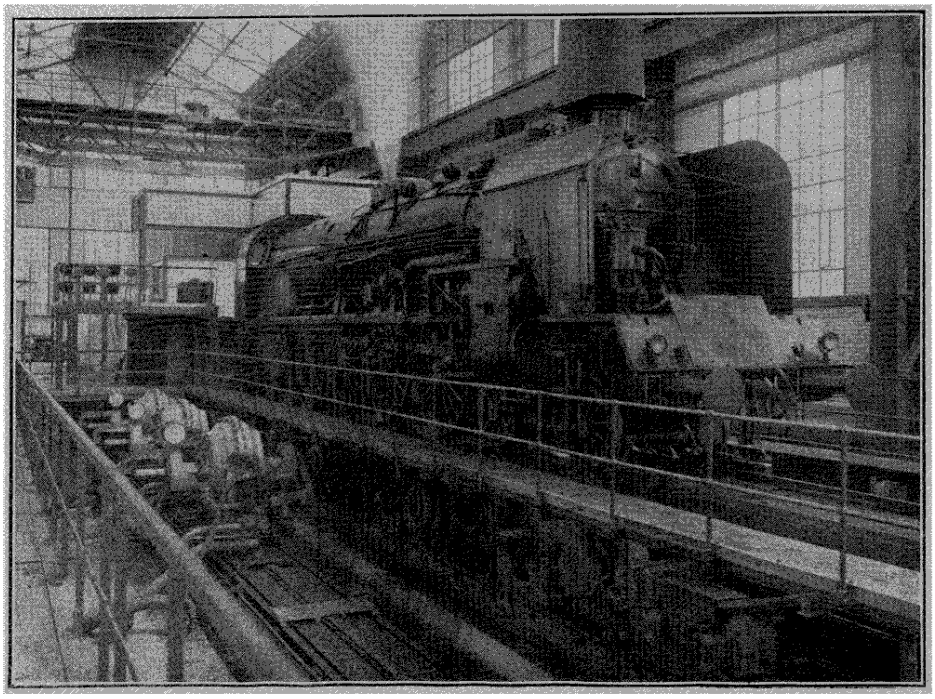


Fig. 5. — Vue du banc d'essais, la locomotive en place.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ticalement l'ensemble jusqu'à ce que les deux roulettes viennent porter sur la roue de la locomotive. Si les centres des deux roues sont sur la même verticale, l'appareil reste horizontal; dans le cas contraire, on constate, au moyen d'un levier amplifi-

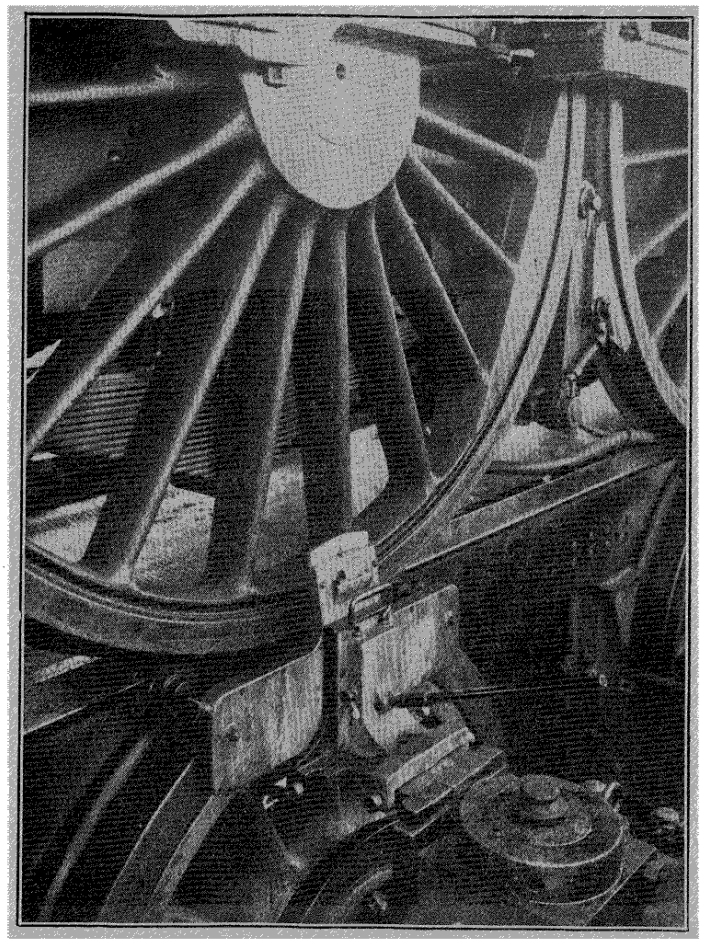


Fig. 6. — Appareil à vérifier la position des essieux.

cateur, la discordance à laquelle on remédie. Cet appareil peut d'ailleurs s'employer aussi bien durant l'essai qu'au repos.

Il est évidemment indispensable que la position initiale donnée à la machine sur ses rouleaux se conserve durant toute la durée de l'essai. Or le dynamomètre, qui n'est autre qu'un pot de presse à huile, ne saurait, malgré la perfection de l'ajustage, être absolument étanche. Les très légères fuites qui se produisent au cours d'un essai tendent à ramener le piston du pot de presse vers le fond et permettent une légère avance de la machine sur ses rouleaux. Une pompe de compensation remédie à cet inconvénient possible.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cette pompe, actionnée électriquement et constamment en marche, refoule de l'huile dans le pot de presse, mais se court-circuite dès que le piston a repris sa place normale.

Les freins Froude accouplés à nos rouleaux ont été construits spécialement pour cet usage. Identiques, comme principe tout au moins, à ceux qui sont utilisés dans

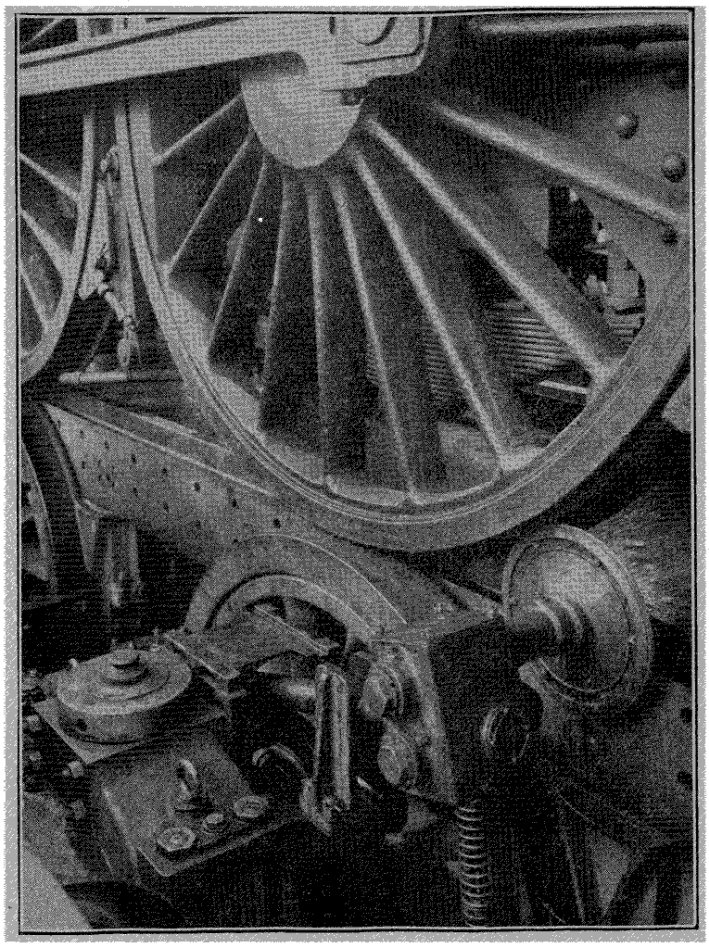


Fig. 7. — Prise de mouvement de la table dynamométrique.

l'industrie, nous n'en ferons pas la description. La seule particularité, d'ailleurs fort intéressante, qu'ils présentent est que leur alimentation en eau se fait sous l'influence d'une pompe rotative, dont la vitesse est proportionnelle à celle du frein.

Si, pour un motif quelconque, la vitesse de la machine, et par conséquent des freins, tendait à s'accroître, le débit de cette pompe augmentant, la quantité d'eau à l'intérieur du frein ferait de même, d'où un accroissement du couple résistant. Il

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

y a dans cette disposition une sorte d'auto-régulation qui n'est pas complète, mais qui facilite nettement le maintien de la régularité de la vitesse.

Les freins sont alimentés en eau par un petit réservoir à niveau constant de 30 m³ (fig. 1). Ce réservoir est lui-même alimenté par un réservoir de 400 m³. L'eau sortant des Froudes est renvoyée par une pompe automatique dans un autre réservoir de 400 m³, dans lequel elle se refroidit en attendant l'essai suivant.

La commande des freins se fait d'une plate-forme qui domine le banc au moyen de deux volants qui manœuvrent simultanément l'un toutes les vannes d'entrée, l'autre toutes les vannes de sortie. L'agent qui opère a devant les yeux des cadrans qui lui indiquent la vitesse de rotation de chacun des Froudes. Il peut ainsi se rendre compte des glissements qui pourraient se produire. Un des points délicats du réglage des freins a été dès l'origine la concordance des puissances absolues absorbées par chacun d'eux au même régime. Il était en effet nécessaire qu'au moment où la locomotive développe un effort de traction voisin de son adhérence, chacun des freins ne produisît que l'effort retardateur correspondant à la roue à laquelle il correspond. Si cet effort est trop élevé il y aura patinage. Après quelques tâtonnements, nous sommes assez vite arrivés à une concordance des freins à peu près parfaite.

Le chemin parcouru par la locomotive est relevé au moyen d'une roulette (fig. 7) qui s'appuie contre le bandage d'une roue et dont le mouvement est transmis mécaniquement à la table dynamométrique. Bien que l'entraînement de cette table ne nécessite qu'un effort assez faible, nous avons éprouvé quelques difficultés pour éviter le glissement de la roulette. Nous y sommes à peu près parvenu, mais craignant qu'il ne se produise des glissements imperceptibles et, de ce fait, difficiles à déceler, mais pourtant suffisants pour faire suspecter les résultats de nos essais, nous venons de renoncer à la roulette. Elle sera remplacée d'ici peu par un dispositif entièrement mécanique prenant son mouvement sur le bouton de manivelle d'un essieu.

L'évacuation des fumées de la locomotive se fait par une cheminée (fig. 8) se déplaçant le long d'un grand couloir placé à la partie supérieure de la toiture.

*
* *

Dans une salle spéciale qui domine le banc d'essais, sont placés la plupart des appareils de mesure.

Tout d'abord une table dynamométrique Amsler du type bien connu, entraînée, comme nous venons de le dire, par le mouvement pris sur les roues de la machine. Le papier de cette table peut se dérouler soit proportionnellement au temps, soit proportionnellement à l'espace parcouru. On y retrouve, comme dans une voiture dynamométrique, les courbes donnant la vitesse, l'effort de traction, la puissance et le travail au crochet totalisé.

Sur un des murs de la même salle, on remarque une série de cadrans; ce sont des manomètres et des dépressiomètres que l'on peut relier aux différents points intéressants de la locomotive : chaudière, collecteur de surchauffe, boîtes à vapeur, colonne d'échappement, boîte à fumée, cendrier, etc. Ces appareils ont été disposés dans le local des appareils et non sur la locomotive, où ils sont en général, pour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

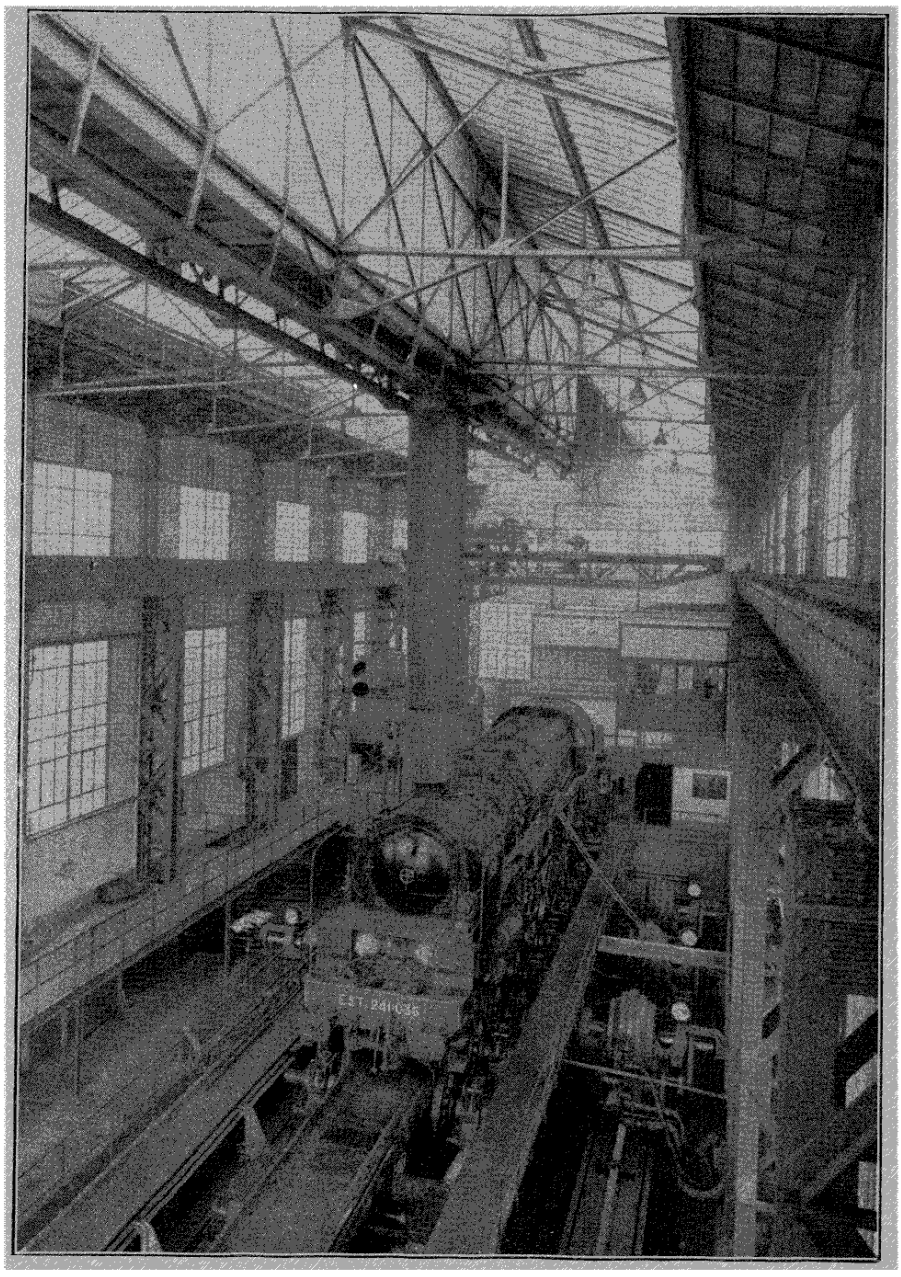


Fig. 8. — Vue d'ensemble du banc d'essais pour locomotives de Vitry-sur-Seine.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

leur éviter les variations de température qui influent sur leurs indications. Au moyen de relais électriques, dont ils sont munis, toutes ces pressions et dépressions s'inscrivent sur des diagrammes se déroulant en fonction du temps.

Sur des diagrammes du même genre, on relève, au moyen de pyromètres électriques, toutes les températures qui présentent quelque intérêt pour l'essai : air ambiant, gaz à l'intérieur du foyer et dans la boîte à fumée, vapeur dans le collecteur de surchauffe et à l'échappement.

Des appareils électriques enregistreurs nous renseignent, tout au moins approximativement, sur la teneur en oxyde de carbone et en gaz carbonique des gaz de la boîte à fumée. Des analyses de ces gaz, faites de temps à autre au cours de l'essai, fournissent des indications plus précises.

Le banc dispose d'appareils Maïhak permettant la prise, en cours d'essai, de diagrammes de la pression de vapeur dans les cylindres.

Enfin, on pèse directement le charbon consommé au cours de l'essai et, au moyen de bacs jaugés, on mesure la quantité d'eau introduite dans la chaudière. Ce dernier renseignement est en général contrôlé au moyen de compteurs d'eau placés entre les injecteurs de la chaudière.

En dehors du banc proprement dit, nous possédons tout ce qui est nécessaire pour la vérification de nos appareils : manomètres et cames pyrométriques et pour l'évaluation des pouvoirs calorifiques des charbons utilisés pour les essais.

Pour terminer nous indiquerons les chiffres les plus intéressants concernant les caractéristiques du banc.

La longueur de la plate-forme est de 24 m, mais le massif en béton et les assises des crémaillères ont été construits pour 32 m.

Nous disposons de 8 rouleaux et de 6 Froudes; tous ces engins sont rigoureusement interchangeables et on pourra, quand on le voudra, en augmenter le nombre.

La puissance d'absorption des freins prévue au contrat de fourniture (1.200 ch à des vitesses variant entre 40 et 160 km/h), s'est révélée à l'usage bien supérieure et paraît devoir atteindre 1.900 ch. Les rouleaux peuvent supporter 30 t; ils permettent l'essai de locomotives dont les roues ne seraient écartées que de 1,350 m.

Le dynamomètre est prévu pour 45 t mais peut en supporter 70 sans aucune déformation.

Il est possible d'enregistrer :

3 températures de gaz.	de	0	à	1.500°
12 — —	de	0	à	600°
6 — d'eau, ou d'air	de	0	à	320°
6 — de vapeur	de	0	à	600°
6 pressions	de	5	à	25 hpz.
6 —	de	0	à	130 hpz.
6 dépressions.				

L'exactitude des mesures imposées pour la fourniture des appareils était la suivante :

Effort de traction	± 1	p. 100.
Vitesse	± 1,5	—
Travail	± 3,5	—
Puissance	± 5	—

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En réalité, ces limites n'ont jamais été atteintes au cours des vérifications.

L'étude de détail et la fourniture de toute la partie mécanique du banc a été effectuée, sous le contrôle de l'O. C. E. M. par les Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt. Nous n'avons eu jusqu'à ce jour qu'à nous féliciter de la manière dont les conditions d'exécution imposées au constructeur ont été réalisées.

ESSAIS D'UNE LOCOMOTIVE ANGLAISE SUR LE BANC DE VITRY

La Compagnie des Chemins de fer anglaise du London and North Eastern Railway (L. N. E. R.) vient d'envoyer en France, pour être essayée au banc de Vitry, sa nouvelle locomotive *Cock of the North*. Cette locomotive est du type 1-4-1 à simple expansion et surchauffe; ses caractéristiques principales sont les suivantes :

Dimensions des 3 cylindres.	532 × 660 mm
Diamètre des roues motrices	1,880 m
Empattement rigide	5,945 m
Empattement total.	11,556 m
Timbre	15,4 kg
Surface de grille.	4,6 m²
Tubes.	43 de 134 mm + 121 de 57 mm
Surface totale de chauffe	252 m²
Poids adhérent	82 t
Poids total	112 t.

Elle est accouplée à un tender, à 4 essieux et à caisse à eau soudée, qui peut contenir 8 t de charbon et 22 m³ d'eau. La faible contenance en eau s'explique par le fait que les chemins de fer anglais utilisent très couramment la prise d'eau en marche.

M. Gresley, Ingénieur en chef du L. N. E. R., qui a étudié cette locomotive, l'a pourvue d'un certain nombre de dispositifs d'origine française, rendant ainsi hommage aux travaux entrepris durant ces dernières années dans notre pays.

C'est ainsi que la locomotive *Cock of the North* est munie d'un réchauffeur d'eau d'alimentation du type A. C. F. I. (Société auxiliaire de Chemins de fer et de l'Industrie) dont environ 2.300 exemplaires sont en service sur les locomotives françaises et 1.200 sur des locomotives étrangères. La distribution est du type Dabeg, à soupapes par cames rotatives, étudiée et mise au point par la Société d'Exploitation des Procédés Dabeg. L'échappement est du type Kylchap double. C'est cet échappement, étudié et mis au point par M. Chapelon, Ingénieur à la Compagnie du P.O.-Midi, qui est appliqué sur les locomotives *Pacific P.O.* et a contribué pour une large part à l'obtention des excellents résultats qu'elles ont donnés.

La locomotive *Cock of the North* est arrivée à Calais le 6 décembre par le ferry-boat de Douvres. Elle a continué sur Vitry par ses propres moyens en remorquant un petit train de wagons anglais contenant le charbon nécessaire aux essais et qui, pour permettre des comparaisons faciles, est celui qui est utilisé en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Angleterre. Arrivée à Vitry le 7, on a procédé immédiatement à la mise en place des appareils de mesure et les essais ont commencé le 12 décembre. On doit procéder tout d'abord à des essais de puissance, c'est-à-dire de détermination des courbes de puissance aux différents crans de marche et aux différentes vitesses, puis à des essais de consommation pour des puissances et des vitesses convenablement choisies.

C. Renevey.

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

par M. Ed. Sauvage, *membre du Conseil de la Société d'Encouragement.*

Institut de Technique sanitaire et Hygiène des Industries.

L'Institut de Technique sanitaire et Hygiène des Industries, organisme d'État, rattaché au Conservatoire national des Arts et Métiers, est destiné à la formation de techniciens de l'assainissement; il est placé sous la direction du professeur F. Heim de Balsac.

Les élèves régulièrement inscrits, et qui satisfont à l'examen de fin d'études, reçoivent un diplôme d'État, le *brevet de technicien sanitaire.*

Des auditeurs libres sont admis, sans être astreints à une scolarité régulière; il peut leur être délivré un certificat d'assiduité.

La durée des cours est de 4 mois; la plupart des leçons sont données dans la soirée.

Chambre de Commerce de Paris. Enquête sur le facteur humain. Réponses des industries de transport.

L'organisation scientifique du travail comporte, comme un de ses principaux éléments, *le facteur humain*; à cet élément se rattachent les meilleures conditions du travail, l'orientation et la sélection professionnelles, la prévention des accidents, les œuvres sociales.

Pour l'étude de ces questions, la Chambre de Commerce de Paris a créé un Institut d'organisation commerciale et industrielle, qui a entrepris une vaste enquête relative au facteur humain. Devant l'extrême importance du sujet, cet Institut a subdivisé son enquête en s'adressant d'abord aux administrations des chemins de fer, y compris le métropolitain de Paris, et à la Société des Transports en commun de la Région parisienne. Il a reçu des réponses détaillées qu'il vient de publier en un volume de 232 pages.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

UNIFICATION INTERNATIONALE DES NORMES FONDAMENTALES DE LA MÉCANIQUE :

Température de définition, Dimensions normales, Tolérances, Ajustements [1]

par le chef d'escadron d'Artillerie Pierre NICOLAU, *membre du Conseil de la Société d'Encouragement.*

APERÇU HISTORIQUE. DÉFINITION ET JUSTIFICATION DE LA NORMALISATION.

Bien qu'il existe actuellement en France de multiples bureaux de normalisation, une Association française de Normalisation et même un Comité supérieur de Normalisation, le mot *normalisation* ne figure à ma connaissance que dans les plus récents dictionnaires de notre langue.

Est-ce à dire que ce vocable nouveau, évocateur d'unification, de simplification, de spécification, ce mot que Littré ignora mais que l'Académie devra homologuer un jour, correspond à une idée nouvelle, à une nécessité propre à notre époque ?

Je ne remonterai pas à la préhistoire pour vous montrer que l'homme, comme le singe, a toujours été partagé entre deux besoins également impérieux; celui d'imiter d'abord (normalisation) puis, hélas! celui de se singulariser (dénormalisation).

Et je ne vous parlerai pas de la mode, qui passe pour une sœur aînée de la normalisation. Le mauvais exemple de cette sœur, qui de l'avis de tous a mal tourné, de cette éternelle Pénélope qui, pour le plaisir de nos yeux et le plus grand dam de notre bourse, défait sans cesse ce qu'elle a fait, serait pourtant riche en enseignements pour les normalisateurs de notre temps.

Désireux de me limiter ici au seul domaine de la mécanique, vous me permettrez seulement, en ma qualité d'artilleur, de saluer au passage la mémoire de Gribeauval, lieutenant-général et premier Inspecteur de l'Artillerie, qui, poursuivant l'œuvre ébauchée par Vallière, a été sans doute dans ce domaine le plus grand précurseur de la normalisation. Les *Tables des constructions des principaux attirails de l'Artillerie*, proposées ou approuvées de 1764 jusqu'en 1789 par Gribeauval, sont un admirable modèle d'unification, de simplification et de spécification. Les principes de l'interchangeabilité des fabrications mécaniques y sont nettement indiqués, comme aussi les moyens de la réaliser. Si l'on songe qu'avant Gribeauval, il existait autant de matériels différents que de régiments, autant d'éléments différents que de matériels, on est saisi d'admiration devant l'audace et la nouveauté du monument que son autorité a permis d'édifier. Quelques années après, son œuvre devait aider puissamment les armées de la République et contribuer grandement à l'épopée impériale !

Cependant l'exemple donné par Gribeauval dans le domaine restreint des fabrications d'artillerie ne fut guère suivi. L'individualisme, le libre jeu de la concur-

(1) Communication faite en séance publique par l'auteur le 24 novembre 1934.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rence, l'excès de la vitesse du développement du machinisme et la débauche de production corrélative s'y opposèrent sans doute.

Il faut arriver à la fin du XIX^e^ siècle pour que la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale s'inquiète du désordre de notre industrie mécanique. C'est alors qu'avec la collaboration de quelques techniciens avertis et clairvoyants, tels que MM. Richard et Marre, notre éminent président actuel du Comité des Arts

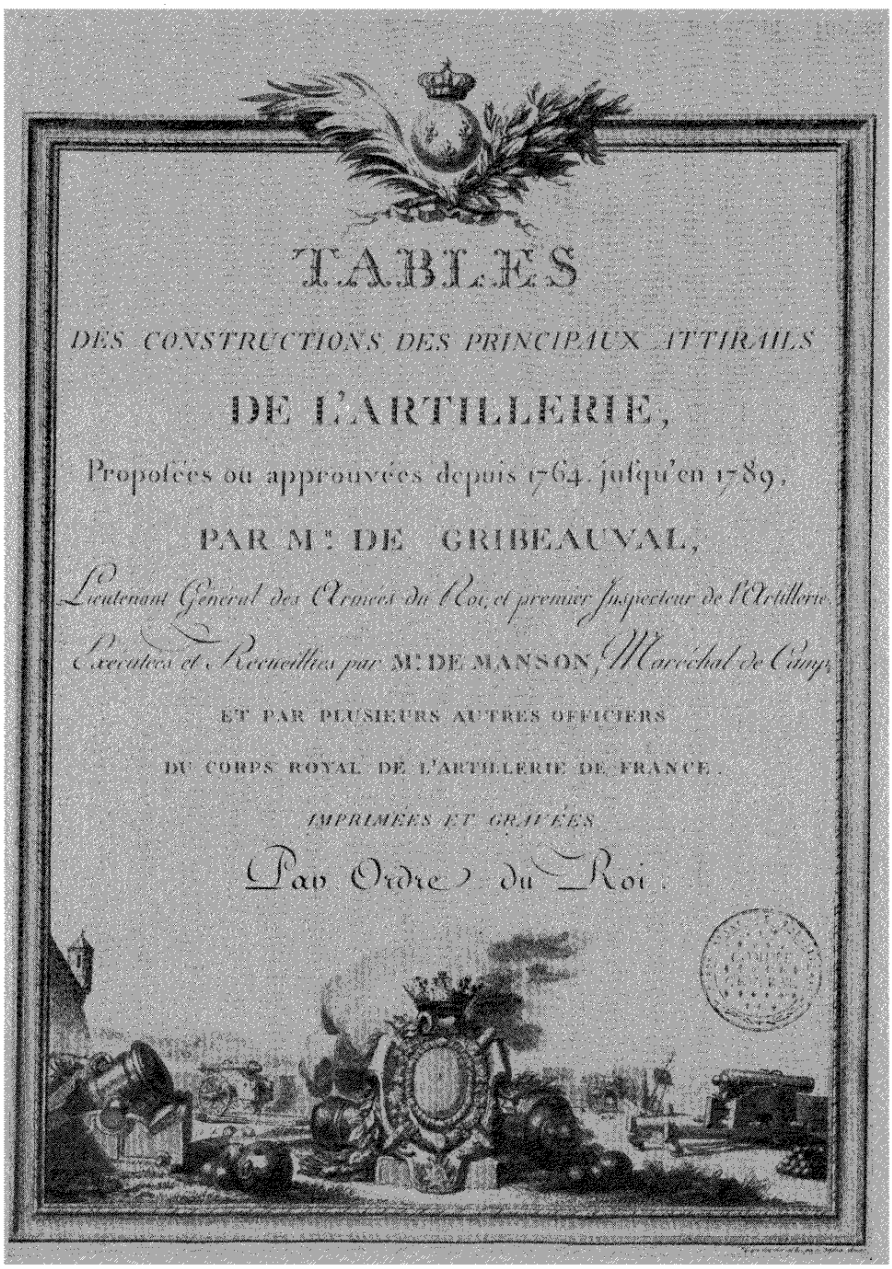


J. B. VAQUETTE DE GRIBEAUVAL,
Lieutenant-Général et premier Inspecteur de l'Artillerie (1776),
Commandant Général des Mineurs,
Bailli d'épée du Bailliage de l'Artillerie de France à l'Arsenal de Paris,
Grand'Croix de l'Ordre royal et militaire de saint Louis,
Feld-Maréchal-Lieutenant d'Autriche et Grand'Croix de l'ordre de Marie-Thérèse,
né à Amiens, le 10 septembre 1715,
mort le 9 mai 1789.

mécaniques. M. l'Inspecteur général Sauvage s'attaqua à l'un des plus difficiles problèmes d'unification : le filetage. Vous savez le succès de l'œuvre de M. Sauvage, dont les règles d'unification des filetages métriques, proposées en 1893 et adoptées en 1894, devaient aboutir en 1898 au système international, dit système S. I.

A la même époque, notre Société s'élevait avec vigueur contre la multiplicité et l'arbitraire des jauges en usage en France et à l'étranger, dont les numéros correspondaient rarement à des fractions duodécimales du pouce ou décimales métriques,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Page de garde des *Tables des Constructions* de GRIBEAUVAL.

et dont la graduation des numéros, presque toujours discontinue, était telle que le diamètre réel d'un fil ne variait pas proportionnellement à son numérotage. Son

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

action aboutit à la publication, après enquête publique, de la jauge de Paris, exprimée en dixièmes de millimètre sous le nom de jauge millimétrique.

DES PARTIES EN FER. 97

ÉCROUS GRATÉS.

NUMÉROS des ÉCROUS.	NUMÉROS du FER.	DIMENSIONS DES ÉCROUS.												NUMÉROS du PEIGNE servant à calibrer le pas de vis des TARAUDS. ***	ÉCARTEMENT & PROFONDEUR des filets du PEIGNE. ****	
		EQUARRISSAGE. *		ÉPAISSEUR.		LARGEUR du CHANFREIN. **		DIAMÉTRE DU TROU AVANT D'ÊTRE TARAUDÉ.			DIAMÉTRE DU BOUT TARAUDÉ DES BOULONS.					
		Pouces.	Lignes.	Pouces.	Lignes.	Pouces.	Lignes.	Pouces.	Lignes.	Points.	Pouces.	Lignes.	Points.		Lignes.	Points.
	A															
1	15	3	″	1	6			1	6	″	1	8	″	1	2	3
2	19	2	6	1	2	″	4	1	2	″	1	4	″	2	2	″
3	26	2	″	″	11			″	10	6	1	″	″	3	2	9
4	29	1	7	″	9	″	3	″	8	6	″	10	″	4	1	6
5	31	1	4	″	8			″	7	9	″	9	″			
6	31	1	4	″	7	″	2	″	7	″	″	8	″	5	1	3
7	35	1	2	″	6			″	6	″	″	7	″			
8	38	1	″	″	6			″	5	6	″	6	″			
9	38	1	″	″	5	″	1	″	4	6	″	5	″	6	1	″
10	38	1	″	″	4			″	3	10	″	4	6			

* Les angles du n.° 1 ſont coupés de 10 lignes; ceux du n.° 2 ſont coupés de 8 lignes.

** Le chanfrein des écrous placés en deſſous ou en dedans des voitures, n'eſt que d'une ligne.

*** Il y a 6 pas de vis dans l'artillerie. On ſe ſert d'un peigne pour les calibrer.

**** Le peigne ne ſert qu'à régler le pas des tarauds; il eſt inutile de l'employer pour les boulons, parce que le fer s'alongeant dans la filière, ſur-tout quand il eſt nerveux : les filets du boulon ſont toujours plus écartés que ceux du taraud; mais cette extenſion n'eſt pas ſenſible entre les filets du boulon & ceux de ſon écrou, & n'a aucun inconvénient dans la pratique.

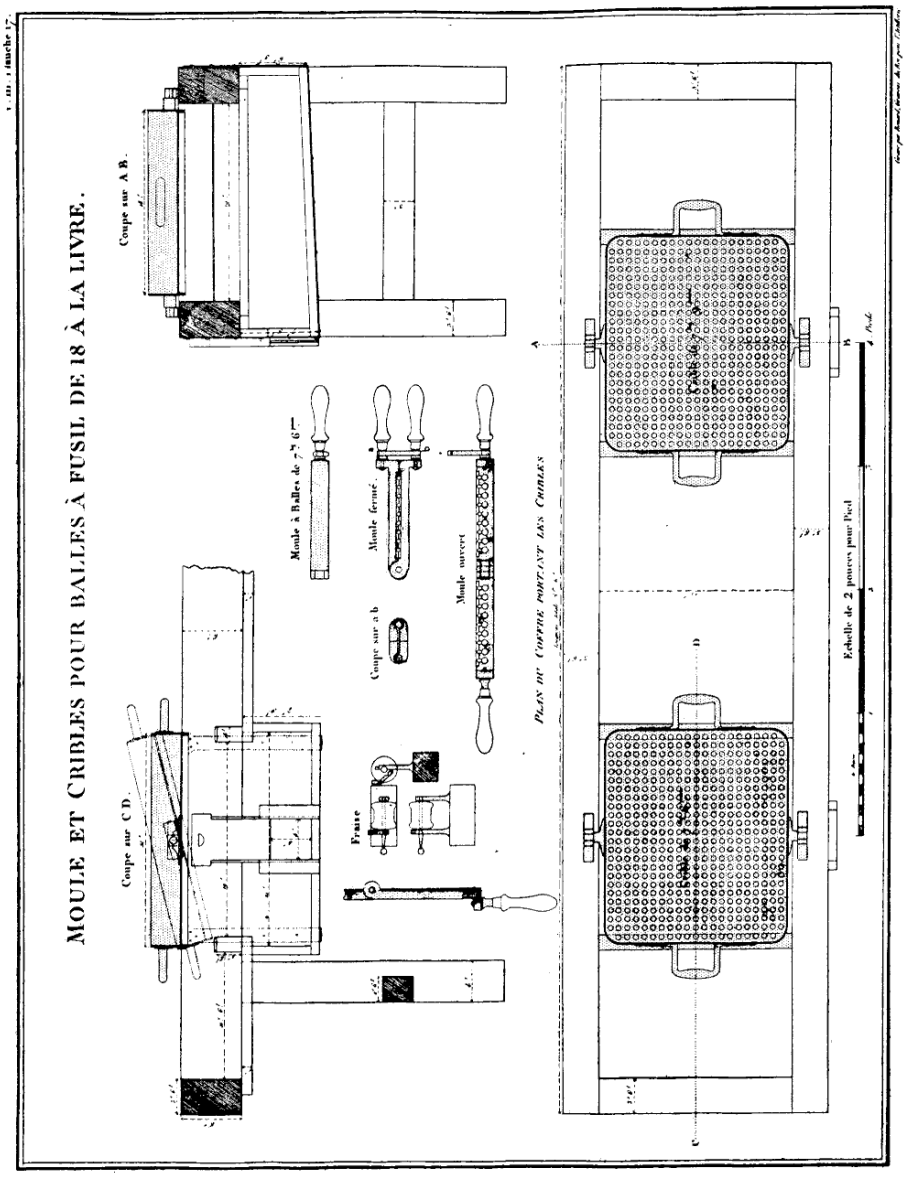
Voyez les dimenſions des filières, tarauds & tourne-à-gauche, à la fin de cette Table générale.

Extrait des *Tables des Constructions* de GRIBEAUVAL.

Il ne paraît pas douteux que ces succès contribuèrent au développement de l'idée d'unification dans le monde industriel. C'est ainsi qu'en 1902, notre président actuel

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Alby pouvait signaler la création en Angleterre, par l'Institut des Ingénieurs civils de Londres, de l'Engineering Standard Committee, véritable commission de normalisation constituée par les Instituts des Ingénieurs mécaniciens, des Cons-



Extrait des *Tables des Constructions* de Gribeauval.

tructions navales, du Fer et de l'Acier, puis des Électriciens. L'année suivante, M. Bernheim, exposant dans notre *Bulletin*[2] la constitution et les buts de cette

(2) Bernheim, *Unification des profils et des spécifications techniques* (*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, juillet 1903, p. 74.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

institution qui déjà avait réalisé l'unification des profils, proposait aux mêmes fins de faire appel en France « à toutes les bonnes volontés que le souci du progrès « ferait éclore dans les services publics comme dans les grandes entreprises de « transport et travaux publics ainsi que dans toutes les branches de l'industrie ».

« Il ne serait pas nécessaire, concluait-il, pour s'entendre et aboutir, de créer « une nouvelle commission ou un nouveau comité : l'organe directeur de ce « faisceau de bonnes volontés semble tout trouvé, c'est la Société d'Encouragement « pour l'Industrie nationale, à qui il suffirait de pouvoir compter sur l'appui « précieux des ministères intéressés et sur le concours bienveillant des compagnies « de transport, constructeurs, maîtres de forges, fondeurs, armateurs et négociants, « déjà très largement et brillamment représentés dans le sein même de la Société, « pour continuer avec succès l'œuvre inaugurée par l'unification des filetages. »

L'œuvre de normalisation continua néanmoins de cheminer lentement sous le seul effet de quelques tentatives isolées et sans coordination[3]. Il fallut que tous les efforts de notre industrie se trouvassent converger dans un intérêt commun vers le but unique de la défense nationale pour que l'appel de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale fût entendu.

Ce fut alors la création, en 1918, de la Commission permanente de Standardisation (C. P. S.) par M. Clémentel, ministre du Commerce. Grâce au concours désintéressé de quelques personnalités éminentes, cet organisme réussit en quelques années à étudier plus de 80 fascicules de base, dont on ne saurait trop admirer la hauteur de vues et la valeur technique. Malheureusement, faute de moyens matériels et malgré tout le dévouement de son secrétaire général, M. E. Lemaire, cet organisme dut cesser ses travaux en 1924. On ne dira jamais assez le mal qui en est résulté pour notre pays.

C'est que, dans le même temps, des organismes analogues à notre C. P. S. avaient été créés un peu partout en Europe et en Amérique. Devant l'importance de leurs travaux, la paix venue, l'idée d'une coopération internationale avait germé. Les pourparlers engagés à cet effet dès 1921 à Londres devaient aboutir en 1928 à la création définitive, à Prague, de l'International Federation of the National Standardizing Associations (I. S. A.), organisme destiné à grouper les associations nationales de normalisation en vue de réaliser l'unification de leurs normes.

En face d'une pareille entreprise, la normalisation française ne pouvait rester en sommeil. Des initiatives privées se firent jour, au premier rang desquelles se place la création en 1927 du Comité de Normalisation de la Mécanique (C. N. M.) par la Fédération de la Mécanique, qui comprirent la nécessité de ne pas rester isolées : ce fut, en 1928, la réorganisation de l'Association française de Normalisation (A. F. N. O. R.), sous les auspices du Ministère du Commerce, bientôt suivie par celle du Comité supérieur de Normalisation[4] (C. S. Nor), ancienne C. P. S. débaptisée et reconstituée.

L'organisation de la normalisation en France est aujourd'hui définitivement

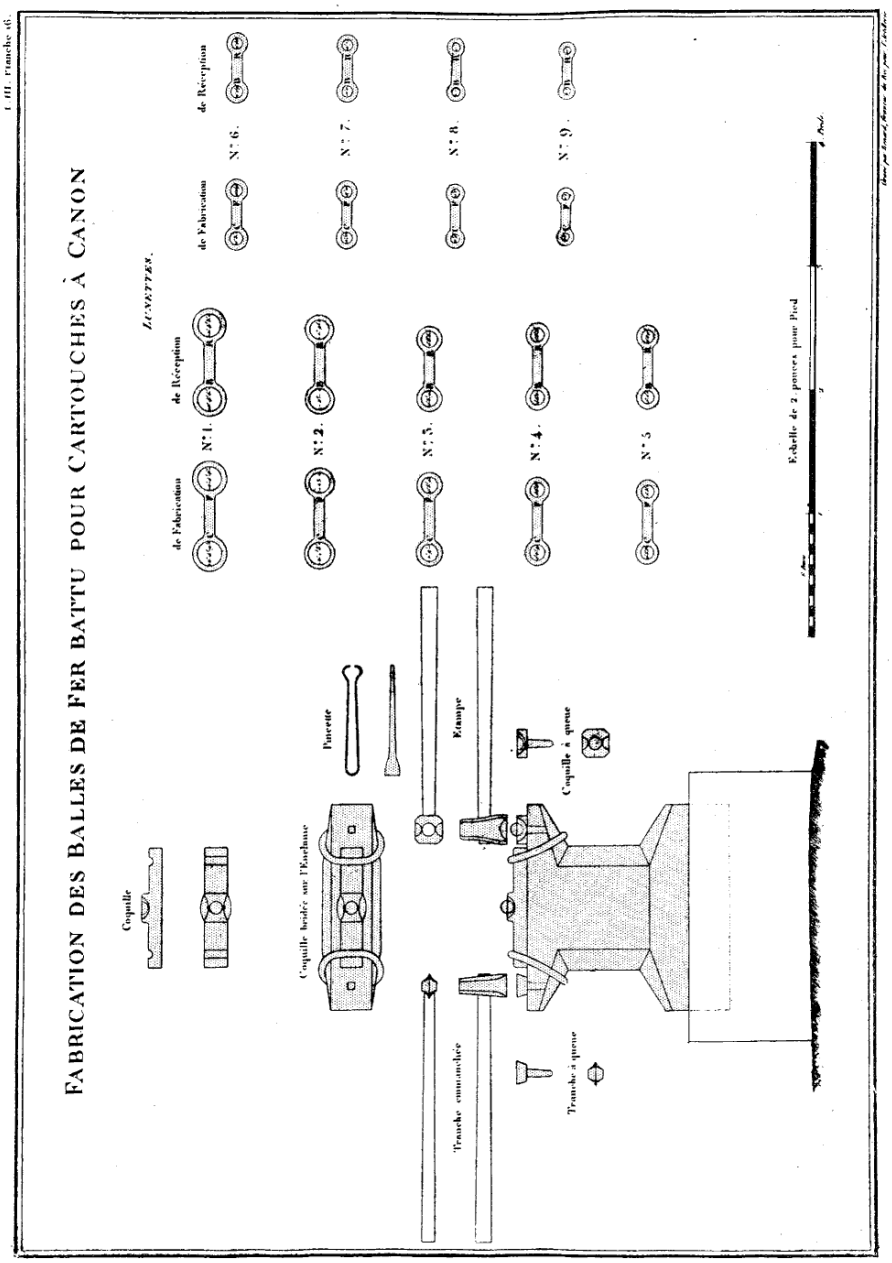
(3) Il convient de signaler notamment les travaux de la Commission des Filetages. L'importante collaboration à ces travaux de l'Atelier de Précision de la Section technique de l'Artillerie devait avoir pour aboutissement l'*Instruction pour la réception des vis et écrous au filetage S. I.*, approuvée par le Ministre de la Guerre le 6 mars 1913 et publiée dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, en 1916, p. 74.

(4) Décret du 19 mai 1930.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

réglée par l'Instruction du 21 mai 1930 du Ministre du Commerce et de l'Industrie.

Dans cette organisation le C. S. Nor., que préside actuellement notre éminent



Extrait des *Tables des Constructions* de GRIBEAUVAL.

collègue M. Léon Guillet, comprend les représentants des administrations publiques et des grands groupements scientifiques industriels et commerciaux; notre Société

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

y est représentée par MM. Sauvage et Androuin. Il a un rôle de direction, d'arbitrage et d'homologation.

L'A. F. N. O. R., société privée, subventionnée par l'État et les grands groupements — dont notre Société — a un rôle de propagande, de diffusion et d'information; elle sert d'intermédiaire entre les bureaux de normalisation et le C. S. Nor., dont elle assure le secrétariat.

Les bureaux de normalisation, entièrement autonomes, élaborent les normes de leur compétence, en liaison étroite avec l'A. F. N. O. R. et dans le cadre des directives générales du C. S. Nor.

C'est enfin l'A. F. N. O. R. qui, affiliée à l'I. S. A. depuis sa création, sert en principe d'intermédiaire entre les bureaux français et cet organisme.

Il est curieux de constater que dans le temps même où cette organisation était mise sur pied sous l'irrésistible poussée des industries intéressées, des protestations s'élevaient, à la faveur de la crise, contre l'œuvre de normalisation.

Des voix plus autorisées que la mienne ont fait justice à ces accusations, celle de M. Clémentel [5] notamment dans le *Bulletin* de notre Société, celle du Directeur général de l'A. F. N. O. R. [6], qui prochainement se fera entendre à cette tribune.

Au risque de paraître quelque peu simpliste, avouerai-je qu'au demeurant, la normalisation ne me semble être qu'une forme de la lutte contre le gaspillage qui s'impose à tous : gaspillage, en effet, ces stocks immenses des éléments les plus variés, longuement immobilisés sans profit et qui souvent vieillissent et se perdent sans jamais suffire à satisfaire les fantaisies des bureaux d'études; gaspillage, cet outillage qu'il faut renouveler à chaque fabrication et qui, lui aussi, s'accumule improductif dans nos usines; gaspillage, le temps perdu à approvisionner des matières ou des pièces de rechange qu'il faut fabriquer à la demande; gaspillage, ces fabrications en petites séries, auxquelles certaines industries doivent asservir leur matériel pour satisfaire les demandes les plus diverses... et j'en passe.

Normaliser c'est en somme augmenter le rendement. Comment les ingénieurs, dont la lutte contre les pertes de toute nature est la principale fonction, pourraient-ils nier les bienfaits de la normalisation?

Dans le pays où l'on retourne les enveloppes et les pardessus, où l'on s'ingénie un peu partout à trouver les moyens les plus puérils ou les plus touchants pour « faire des économies », comment pourrait-on croire que l'on peut utilement gaspiller le travail humain?

N'a-t-on pas plutôt confondu rendement avec production?

Ne condamne-t-on pas plutôt la normalisation pour ne pas avoir à résoudre les problèmes économiques et sociaux que pose nécessairement toute augmentation du rendement industriel?

Certes, je conçois qu'une normalisation trop rapide pourrait entraîner de graves perturbations. Mais les normalisateurs les plus ardents savent que cette éventualité n'est pas à redouter. Ce n'est pas aux mécaniciens qu'il faut apprendre l'effet bienfaisant des forces d'inertie, et chacun sait que la loi de Lenz ne s'applique pas seulement aux phénomènes électriques!

(5) E. CLÉMENTEL, *La normalisation et la crise* (*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, mars 1934, p. 186).

(6) R. GIRARDEAU, *La normalisation, son objet, ses limites* (*Revue politique et parlementaire*, 10 mars 1933).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Continuons donc sans crainte de mettre, comme Gribeauval, de l'ordre dans notre maison, mais pensons à occuper utilement les mains que notre action libérera d'un travail stérile.

A défaut de besoins matériels nouveaux à satisfaire, l'homme n'aura jamais trop de loisirs pour fortifier son corps, cultiver son esprit ou élever son âme ; on n'économisera jamais assez d'argent pour se pencher sur la misère et la douleur.

*
* *

En quoi consiste cette normalisation dont il n'existe pas encore de définition officielle mais qui s'est imposée à nous et que le seul bon sens suffit à justifier?

Jusqu'ici on l'a définie surtout par ses moyens d'action : unification, simplification, spécification.

Bien qu'il y ait quelque danger à condenser dans une phrase lapidaire les buts d'une œuvre aussi étendue et complexe, je dirai qu'elle a pour objet essentiel la définition de séries limitées de produits interchangeables répondant à nos principaux besoins.

L'*interchangeabilité* est une qualité relative qui dépend du point de vue auquel on se place, de la caractéristique qui importe pour le but que l'on se propose.

C'est ainsi qu'en mécanique l'interchangeabilité peut être envisagée à de multiples points de vue : dimensions relatives de deux produits qui doivent être assemblés, masse, surface, volume, état superficiel, nature et caractéristiques de la matière, etc. Il y a une interchangeabilité statique, une interchangeabilité cinématique, une interchangeabilité dynamique.

Pour que deux projectiles, par exemple, soient interchangeables, il ne suffit pas que leurs dimensions extérieures satisfassent à certaines conditions ; leur poids, la position de leur centre de gravité, leur moment d'inertie, leur état superficiel, leurs caractéristiques mécaniques doivent aussi être pris en considération.

Deux points de vue dominent cependant tous les autres par leur caractère de généralité : les *dimensions* des produits et la *qualité* de la matière. D'où deux séries de normes particulièrement importantes :

les normes dimensionnelles ;

les normes de qualité.

Chacune de ces deux séries comprend d'ailleurs des normes qui, pour être auxiliaires, ne sont pas moins importantes : les normes concernant les *méthodes de contrôle* qui décident de l'interchangeabilité et matérialisent en quelque sorte le point de vue envisagé. C'est ainsi, par exemple, qu'il ne suffit pas de dire que le diamètre d'un trou doit avoir $50 \pm 0{,}01$ mm: il faut encore préciser la méthode de mesure qui permettra de vérifier que cette condition est satisfaite.

Deux produits identiques sont nécessairement interchangeables. Mais l'identité est irréalisable. L'interchangeabilité suppose donc un certain « à peu près » suffisant dans la pratique, en un mot une *tolérance*.

En règle générale, et ceci domine toute la question de l'interchangeabilité, nous sommes dans l'impossibilité de préciser avec certitude nos besoins et, par suite, la tolérance avec laquelle ils doivent être satisfaits.

Cette circonstance devrait faciliter la tâche des normalisateurs. Elle la facilite en effet lorsqu'ils s'attaquent à un domaine inexploré ; elle la complique au contraire

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

singulièrement lorsqu'ils foulent les sentiers battus, car elle est la cause même pour laquelle ils y rencontrent une multiplicité d'éléments entre lesquels il est difficile d'opérer un choix sans douleur.

Or, ce sont surtout ces sentiers battus où il importe de mettre de l'ordre.

Deux arguments sont alors déterminants : la force et la logique.

La *force* est dans tous les domaines un argument regrettable devant lequel on ne s'incline pas sans arrière-pensée; et surtout sa valeur varie avec le temps. Tel consortium, tel pays puissant, capable aujourd'hui d'imposer ses normes parce qu'il est maître du marché, ne sera-t-il pas demain supplanté par un autre?

C'est pourquoi la *logique* doit être à la base des préoccupations des normalisateurs. Seule elle est génératrice de cette stabilité qui doit être la caractéristique fondamentale de la normalisation.

Malheureusement, en matière de normalisation il n'existe pas en général une vérité absolue. Il y a dans chaque domaine plusieurs infinités de manières de normaliser, parmi lesquelles beaucoup seraient en pratique également satisfaisantes. En un mot, dans chaque problème de normalisation le nombre des arbitraires est considérable.

Aussi, avant d'entreprendre le détail de la normalisation, il convient de réduire le nombre de ces arbitraires en fixant un certain nombre de principes généraux dont l'application devient ensuite déterminante.

D'après le but même de la normalisation, que j'indiquais tout à l'heure, ces principes — on pourrait dire cette mise en facteur commun — doivent viser l'échelonnement des classes de produits et le domaine ou tolérance de chaque classe.

Il est clair que, si un accord préalable est consenti concernant ces deux points, la normalisation qui en découle devient un jeu d'enfant.

Sur le plan national, on a pu réaliser dans certaines industries, non sans quelques marchandages, des accords simplement basés sur une communauté d'intérêts plus ou moins durable et qui constituent, du moins temporairement, des simplifications avantageuses. Une tendance se manifeste à généraliser cette méthode de travail.

Ce sera l'honneur du Comité français de Normalisation de la Mécanique que d'avoir, après la C. P. S., au mépris même des intérêts immédiats de ses commettants, négligé un tel expédient pour porter ses études sur le plan international où seule la logique, parce que sans patrie et seulement humaine, pouvait servir de base de ralliement.

Lors de la récente commémoration du cinquantenaire de la mort de Jean-Baptiste Dumas, on rappelait ici que le succès déterminant du Système métrique était sans doute que le mètre avait été défini à l'origine comme une partie du méridien terrestre, bien commun à tous les peuples.

C'est cet exemple, illustration frappante des idées que je viens de vous exprimer, que les représentants du C. N. M. aux comités internationaux de l'I. S. A. n'ont cessé de prendre pour base de leur action. Leurs efforts patients et convergents n'ont pas été vains.

Depuis sa création en 1928, l'I. S. A. a mis au premier plan de ses travaux les études de normalisation dimensionnelle, dont l'intérêt pour les mécaniciens précède de beaucoup celui de la normalisation de qualité.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tandis que le Comité I. S. A. 19 tentait de réaliser l'unification dimensionnelle proprement dite, le Comité 3 s'attaquait au problème des ajustements et, devant l'ampleur et la nouveauté de sa tâche, chargeait une sous-commission comprenant les délégués de l'Allemagne, de la France, de la Suisse, de la Suède et de la Tchécoslovaquie, d'établir, sur la base des systèmes existants, un système international d'ajustements.

L'ensemble de ces travaux vient d'aboutir, au récent Congrès de Stockholm, en septembre 1934, à une véritable unification internationale des normes fondamentales de la mécanique dans les pays métriques, unification dont l'importance et la portée dépassent largement tout ce qui avait été réalisé jusqu'à ce jour dans le domaine de la mécanique. Cette unification, déjà mise en pratique dans divers pays, est effective. Basées à la fois sur l'expérience et sur une logique harmonieuse, suffisamment souples, complètes et générales, les normes internationales qui résultent des accords de Stockholm ont toutes les qualités que doit posséder une norme pour être durable. L'Académie française y trouvera sans doute un jour ce qui, pour les mécaniciens tout au moins, justifie, distingue et caractérise le mot normalisation.

Ce sont ces normes que je me propose de vous résumer dans ce qui suit.

J'examinerai successivement les quatre points fondamentaux qu'elles précisent : température de définition, dimensions normales, tolérances et ajustements.

L'heure n'étant plus aux polémiques, je m'efforcerai de donner à mon exposé un caractère essentiellement objectif.

LA TEMPÉRATURE DE DÉFINITION.

J'ai pitié de celui qui, fier de son système,
Me dit « depuis trente ans ma doctrine est la même,
Je suis ce que je fus, j'aime ce que j'aimais ».
L'homme absurde est celui qui ne change jamais.

BARTHÉLEMY.

Chacun sait que le mètre international est la longueur, à la température de la glace fondante, du prototype en platine iridié déposé à Sèvres, au Pavillon de Breteuil.

Nul ne conteste que la température de la glace fondante s'est imposée pour définir en toute certitude l'étalon international de longueur à une époque où, à juste titre, la permanence de l'échelle thermométrique était suspectée.

Mais on ne vit pas dans la glace fondante! Il fallut donc que, pour s'en servir, chacun transportât à la température à laquelle il travaillait (température d'emploi) les copies d'usage du mètre.

A cette température t, chacun dut faire en sorte que tous ses étalons et instruments de mesure de même *dimension nominale* fussent « en concordance », c'est-à-dire de même dimension effective.

Deux solutions pouvaient être envisagées pour réaliser cette condition :

Solution 1 : fixer arbitrairement la température 0, dite « température de définition », à laquelle les étalons industriels et commerciaux ont pour valeur nominale leur valeur métrique effective, mais imposer à ces étalons une dilatabilité uniforme de telle sorte qu'ils restent en concordance à une température d'emploi quelconque;

Solution 2 : admettre l'emploi d'étalons de dilatabilité quelconque, mais leur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

donner pour valeur nominale leur valeur métrique à une température d'emploi t arbitrairement choisie.

Pour être générales, ces deux solutions impliquaient : la première, la normalisation de la dilatabilité des étalons; la deuxième, la normalisation de la température.

Comme la Convention internationale du Mètre n'avait pas fixé les modalités d'application du Système métrique, chacun, à sa fantaisie, l'adapta à ses besoins particuliers.

Le Comité international des Poids et Mesures, devant l'éclosion d'une série de « mètres », qui avaient effectivement un mètre aux températures les plus diverses, tenta de réagir.

On conçoit que, soucieux de conserver au système métrique son caractère universel, il ait jugé irréalisable la normalisation de la température dans un monde où, suivant les saisons et la latitude, elle varie dans des limites si étendues.

C'est pourquoi, durant de longues années, il s'attacha à proscrire l'adoption de toute température de définition autre que celle de la glace fondante, seule définie physiquement à cette époque et déjà prise pour base de la définition du mètre.

Malheureusement il ne comprit pas que, pour maintenir l'uniformité du système métrique à travers le monde, le choix de la température de définition de 0°, extérieure à la zone des températures d'emploi usuelles, impliquait en toutes circonstances la normalisation de la dilatabilité des étalons industriels, c'est-à-dire l'adoption intégrale de la solution 1, en un mot, la création d'un « mètre industriel normal ».

Lorsque, vers 1895, l'Artillerie française prit l'initiative de réaliser l'unification des mesures dans son rayon d'action, le commandant Hartmann, alors chef du Service de la Précision, proposa de créer un système d'étalons qui auraient présenté leur valeur nominale à la température de 15°.

Mais le Bureau international des Poids et Mesures veillait, gardien vigilant des principes directeurs de la Convention internationale du Mètre. Par ses soins, les broches à bouts sphériques et les cylindres de l'Artillerie, premier système cohérent d'étalons à bouts, reçurent pour valeur nominale leur valeur métrique effective à 0°.

L'Artillerie dut alors établir ses étalons avec un acier de dilatabilité bien définie.

Le choix d'une dilatabilité voisine de celle des éléments les plus usuels qu'on se proposait de mesurer (pièces mécaniques, vérificateurs) s'imposait pour éviter dans la pratique toute correction de température. On adopta l'acier Holtzer double cloche, non trempé sauf sur les faces de mesure et longuement stabilisé à 100°, de coefficient de dilatation $\alpha = (10{,}419 + 0{,}00486\ t)\ 10^{-6}$. C'était la solution 2. Un « mètre industriel normal » se trouvait ainsi défini.

L'Artillerie eut peut-être le tort de ne pas indiquer la température d'emploi de ce mètre. Cette indication, indispensable en toute rigueur, est en fait sans intérêt, sous réserve d'une part, que les éléments à mesurer et les étalons soient de dilatabilités voisines (condition que réalisait le choix de α) et d'autre part, que leur comparaison s'effectue dans un domaine de température peu étendu (de 15° à 25°). Dans ces conditions, les erreurs pouvant résulter de différences de température d'emploi

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sont du second ordre : elles ne sauraient être prises en considération dans la pratique industrielle.

C'est cependant à cause de cette omission que, par la suite, on a créé une confusion dans les esprits en désignant le système de l'Artillerie sous le nom de système à 0°, comme si le simple rappel de la température de définition de 0° définissait sa caractéristique propre. En fait, il se trouvait caractérisé, non par sa température de définition qui n'est autre que celle du mètre, mais par la dilatabilité de ses étalons. C'était en réalité le système du mètre industriel, de coefficient de dilatation $\alpha = (10{,}419 + 0{,}00486\ t)\ 10^{-6}$.

Avec ce système, dire qu'un élément a une longueur de 1 mètre, c'est dire qu'il possède à la température t à laquelle on l'a mesuré (température d'emploi) la même longueur que l'étalon de valeur nominale 1 mètre, c'est-à-dire 1 mètre plus la dilatation de cet étalon entre 0° et t°, soit : pour $t = 20°$,

$$1\ \text{m} + 20 \times 10{,}5 \times 10^{-6}\ \text{m} = 1{,}000\ 210\ \text{m}.$$

Tout se passe comme si, à 20°, on se servait d'un « mètre » ayant en réalité 1,000 210 m.

Les dessins sont supposés établis à 0° et affectés du même coefficient de dilatation que les étalons de mesure.

Quelques années après l'introduction de ce système, la maison suédoise Johansson réalisa des étalons à bouts plans (cales à combinaisons) qui, en raison de leur incontestable commodité d'emploi et de leur parfaite réalisation, se répandirent rapidement dans tous les pays industriels.

Mais ces cales devant nécessairement être fabriquées en acier trempé pour qu'on pût obtenir la perfection du poli et de la planéité qui en faisaient l'intérêt, le fabricant n'était plus maître de leur dilatabilité. S'il avait appliqué les principes que le Comité international des Poids et Mesures avait imposés à l'Artillerie française, il n'aurait pu garantir que deux cales de même longueur à 0°, c'est-à-dire de même valeur nominale, auraient à la température d'emploi la même longueur effective.

Pour vendre ses cales en France, il dut les mettre en concordance, à la température d'emploi moyenne présumée (20°), avec les étalons de l'Artillerie, qui soit dit en passant, avaient servi de base à sa fabrication.

Mais c'était admettre implicitement qu'elles étaient des étalons secondaires au même titre que les instruments vérificateurs. C'est pourquoi, pour les pays autres que la France, Johansson, contrairement aux recommandations du Comité international des Poids et Mesures, donna à ses étalons pour valeur nominale la longueur qu'ils avaient effectivement à la température de 20°. Il escamotait l'effet de la dilatation, dont il n'était pas maître, en prenant pour température de définition la température d'emploi. Il normalisait en quelque sorte la température. C'était la solution 2, qu'avait envisagée avant lui le commandant Hartmann.

Le Comité international des Poids et Mesures le laissa faire.

C'est pourquoi, après la guerre, lorsque les pays métriques entreprirent leur œuvre de normalisation, deux « mètres » différents se partageaient les faveurs industrielles :

1° le mètre de l'Artillerie française, conforme aux recommandations du Comité international des Poids et Mesures, de dilatabilité bien définie, ayant 1 mètre à 0° et 1,000 210 m à 20° ;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2° le mètre de Johansson, de dilatabilité incertaine, ayant exactement 1 m à 20°.

Le premier était utilisé par la presque totalité de l'industrie française. Le second était utilisé par la plupart des industries des pays métriques autres que la France. Il fallait choisir.

En France, le mètre de l'Artillerie fut pris pour base de l'étude du fascicule M 1 de la C. P. S. Mais la mise en sommeil de la C. P. S. arrêta l'éclosion de ce fascicule.

Lors de la Conférence internationale du Comité I. S. A. 3, tenue à Prague en octobre 1928, la délégation française reçut du Comité de Normalisation de la Mécanique, à une forte majorité, la mission de défendre le mètre de l'Artillerie, seul conforme aux directives du Comité international des Poids et Mesures. Devant l'opposition qu'elle rencontra, cette délégation crut devoir le sacrifier à la réalisation d'une normalisation internationale des ajustements.

Désireux de faire ici œuvre d'historien et non de partisan, je me bornerai à reproduire le passage de son rapport où sont exposées les circonstances dans lesquelles elle fut conduite à consentir ce sacrifice :

« Le point de vue français d'une température de définition de 0° avait été soutenu « dans deux articles signés l'un de M. Pérard (sous-directeur du Bureau international des Poids et Mesures), l'autre de M. le capitaine Nicolau, qui avaient « été communiqués avant la Conférence à tous les comités de normalisation étrangers. Ils avaient également fait l'objet de discussions au cours des échanges de « vues préliminaires mentionnés plus haut, mais sans que ce point de vue pût prévaloir.

« Au cours de la Conférence, on fit remarquer qu'à l'heure actuelle, la France est « la seule à avoir conservé la température de 0°, tous les autres pays, à l'exception « de la seule Angleterre, ayant adopté 20°. Quelle que soit la valeur des arguments « d'ordre moral émis en faveur de 0°, aucun pays n'accepterait actuellement d'abandonner 20° et l'on se demande ce que va faire la France, le maintien d'une divergence entre les différents pays sur la valeur de la température de définition ne « pouvant que rendre illusoire l'unification internationale des systèmes d'ajustements.

« M. Outin rappelle alors que, si la France a adopté 0°, c'est sur la recommandation expresse du Comité international des Poids et Mesures. Il est très regrettable que les autres nations n'aient pas suivi à cette époque les mêmes recommandations et qu'un accord international ne soit pas intervenu sur ce point il y a une « dizaine d'années, lors de l'établissement des premiers systèmes d'ajustements.

« La délégation française ne veut pas rouvrir le débat sur la question théorique « des avantages et des inconvénients des deux solutions, débat qui a précédé la présente Conférence. Du point de vue pratique, on peut dire que les deux systèmes « sont équivalents.

« C'est pourquoi la Délégation française, désireuse avant tout d'aboutir le plus « rapidement possible à l'unification internationale des systèmes d'ajustements, se « déclare prête à adopter telle température de définition qui sera préconisée par la « Sous-Commission pourvu que cette sous-commission parvienne à la normalisation souhaitée. »

Il ne restait plus qu'à faire homologuer cette décision par le Comité international des Poids et Mesures. Ce fut aisé et rapide.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La septième Conférence des Poids et Mesures avait en effet décidé, dans sa séance du 4 octobre 1927, qu'une commission de 5 membres serait nommée pour étudier la question de la température de définition des étalons de mesure. Conformément à cette résolution, le Comité international des Poids et Mesures désigna, dans sa séance du 8 octobre de la même année, les représentants du Bureau international des Poids et Mesures, du Bureau of Standards (États-Unis d'Amérique), du National Physical Laboratory (Angleterre), du Physikalisch-technische Reichanstalt (Allemagne), du Laboratoire d'Essais du Conservatoire national des Arts et Métiers ou de la Section technique de l'Artillerie (France). En fait, la Section technique de l'Artillerie ne fut pas consultée.

Les rapports de M. George Burgess, directeur du Bureau of Standards, de M. W. Kosters, directeur de la Division des Poids et Mesures du Reichanstalt, de M. Cellerier, directeur du Laboratoire d'Essais du Conservatoire national des Arts et Métiers, de M. J. E. Sears, du National Physical Laboratory, et de M. Ch. Ed. Guillaume, directeur du Bureau international des Poids et Mesures, ont été publiés en annexe aux procès-verbaux des séances du Comité international des Poids et Mesures (1929, p. 509-532; 1931, p. 71 à 74).

On a pu reprocher aux savants qui siégeaient jadis au Comité international des Poids et Mesures de s'être élevés par trop au-dessus des contingences industrielles. MM. Burgess et Kosters ne méritent pas ce reproche : on pourra même regretter qu'ils soient imprégnés de ces contingences au point de conclure que l'adoption du système à 0° « ferait perdre la haute précision atteinte » et qu'elle « nécessiterait « l'introduction de difficultés inutiles et d'incertitudes dans la comparaison et l'usage « des étalons ». Comme si la longueur de l'étalon de mesure conditionnait la précision des fabrications! Comme si l'expérience faite par l'Artillerie française, au cours de plus de 40 années d'application du système à 0°, ne suffisait pas pour réduire à néant de tels arguments!

Il faut remercier M. Cellerier d'avoir rendu justice à ce système. Mais, en raison de la position prise par l'industrie française, ses conclusions ont nécessairement le glas d'une oraison funèbre : « Si ce système n'était pas adopté dans les autres pays, « l'industrie, se trouvant dans une situation de fait, devrait s'efforcer de se rallier « au système d'ajustage à 20°. »

Il faut aussi rendre hommage à M. Sears d'avoir évité toute discussion technique en apportant avec quelque retard, dans un débat qui normalement aurait dû se vider entre pays métriques, l'appoint d'un pays non métrique, qui aurait pu suffire à décider du succès de la thèse du 20°.

Enfin, M. Ch. Ed. Guillaume qui, de par ses fonctions, a vécu toute la question de la température de définition, n'a pas manqué d'en faire un exposé impartial et de la replacer dans le cadre scientifique qu'elle n'aurait pas dû quitter au sein du Comité international des Poids et Mesures. Mais, en présence de la décision prise par la délégation française au Congrès de l'I. S. A. et des conclusions conformes de M. Cellerier, il ne pouvait que rendre hommage à « l'esprit de sacrifice et de « conciliation remarquable qui fait grand honneur à l'industrie française et grâce « auquel un accord international pourra être réalisé ».

Aussi, lorsqu'à la fin de la séance du 10 avril 1931 du Comité international des Poids et Mesures, M. Stratton rappela que tous les pays s'étaient maintenant ralliés à la température de 20° pour la définition des étalons industriels, le Comité

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

adopta à l'unanimité, sans nouvelle discussion, la résolution suivante rédigée par M. Isaachsen :

« Comme température normale d'ajustage des mesures industrielles, le Comité « adopte la température de 20°. »

Cette résolution n'est pas conçue en termes très précis mais elle signifie sans conteste que la température de définition θ des étalons industriels est désormais prise égale à leur température d'emploi t, elle-même égale à 20°.

En un mot, $\theta = t = 20°$. C'est la normalisation de la température!

Il n'est pas sans intérêt pour l'histoire de rappeler qu'en 1909, le même Comité international des Poids et Mesures, encore fidèle aux principes qu'il avait affirmés dès 1901, sur les instances de son président, M. Foerster, avait pris également à l'unanimité une résolution inverse : « Afin de permettre la réalisation d'une unifi- « cation que le développement de l'industrie rend urgente pour l'uniformité de la « construction mécanique dans tous les pays, le Comité international des Poids et « Mesures recommande instamment que la température de la glace fondante soit « celle pour laquelle on ajuste désormais les étalons industriels le plus près possible « de leur valeur nominale. » (*Procès-verbaux des séances*, 1909, p. 111.)

Sans doute, comme l'a dit un poète, l'homme absurde est celui qui ne change jamais. Mais ne doit-on pas craindre qu'en reniant cette résolution 22 ans plus tard, sans raisons scientifiques valables et sous la seule pression du plus grand nombre, le Comité international des Poids et Mesures n'ait diminué grandement la valeur et la portée de ses décisions à venir?

A l'heure où, dans tous les domaines de la science et de la technique, les peuples, justement inquiets d'augmenter le rendement humain, poursuivent avec tant d'ardeur la réalisation d'accords internationaux, souhaitons que l'exemple donné par cette haute institution, preuve de l'instabilité de tels accords, ne décourage pas tous les efforts, toutes les initiatives!

Le changement de température de définition proposé par le Comité international des Poids et Mesures a été sanctionné en France par le Comité supérieur de Normalisation lors de son homologation, en 1932, des normes d'ajustements du C. N. M., basées sur l'emploi de la température de 20° comme température de définition.

Si l'on observe que la quasi-totalité de notre industrie mécanique utilisait jusqu'alors le mètre dit à 0°, il n'est pas douteux que cette décision instaure une dualité dont la persistance peut avoir pour le pays des conséquences très graves.

Des mesures s'imposent pour y parer. En théorie, ces mesures sont très simples. Il faut tout d'abord distinguer nettement les dessins, les étalons de mesure et les vérificateurs qui correspondent à la nouvelle température de définition, en y inscrivant de façon très apparente la mention 20°.

Cela fait, trois cas pourront se présenter dans la pratique :

Dans le premier cas, on disposera dans les ateliers d'un double jeu d'étalons de mesure, de vérificateurs, de vis-mères, etc., étalonnés les uns dans l'ancien système, les autres dans le nouveau : on devra les affecter respectivement à la fabrication des pièces définies dans le même système;

Dans le deuxième cas, on disposera seulement d'instruments étalonnés dans le nouveau système 20° : il conviendra alors, avant d'exécuter des pièces définies dans l'ancien système 0°, de *majorer* les cotes des dessins de 210 μ par mètre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU I

TABLEAU DES MAJORATIONS À APPORTER AUX DIMENSIONS NOMINALES D ÉTABLIES D'APRÈS LES MESURES ADOPTÉES PAR L'ARTILLERIE EN 1899 (SYSTÈME DIT 0°) POUR LES EXPRIMER DANS LE SYSTÈME 20°

MAJORATION = $D.210.10^{-6}$

Dimension nominale D système 0°	majoration	Dimension nominale D système 0°	majoration	Dimension nominale D système 0°	majoration
de 0 à 2,380	0,000	de 169,048 à 173,809	0,036	de 340,477 à 345,238	0,072
— 2,381 — 7,142	0,001	— 173,810 — 178,571	0,037	— 345,239 — 349,999	0,073
— 7,143 — 11,904	0,002	— 178,572 — 183,333	0,038	— 350,000 — 354,761	0,074
— 11,905 — 16,666	0,003	— 183,334 — 188,095	0,039	— 354,762 — 359,523	0,075
— 16,667 — 21,428	0,004	— 188,096 — 192,857	0,040	— 359,524 — 364,285	0,076
— 21,429 — 26,190	0,005	— 192,858 — 197,619	0,041	— 364,286 — 369,047	0,077
— 26,191 — 30,952	0,006	— 197,620 — 202,380	0,042	— 369,048 — 373,809	0,078
— 30,953 — 35,714	0,007	— 202,381 — 207,142	0,043	— 373,810 — 378,571	0,079
— 35,715 — 40,476	0,008	— 207,143 — 211,904	0,044	— 378,572 — 383,333	0,080
— 40,477 — 45,238	0,009	— 211,905 — 216,666	0,045	— 383,334 — 388,095	0,081
— 45,239 — 49,999	0,010	— 216,667 — 221,428	0,046	— 388,096 — 392,857	0,082
— 50,000 — 54,761	0,011	— 221,429 — 226,190	0,047	— 392,858 — 397,619	0,083
— 54,762 — 59,523	0,012	— 226,191 — 230,952	0,048	— 397,620 — 402,380	0,084
— 59,524 — 64,285	0,013	— 230,953 — 235,714	0,049	— 402,381 — 407,142	0,085
— 64,286 — 69,047	0,014	— 235,715 — 240,476	0,050	— 407,143 — 411,904	0,086
— 69,048 — 73,809	0,015	— 240,477 — 245,238	0,051	— 411,905 — 416,666	0,087
— 73,810 — 78,571	0,016	— 245,239 — 249,999	0,052	— 416,667 — 421,428	0,088
— 78,572 — 83,333	0,017	— 250,000 — 254,761	0,053	— 421,429 — 426,190	0,089
— 83,334 — 88,095	0,018	— 254,762 — 259,523	0,054	— 426,191 — 430,952	0,090
— 88,096 — 92,857	0,019	— 259,524 — 264,285	0,055	— 430,953 — 435,714	0,091
— 92,858 — 97,619	0,020	— 264,286 — 269,047	0,056	— 435,715 — 440,476	0,092
— 97,620 — 102,380	0,021	— 269,048 — 273,809	0,057	— 440,477 — 445,238	0,093
— 102,381 — 107,142	0,022	— 273,810 — 278,571	0,058	— 445,239 — 449,999	0,094
— 107,143 — 111,904	0,023	— 278,572 — 283,333	0,059	— 450,000 — 454,761	0,095
— 111,905 — 116,666	0,024	— 283,334 — 288,095	0,060	— 454,762 — 459,523	0,096
— 116,667 — 121,428	0,025	— 288,096 — 292,857	0,061	— 459,524 — 464,285	0,097
— 121,429 — 126,190	0,026	— 292,858 — 297,619	0,062	— 464,286 — 469,047	0,098
— 126,191 — 130,952	0,027	— 297,620 — 302,380	0,063	— 469,048 — 473,809	0,099
— 130,953 — 135,714	0,028	— 302,381 — 307,142	0,064	— 473,810 — 478,571	0,100
— 135,715 — 140,476	0,029	— 307,143 — 311,904	0,065	— 478,572 — 483,333	0,101
— 140,477 — 145,238	0,030	— 311,905 — 316,666	0,066	— 483,334 — 488,095	0,102
— 145,239 — 149,999	0,031	— 316,667 — 321,428	0,067	— 488,096 — 492,857	0,103
— 150,000 — 154,761	0,032	— 321,429 — 326,190	0,068	— 492,858 — 497,619	0,104
— 154,762 — 159,523	0,033	— 326,191 — 330,952	0,069	— 497,620 — 502,380	0,105
— 159,524 — 164,285	0,034	— 330,953 — 335,714	0,070	— 502,381 — 507,142	0,106
— 164,286 — 169,047	0,035	— 335,715 — 340,476	0,071	— 507,143 — 511,904	0,107

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, dans le troisième cas, on disposera d'instruments étalonnés dans le système ancien 0° : il conviendra alors, avant d'exécuter les pièces définies dans le nouveau système 20°, de *diminuer* les cotes des dessins de 210 μ par mètre.

Pour des raisons économiques, ces trois cas se présenteront nécessairement dans les ateliers pendant la période de transition. Il me paraît que cette période doit être réduite au strict minimum. Il importe absolument de réaliser au plus tôt l'unité de langage. « Un mètre » ne peut avoir en français deux sens différents. La coexistence dans un même atelier de deux mètres de longueurs différentes entraînera nécessairement des erreurs. Le fait s'est déjà produit. C'est pourquoi je pense qu'à l'inverse de ce que l'on admet généralement en matière de normalisation, il importe absolument de donner au changement de température de définition un effet rétroactif. Cette disposition n'entraîne qu'un jeu d'écritures. La question qui se pose n'est pas en effet de modifier les dimensions réelles des éléments mais seulement leurs valeurs nominales et par suite celles des vérificateurs et, des étalons de mesure et de l'outillage utilisés pour leur fabrication. Bien entendu ces corrections ne concernent que les cotes affectées de tolérances et celles qui doivent être observées rigoureusement.

Le tableau I donne les majorations qui devront être apportées aux dimensions nominales établies dans le système dit 0°, pour les exprimer dans le système dit 20°.

Dernier défenseur du système instauré il y a 40 ans par l'Artillerie française, j'ai le devoir d'appeler l'attention de l'industrie française sur la nécessité de consommer entièrement le sacrifice qu'elle s'est volontairement imposé.

J'ai aussi le devoir d'appeler respectueusement l'attention du Comité international des Poids et Mesures sur la tâche qui lui incombe.

La normalisation de la température au bénéfice des régions tempérées ne constitue pas en effet une solution générale de l'application industrielle du Système métrique. Tôt ou tard, le développement des industries mécaniques dans les pays chauds nécessitera dans ces pays l'adoption d'une température d'emploi différente de la température de définition actuelle (30° par exemple). Pour les habitants de ces pays, le remplacement de la température de 0° par celle de 20° apparaîtra comme un simple changement d'origine. De nouveau le même problème se posera. Il ne faut pas attendre qu'il se pose pour le résoudre. Deux solutions pourront en effet comme hier être envisagées : adopter dans ces pays une nouvelle température de définition égale à la température d'emploi, c'est-à-dire créer *le mètre des pays chauds*, qui aura un mètre à 30°, à côté de celui des régions tempérées, qui a un mètre à 20°; ou bien appliquer, dans les pays chauds à 30°, le mètre des régions tempérées défini à 20°, *ce qui impliquera la fixation de son coefficient de dilatation*. Sans vouloir chercher à résoudre ici cette question, je crois cependant que la deuxième solution s'imposera. Tôt ou tard il faudra créer le « mètre industriel normal » et c'est pourquoi je pense que la réalisation industrielle définitive d'aciers dont la dilatabilité ne serait pas sensiblement affectée par la trempe, s'impose toujours pour la fabrication des étalons industriels. Attirer sur ce point l'attention de notre collègue M. Chevenard, qui déjà en collaboration avec M. Guillaume a poussé très loin l'étude de ces aciers (aciers C.C.R), suffira sans nul doute pour que leur réalisation soit prochaine. Elle est attendue impatiemment par tous les métrologistes qui estiment avec moi que les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dispositions sanctionnées par le Comité international des Poids et Mesures en 1931 ne sont qu'un expédient de caractère temporaire, sans portée générale.

LES DIMENSIONS NORMALES.

On désespère... alors qu'on espère toujours !

En possession d'un étalon industriel parfaitement défini, du moins dans les régions tempérées, il importait avant tout de faire un choix limité des dimensions, multiples ou sous-multiples décimaux de la mesure de cet étalon, qui devront être adoptées de préférence ou à l'exclusion de toutes autres. En un mot, il importait de dresser le tableau des dimensions normales.

Un tel choix se trouvait dominé par deux considérations d'ordre psychologique dont il était bien difficile de s'affranchir :

1° Les mécaniciens, comme tous les normalisateurs, ont pour ainsi dire la mystique des nombres ronds;

2° Les mécaniciens, à l'inverse des dieux s'il faut en croire le vieil adage latin, ont une prédilection marquée pour les nombres pairs, prédilection qui n'est tempérée que par leur affection pour les multiples de 5. Il n'est pas douteux que, lorsqu'un dessinateur veut coter une pièce, il hésite d'abord entre deux multiples de 10 consécutifs; il essaie ensuite le multiple de 5 intermédiaire et, en dernier lieu, un nombre pair; il ne se résout à prendre un nombre impair que lorsqu'il ne peut, ou ne croit pouvoir, faire autrement.

C'est en se basant sur ces considérations que le Comité I. S. A. 19 (diamètres normaux) avait établi, il y a quelques années, une liste de « diamètres normaux » qui, à quelques exceptions près, étaient d'ailleurs compris dans la norme française C. N. M. 110.

Cependant, à Vienne, en 1930, la France seule refusa d'adopter cette liste à laquelle s'étaient ralliés tous les pays représentés au Comité I. S. A. 19.

C'est que, si le choix des dimensions normales est effectivement dominé par des considérations d'ordre psychologique, il l'est bien davantage par la nécessité d'appliquer ces dimensions à l'établissement de séries échelonnées de manière à couvrir l'ensemble de nos besoins avec le minimum d'éléments.

Or, dès le début de ses travaux, le Comité de Normalisation de la Mécanique (C. N. M.) avait posé en principe que ses normes ne constitueraient pas seulement une simplification mais un ensemble homogène, logique.

Il ne pouvait se contenter d'une liste que d'aucuns qualifiaient de série simpliste, véritable poubelle, disait-on même dans le feu de la discussion, où chacun puiserait à son gré; il lui fallait un ordonnancement harmonieux des dimensions normales en séries préférées.

Pour des raisons d'homogénéité, la question des diamètres normaux pouvait être rattachée à l'unification des filetages S. I. qui, pour la première fois en mécanique, avait fait état d'une série d'éléments de dimensions nominales échelonnées logiquement pour répondre aux nécessités pratiques.

Mais il n'était pas possible de faire abstraction des considérations d'ordre à la fois théorique et expérimental qui, dans un domaine beaucoup plus vaste que celui de la mécanique, avaient conduit à définir les nombres normaux homologués par le C. S. Nor. (fascicule X).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU II

NOMBRES NORMAUX I.S.A.

Les nombres normaux comprennent quatre progressions géométriques de raisons respectives $\sqrt[5]{10}$, $\sqrt[10]{10}$, $\sqrt[20]{10}$ et $\sqrt[40]{10}$ (Série Renard)

NOMBRES ARRONDIS de 100 à 1000				Nombre calculé à 1/20000e près	Écart en °/₀
Raison $\sqrt[5]{10}$	Raison $\sqrt[10]{10}$	Raison $\sqrt[20]{10}$	Raison $\sqrt[40]{10}$		
100	100	100	100	100	0
			106	105,93	+ 0,07
		112	112	112,20	− 0,18
			118	118,85	− 0,71
	125	125	125	125,89	− 0,71
			132	133,35	− 1,01
		140	140	141,25	− 0,88
			150	149,62	+ 0,25
160	160	160	160	158,49	+ 0,95
			170	167,88	+ 1,26
		180	180	177,83	+ 1,22
			190	188,36	+ 0,86
	200	200	200	199,53	+ 0,24
			212	211,35	+ 0,31
		224	224	223,87	+ 0,06
			236	237,14	− 0,48
250	250	250	250	251,19	− 0,47
			265	266,07	− 0,40
		280	280	281,84	− 0,65
			300	298,54	+ 0,49
	315	315	315	316,23	− 0,39
			335	334,97	+ 0,01
		355	355	354,81	+ 0,05
			375	375,84	− 0,22
400	400	400	400	398,11	+ 0,47
			425	421,70	+ 0,78
		450	450	446,68	+ 0,74
			475	473,15	+ 0,39
	500	500	500	501,19	− 0,24
			530	530,88	− 0,17
		560	560	562,34	− 0,42
			600	595,66	+ 0,73
630	630	630	630	630,96	− 0,15
			670	668,34	+ 0,25
		710	710	707,95	+ 0,29
			750	749,89	+ 0,01
	800	800	800	794,33	+ 0,72
			850	841,40	+ 1,02
		900	900	891,25	+ 0,98
			950	944,06	+ 0,63
1000	1000	1000	1000	1000	0

On sait en quoi consistent ces séries de nombres normaux en progression géométrique de raisons $r = \sqrt[5]{10}$, $r' = \sqrt{r} = \sqrt[10]{10}$, $r'' = \sqrt{r} = \sqrt[20]{10}$, $r''' = \sqrt[8]{r} = \sqrt[40]{10}$, etc., dont la première a été imaginée vers 1878 par le colonel Charles Renard pour normaliser les poids linéaires des cordages de l'aérostation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le choix de la progression géométrique implique la constance de l'écart relatif $\frac{u_{n+1} - u_n}{u_n}$ de deux termes consécutifs.

Le choix d'une raison de la forme $\sqrt[a]{10}$ implique la répétition indéfinie de la série par simple déplacement de la virgule puisque $u_{n+a} = 10\,u_n$.

Le choix de $a = 5 \times 2^p$ implique le dédoublement progressif des intervalles de la série de base où $p = 0$, lorsqu'on donne à p les valeurs entières croissantes.

Déjà Renard avait complété la série de raison $\sqrt[5]{10}$ par celle de raison $\sqrt[10]{10}$ et adopté pour valeurs arrondies des termes successifs :

1,25 1,6 2 2,5 3,2 4 5 6,4 8 10.

Je ne m'étendrai pas sur les remarquables propriétés de ces nombres et des applications les plus inattendues qui en résultent, comme celle qu'en a fait notre collègue M. Androuin au calcul rapide [7]. C'est ainsi par exemple :

1° que l'un d'eux est sensiblement égal à π;

2° que $\sqrt[10]{10} = 1{,}25 = \sim \sqrt[3]{2}$ de telle sorte que d'une part, le cube construit sur un nombre Renard de la série $\sqrt[10]{10}$ a un volume double de celui construit sur le nombre précédent et que d'autre part, tous les termes de cette série peuvent être déduits des trois premiers, en doublant;

3° qu'un terme de la série $\sqrt[5]{10}$ est sensiblement égal à la somme des deux précédents, du fait que $\sqrt[5]{10} = \sim \frac{1+\sqrt{5}}{2}$.

Mais les séries Renard et leurs dérivées ne constituent pas seulement un jeu de l'esprit dont on pourrait multiplier les curieuses conséquences. L'expérience montre qu'en fait, elles traduisent une loi naturelle qui s'est imposée dans les domaines les plus variés [8]. Il ne pouvait donc y avoir plus longtemps une question des diamètres normaux distincte de celle des nombres normaux.

En 1932 l'étude internationale des nombres normaux avait été confiée à un Comité spécial dit I. S. A. 32, placé sous la présidence de notre compatriote M. Blanchet, Ingénieur en chef de l'Aéronautique. En 1934, l'interpénétration des travaux du Comité I. S. A. 32 et du Comité I. S. A. 19 fut réalisée à Stockholm.

Tandis que le Comité I. S. A., 32 arrêtait définitivement le tableau des séries de

(7) Association française pour l'Avancement des sciences, Congrès de Rouen, 1921.

(8) C'est ainsi que, dès 1909, M. Androuin, sans connaître les travaux de Renard, encore inédits, avait fait usage de la série géométrique décimale pour l'échelonnement d'éléments d'outillage et de machinerie.

On consultera avantageusement la bibliographie suivante :

M. J. Androuin, *Recherche sur l'évaluation rapide des temps élémentaires des travaux mécaniques. Choix d'une série normale d'avances et de vitesses pour machines-outils à tailler les métaux* (*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, sept.-oct. 1919, p. 145).

Colonel P. Renard, *Standardisation des ouvrages* (*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, mars 1921, p. 309).

R. Feret, *Projet d'une classification uniforme des matières grenues et pulvérulentes* (*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, avril 1924, p. 373).

I. Androuin, *L'unification industrielle. Étude de normalisation : constitution d'une série rationnelle de vis de serrage à têtes fendues pour constructions mécaniques* (*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, juin 1927, p. 405).

J. Androuin, *L'état actuel de la normalisation industrielle* (*Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France*, mai-juin 1931, p. 682).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU III

DIMENSIONS NORMALES POUR LA MÉCANIQUE

Décomposition de la liste des diamètres normaux I.S.A en séries géométriques approchées de raisons respectives $\sqrt[5]{10}$ $\sqrt[10]{10}$ $\sqrt[20]{10}$

d'après les résolutions de Stockholm (1934)

$\sqrt[5]{10}$	$\sqrt[10]{10}$	$\sqrt[20]{10}$	Liste résiduelle	$\sqrt[5]{10}$	$\sqrt[10]{10}$	$\sqrt[20]{10}$	Liste résiduelle
	0,5						
0,6*	0,6*						
	0,8						
1	1	1		100	100	100	
	1,2	1,1**			125	110*	105* 115
		1,2				125	120*
1,6	1,6	1,4**	1,5	160	160	140	130* 135 145
		1,6				160	150 155 165
	2	1,8			200	180	170 175 185
		2				200	190 195
2,5	2,5	2,2*		250	250	220*	210* 230
		2,5				250	240*
	3*	2,8			315	280	260* 270
		3*				315	300 310 320 330
4	4	3,5*		400	400	355**	340* 350 360 370
		4				400	380* 390 410
	5	4,5			500	450	420* 430 440 460 470
		5				500	480* 490
6*	6*	5,5**		630	630	560	
		6*				630	
	8	7*			800	710	
		8				800	
10	10	9		1000	1000	900	
		10				1000	
	12*	11*			1250	1120	
		12*				1250	
16	16	14	13*	1600	1600	1400	
		16	15			1600	
	20	18	17		2000	1800	
		20	19			2000	
25	25	22*	21*	2500	2500	2240	
		25	24*			2500	
	32*	28	26*		3150	2800	
		32*	30			3150	
40	40	36	34*	4000	4000	3550	
		40	38* 35			4000	
	50	45	42* 44		5000	4500	
		50	46* 48			5000	
63	63	56**	52* 55 58	6300	6300	5600	
		63	60 62 65			6300	
	80	70*	68* 72		8000	7100	
		80	75 78 82			8000	
100	100	90	85 88 92	10000	10000	9000	
		100	95 98			10000	

Aux termes des résolutions de Stockholm, les nombres marqués •• n'ont pas été introduits dans la liste des diamètres normaux I. S. A. 19; mais ils semblent devoir s'imposer pour assurer un échelonnement satisfaisant dans la série approchée de raison $\sqrt[20]{10}$.

Les nombres marqués • sont les valeurs approchées des nombres normaux consenties à titre exceptionnel par le comité I. S. A. 32.

Les nombres des trois séries approchées $\sqrt[5]{10}$, $\sqrt[10]{10}$ et $\sqrt{10}$ et de la 1re colonne de la liste résiduelle qui ne portent pas de marque sont des nombres normaux I. S. A.

Les nombres marqués † sont des valeurs approchées des nombres normaux qui pourraient être admises pour former à partir de 12 une série approchée de raison $\sqrt[40]{10}$ (1re colonne de la liste résiduelle).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nombres normaux de raisons $\sqrt[5]{10}$, $\sqrt[10]{10}$, $\sqrt[20]{10}$ et $\sqrt[40]{10}$ (tableau II) avec l'approbation de 13 pays (Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Finlande, France, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Suède, Suisse, Tchécoslovaquie, U. R. S. S.), le Comité I. S. A. 19 s'efforçait d'extraire de sa liste de diamètres, des séries conformes.

Pour y parvenir, il fallait d'une part consentir à incorporer dans cette liste certains nombres normaux (1,4 1,6 56 63 315 et 355) et d'autre part admettre que les séries géométriques de la mécanique pourraient comprendre, à titre exceptionnel et tout au moins provisoirement, des valeurs numériques des nombres normaux moins approchées que celles du tableau 2, par exemple :

0,6	1,1	2,2	3	3,5	5,5	6	7
11	12	22	32	36	70	110	220

C'est ce qui fut fait, tout au moins partiellement.

Grâce à ce compromis, la liste des diamètres normaux a pu être décomposée en 3 séries de raisons respectives $\sqrt{10}$, $\sqrt[10]{10}$, $\sqrt[20]{10}$ et un résidu (tableau III). En fait, les nombres marqués de deux points sur le tableau III n'ont pas encore été introduits dans la liste des diamètres I. S. A. 19, si l'on se réfère aux termes de la première rédaction des résolutions de Stockholm, mais ils semblent s'imposer pour assurer un échelonnement satisfaisant dans la série approchée de raison $\sqrt[20]{10}$;

Les nombres marqués d'un seul point sont des valeurs approchées des nombres normaux consenties à titre exceptionnel par le Comité I. S. A. 32.

A l'unanimité il a été admis :

1° que l'on prendrait désormais comme base de chaque série particulière de dimensions d'éléments mécaniques normalisés une valeur entrant dans les séries des nombres normaux du tableau I et éventuellement du tableau II (de préférence dans la série de plus forte raison);

2° que l'on ferait choix d'un échelonnement qui cadre de préférence avec la série des nombres normaux de plus forte raison possible.

Je pense d'ailleurs qu'il serait encore possible d'extraire de la liste I. S. A. 19, à partir de 12 mm, une série dont les termes successifs présenteraient un accord souvent suffisant avec les termes de la série de nombres normaux de raison $\sqrt[40]{10}$. J'ai fait apparaître, dans la première colonne des nombres de la liste résiduelle du tableau III, les termes qui pourraient être adoptés si le Comité I. S. A. 32 consentait à étendre à ceux d'entre eux qui sont marqués d'une croix l'exception qu'il a déjà admise à Stockholm pour ceux marqués d'un point.

Si cette décision était prise, l'ensemble de la liste des dimensions normales de la mécanique se décomposerait en quatre séries géométriques approchées des séries de nombres normaux I. S. A. et un résidu de 37 nombres qui, vraisemblablement, s'élimineraient progressivement de nos fabrications. Ce serait un gain de 30 p. 100 environ.

Quoi qu'il en soit, les résolutions de Stockholm concernant les nombres normaux et leur application aux dimensions normales de la mécanique suffisent pour donner, dès maintenant, une orientation nouvelle, nette et logique à la normalisation internationale.

Sur ce point, l'action du C. N. M. et de l'A. F. N. O. R. aura été aussi fructueuse que décisive.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On ne saurait trop les remercier en la personne de M. Blanchet qui a brillamment mené à bonne fin l'œuvre entreprise par M. Caquot.

Sans doute aussi, devons-nous ici rendre un pieux hommage à la mémoire de Rateau.

LES AJUSTEMENTS.

Réaliser, c'est accepter délibérément
de faire une œuvre imparfaite.
Général ESTIENNE.

Dès 1912, la société « La Précision mécanique », avait pris l'initiative d'établir un système d'ajustements (on disait alors ajustages) à l'usage de sa clientèle, en vue de réduire la diversité des calibres qui lui étaient demandés. Ce système prit quelque développement en France. Mais beaucoup de firmes importantes créèrent pour leurs besoins propres des systèmes particuliers.

La C. P. S. comprit le danger; une sous-commission de cet organisme, sous la présidence de M. A. Caquot, élabora un projet de fascicule M-1 intitulé « Établis-« sement d'un tableau standard de tolérances à appliquer dans la construction des « pièces mécaniques et définition des unités de mesures », qui constituait l'armature d'un système d'ajustements rationnel.

Tandis que la carence de la C. P. S. arrêtait la mise au point de ce projet, l'étude de systèmes d'ajustements se poursuivait activement à l'étranger, notamment en Allemagne, en Suède, en Suisse et en Tchécoslovaquie, pour ne citer que les pays métriques.

Le commandant (depuis général) Graux attira l'attention sur l'urgente nécessité de reprendre en France l'étude de cette question ; il fit connaître les systèmes étrangers, en particulier le système allemand D. I. N. Sous son impulsion, une commission interministérielle fut constituée en vue de rechercher une solution satisfaisante pour notre pays. Après examen approfondi des divers systèmes employés tant en France qu'à l'étranger, cette Commission se rallia au système, dit L B [9], élaboré par un de ses membres, M. M. Le Besnerais, Ingénieur en chef du Génie maritime. Ce système était basé sur les mêmes principes généraux que les systèmes suisse, allemand et suédois; il les complétait et corrigeait certains de leurs défauts; il constituait entre eux un compromis susceptible de servir de base à un accord international.

Proposé au C. N. M., il fut soumis à l'examen de la Commission des Ajustements présidée par M. Outin, directeur de « La Précision mécanique », qui l'adopta en principe comme système national et prit l'initiative de provoquer la création au sein de l'I. S. A. du Comité 3, chargé de la question des ajustements. M. Le Besnerais fut désigné pour y exposer et défendre son projet.

En raison de l'ampleur du sujet, comme aussi de la difficulté et de la nouveauté des problèmes techniques que posait l'ensemble de la question, l'étude d'un système international fut confiée par ce comité à une sous-commission de spécialistes des 5 pays métriques qui possédaient déjà des systèmes nationaux : Allemagne, France, Suède, Suisse et Tchécoslovaquie.

Sous la présidence de M. Gramenz, président du Comité 3, ingénieur en chef au

(9) Ce système a paru dans le *Mémorial de l'Artillerie française* et a été publié en 1928 par la Société d'Encouragement sous le titre : *Normalisation des ajustages*, par M. M. LE BESNERAIS, 64 p., 20 pl.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Deutscher Normenausschuss qui en assurait le secrétariat, cette sous-commission a réussi à élaborer, au cours de 6 années de travaux ininterrompus, un projet de système international, dit système I. S. A., qui a fait l'objet de deux importants rapports, l'un de novembre 1930, l'autre de décembre 1933 [10].

Une partie de ce système, concernant les diamètres de 1 à 180 mm, a été adoptée par le Comité 3 à Copenhague en 1932. Elle est définie dans le document intitulé « Rapport sur la conférence des 15 et 16 mai 1931 à Copenhague » et son supplément de décembre 1932. Le C. N. M. l'a prise pour base de ses normes C. N. M. 501 à 566 homologuées par le Comité supérieur de Normalisation (C. S. Nor.).

Complété depuis et étendu jusqu'à 500 mm, ce système vient d'être approuvé dans son ensemble, sous réserve de quelques modifications que la Sous-Commission a reçu tous pouvoirs d'effectuer suivant les directives du Comité 3, par 14 pays représentés à Stockholm : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Finlande, France, Italie, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Suède, Suisse, Tchécoslovaquie, U. R. R. S.

On s'imagine mal l'importance de la somme de travail que les membres de la Sous-Commission I. S. A. 3 ont dû s'imposer durant six années pour réaliser un tel succès. C'est que l'apparente simplicité de l'édification d'un système d'ajustements cachait d'innombrables difficultés :

Difficultés résultant de la généralité même du problème dont la solution devait couvrir les besoins de l'ensemble de la construction mécanique, depuis la fabrication des calibres par exemple jusqu'à celle des machines agricoles;

Difficultés résultant du grand nombre d'ingénieurs et de savants qui, dans tous les pays, s'intéressaient à la question et, dans chaque domaine, apportaient nécessairement des solutions très diverses, le nombre des arbitraires du problème étant très élevé;

Difficultés résultant de ce qu'en général les systèmes existants avaient été établis à l'origine pour réaliser l'interchangeabilité dans un même atelier, dans une même usine — ce que j'appellerai l'interchangeabilité restreinte — alors que, sur le plan international, l'interchangeabilité devait être réalisée dans son sens le plus général à la fois dans le temps et dans l'espace;

Difficultés résultant de ce que les besoins des mécaniciens étaient mal définis ou insuffisamment étayés par l'expérience;

Difficultés enfin, dues au fait qu'à l'origine des travaux de la Sous-Commission, on avait posé en principe que le système à l'étude devait réaliser pratiquement l'interchangeabilité avec les systèmes déjà utilisés.

Cette condition préalable ne devra pas être perdue de vue par ceux qui voudront

(10) Les personnalités suivantes ont été appelées à prendre part aux travaux de la Sous-Commission I. S. A. 3 :

Allemagne : Dr Ing. O. Kientzle, Berlin; — Prof. Dr Ing. G. Schloesinger, Berlin.

France : M. Le Besnerais, Ingénieur en chef du Génie maritime, Brest; — P. Nicolau, chef d'escadron d'artillerie, Paris; — C. Luttenauer, Ingénieur chef de service à la Société alsacienne de Constructions mécaniques, Mulhouse.

Suède : H. Tornebohm, Ingénieur en chef à la S. K. F., Gothembourg.

Suisse : H. Zollinger, directeur du V. S. M., Zurich; — H. Mayer, Ingénieur en chef de la Société Oerlikon, Zurich; — Streiff, Ingénieur en chef de la Société Brown Boveri, Zurich.

Tchécoslovaquie : Prof. N. N. Sawin, directeur aux Établissements Skoda, Pilsen; — Ingén. K. Julis, Prague.

I. S. A. : Ingénieur en chef, Huber-Ruf, secrétaire général de l'I. S. A., Bâle.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

juger l'œuvre accomplie par la Sous-Commission I. S. A. 3. Non seulement elle a joué un rôle déterminant dans bien des discussions, mais elle a fâcheusement orienté la marche des travaux. Au lieu de chercher à s'entendre avant tout sur les principes directeurs, il a fallu dégager d'âpres marchandages (ce que j'ai appelé la foire au micron) une moyenne, un compromis sur des valeurs numériques, qui soit acceptable par tous. C'est alors seulement qu'il a été possible de s'élever au-dessus du sujet pour apercevoir dans toute son étendue un problème qui jusqu'alors, à la manière des paysages tourmentés des régions montagneuses, changeait constamment d'aspect suivant le point de vue auquel on se plaçait....

Il est d'usage en France d'imposer parfois aux candidats au baccalauréat de délayer en quelques pages deux lignes de la pensée d'un maître. Imaginez qu'on vous donne les copies de toute une classe avec mission de reconstituer la pensée maîtresse et vous aurez une idée du problème que nous avons dû résoudre.

C'est le résultat de ce travail de condensation que je vais vous exposer brièvement, sans chercher à anticiper sur la publication intégrale du système I. S. A. qui sera faite dans quelques mois, après mise au point définitive par la Sous-Commission.

TOLÉRANCES FONDAMENTALES. — La caractéristique la plus frappante du système I. S. A. est qu'à l'inverse des systèmes utilisés auparavant, la notion de tolérance s'y trouve nettement dégagée de celle d'ajustement.

La tolérance d'une dimension est la différence entre la valeur maximum et la valeur minimum qui lui sont consenties.

Une dimension se trouve complètement définie par 3 paramètres (fig. 1) :

1° sa valeur nominale . . . . . D;
2° la grandeur de sa tolérance . . . . . T;
3° la position de la zone de tolérance T supposée en quelque sorte matérialisée, par rapport à la dimension nominale. . λ.

Ces paramètres ne sont pas indépendants; T et λ sont des fonctions de D.

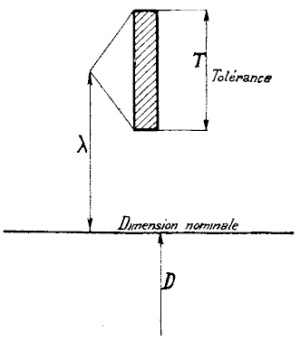


Fig. 1.

J'ai déjà montré comment les dimensions nominales ont été normalisées. J'examinerai maintenant la normalisation de la grandeur des tolérances.

La grandeur d'une tolérance dépend :

1° d'un certain facteur qui a reçu le nom de *qualité*;

2° de la dimension nominale D de la pièce.

La qualité caractérise le soin qu'on apporte à la fabrication, soin qui résulte de la précision et des conditions d'emploi de l'outillage mis en œuvre tant pour l'usinage que pour la vérification. C'est la qualité — les bureaux d'étude doivent y penser toujours — qui conditionne le prix de revient.

L'expérience montre que, dans une même qualité, c'est-à-dire pour des conditions de travail données, la tolérance est une certaine fonction de D. Pour les faibles dimensions (jusqu'à 100 mm par exemple) et pour les conditions de travail les plus courantes, elle est sensiblement proportionnelle à $\sqrt[3]{D}$. Mais, lorsque D augmente ou que l'on travaille avec plus de soin, elle tend à varier proportionnellement à D.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU IV

TOLÉRANCES FONDAMENTALES I.S.A.

Unité internationale de tolérance, $i = 0{,}45\sqrt[3]{D} + 0{,}001D$ (i en microns, D en mm)

Qualités	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Symboles des tolérances fondamentales	IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16
Valeurs théoriques					~7 i	10 i	16 i	25 i	40 i	64 i	100 i	160 i	250 i	400 i	640 i	1000 i
Dimensions nominales	Tolérances fondamentales en microns															
au dessus de 1 jusqu'à 3	1,5	2	3	4	5	7	9	14	25	40	60	90	140	250	400	600
3 6	1,5	2	3	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
6 10	1,5	2	3	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
10 18	1,5	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100
18 30	1,5	2	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300
30 50	2	3	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600
50 80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900
80 120	3	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200
120 180	4	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
180 250	5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900
250 315	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200
315 400	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600
400 500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On a été ainsi conduit à admettre que les tolérances des qualités usuelles seraient définies par la relation :

$$IT = Ki$$

(IT est l'abréviation de « internationale tolérance ou, en allemand, internationale Toleranz et, en anglais, international tolerance »). Dans cette formule, K est une constante caractéristique de la qualité considérée et i une fonction de D, appelée *unité internationale de tolérance*, donnée par la formule

$$i = 0{,}45 \sqrt[3]{D} + 0{,}001\ D.$$

Les qualités ont été numérotées à partir de 1 dans l'ordre des tolérances croissantes.

On a appelé qualité 6, celle dont les tolérances sont égales à $10\ i$; $IT_6 = 10i$. Puis, on a adopté comme coefficient K des qualités successives au-dessus de la sixième, les nombres normaux de la série géométrique de raison $\sqrt[5]{10}$, c'est-à-dire 16, 25, 40, 64 [11], 100 etc... de telle sorte que

$$IT_{n+5} = 10\ IT_n \qquad [1]$$

Pour un même diamètre, les tolérances des qualités successives se trouvent échelonnées en série de Renard et se reproduisent toutes les cinq qualités en ajoutant un zéro.

On aurait pu laisser à chacun le soin de calculer pour chaque dimension donnée (normale ou non) la valeur de la tolérance correspondante : il eût suffi de fixer la loi d'arrondissement des valeurs calculées.

Pour se conformer à l'usage établi dans tous les pays, il a paru préférable d'admettre pour toutes les dimensions nominales comprises entre deux limites D_1 et D_2 la valeur moyenne de i correspondant à $D = \sqrt{D_1 D_2}$. Cela revient à remplacer la courbe représentative de i par une série de paliers (fig. 2).

On a pris pour limite des paliers successifs :

3 6 10 18 30 50 80 120 180 250 315 400 500, etc.

Jusqu'à 180, ces limites sont celles sur lesquelles il existait déjà en fait un accord presque général. A partir de 250, ce sont les nombres de la série géométrique de raison $\sqrt{10}$.

Le tableau IV donne les tolérances fondamentales ainsi obtenues. Les valeurs calculées pour les qualités 6 à 10 y sont arrondies en microns jusqu'à 100 μ et en multiples de 5 μ au-dessus de 100 μ.

Les tolérances des qualités 11 à 15 sont respectivement 10 fois plus grandes que celles des qualités 6 à 10. Celles de la qualité 16 sont 100 foisplus grandes que celles de la qualité 6. Le tableau pourrait être prolongé indéfiniment sur la droite par application de la formule [1].

Pour la qualité 1, qui correspond à la précision la plus grande que l'on puisse réaliser actuellement en fabrication de série, on a adopté des tolérances proportionnelles à D, arrondies en demi-microns jusqu'à 30 mm, puis en microns. Pour obtenir un raccordement progressif à la fonction i, les qualités 2 à 4 ont été échelonnées en progression géométrique entre celles des qualités 1 et 5.

Quelques anomalies ont dû être consenties pour tenir compte de la pratique

(11) A l'époque où cette décision a été prise, 64 n'avait pas encore été remplacé par 63.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

actuelle. C'est ainsi que la tolérance de la qualité 5 a été prise égale à 7 i environ, au lieu de 6,4 i et que, dans le palier 1 à 3 et en partie dans le palier 3 à 6, les valeurs inscrites sont un peu supérieures à celles qui résultent du calcul.

Sous ces réserves, le tableau des tolérances fondamentales I. S. A., établi en

TOLÉRANCES FONDAMENTALES I.S.A.

Echelonnement par paliers

Unité internationale de tolérance, $i = 0{,}45\sqrt[3]{D} + 0{,}001\,D$.

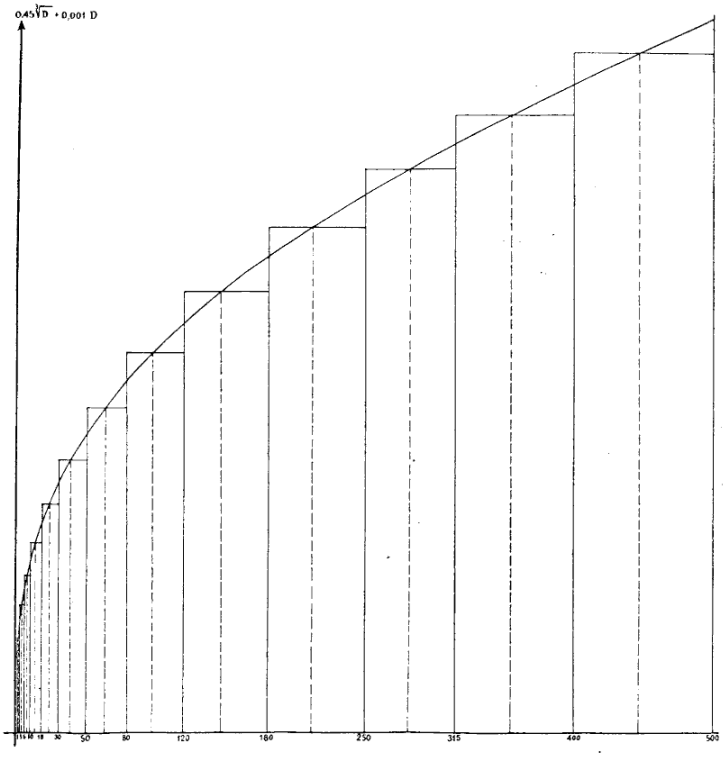


Fig. 2.

prenant pour point de départ la qualité 6 pour laquelle la Sous-Commission disposait d'une base expérimentale solide, se présente dans une forme harmonieuse et fait état du minimum d'arbitraires.

Il est susceptible d'application générale car, si la fonction i se réfère en principe aux fabrications mécaniques, rien ne s'oppose à ce que, dans les cas où cette fonction ne s'appliquerait pas, l'on adopte des tolérances du même tableau en changeant progressivement de qualité lorsque varie le diamètre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

AJUSTEMENTS. — Avec le mode de représentation qui a été adopté (fig. 1), 6 paramètres seraient nécessaires pour définir l'ensemble des deux pièces qui constituent ce que l'on a appelé un cas d'ajustement.

On a convenu :

1° de donner aux deux pièces la même dimension nominale ;

2° de faire coïncider l'une des limites de la tolérance T d'une des deux pièces avec la dimension nominale. Cette pièce prend le nom de *pièce normale*.

Le nombre des paramètres a été ainsi réduit à 4 et, pour une dimension nominale donnée, à 3.

Il résulte de la seconde convention que l'on peut définir deux systèmes d'ajus-

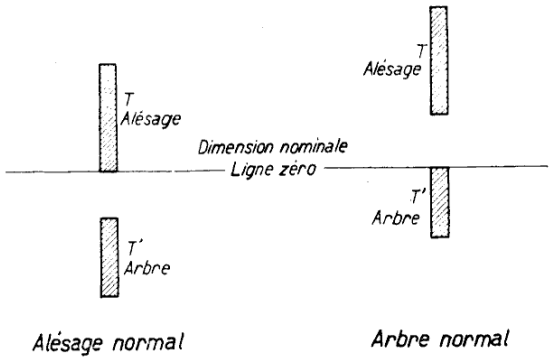


Fig. 3.

tements distincts, suivant que l'on prend pour pièce normale l'arbre ou l'alésage [12], savoir (fig. 3) :

Le système dit de l'alésage normal, où la pièce normale est l'alésage ;

Le système dit de l'arbre normal, où la pièce normale est l'arbre.

Dans le système de l'alésage normal, le minimum de l'alésage est la dimension nominale.

Dans le système de l'arbre normal, le maximum de l'arbre est la dimension nominale.

La coexistence de ces deux systèmes a dû être admise pour sacrifier à l'usage. Mais, comme ils ont été établis de manière à donner les mêmes cas d'ajustements usuels, c'est-à-dire les mêmes séries de positions relatives de tolérances de même grandeur de deux pièces, il est désirable que l'un des deux s'efface devant l'autre. Tout le monde est d'accord pour admettre que le système à alésage normal doit être utilisé de préférence. Le C. N. M. l'a seul retenu dans ses normes.

Je décrirai donc seulement dans ce qui suit le système à alésage normal et j'indiquerai brièvement comment s'en déduit le système à arbre normal.

Système à alésage normal. — La différence entre la dimension réelle d'une pièce et sa dimension nominale est appelée *écart*. Aux deux limites de la tolérance cor-

(12) Ces expressions d'arbre et alésage que j'emploierai dans ce qui suit doivent être prises dans le sens le plus général de contenu et contenant. De même pour me conformer à l'usage je dirai diamètre pour dimension.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

respondent des écarts limites. Celui qui correspond au minimum s'appelle écart inférieur et celui qui correspond au maximum, écart supérieur.

Les écarts sont comptés par rapport à la dimension nominale : positivement en dessus, négativement en dessous. La dimension nominale est par suite appelée ligne zéro.

L'écart supérieur de l'alésage est + T, son écart inférieur est nul. On convient

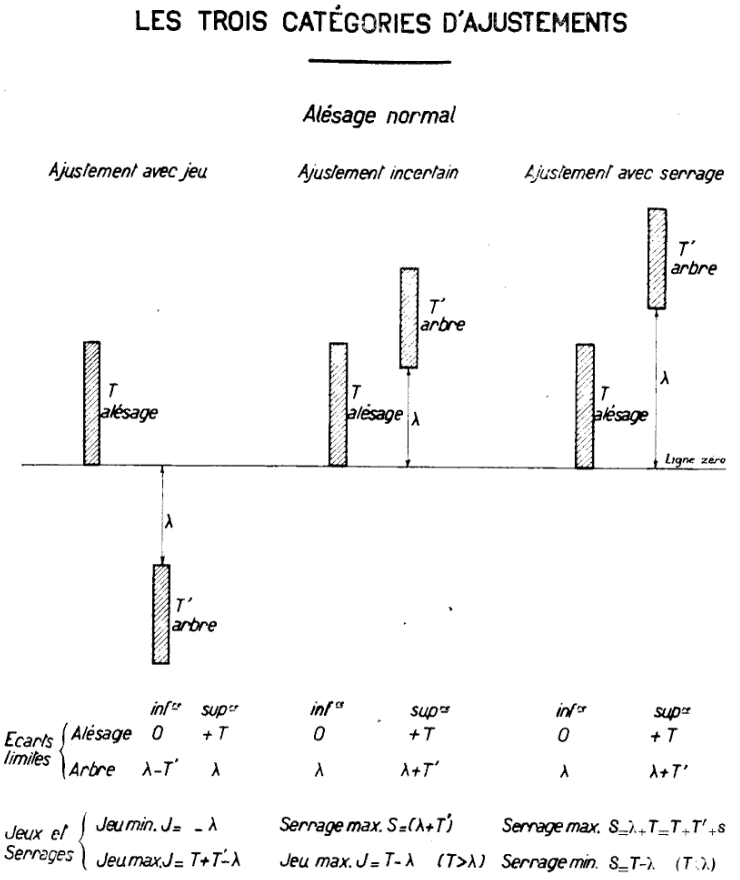


Fig. 4.

de prendre comme paramètre λ pour définir la position de la tolérance de l'arbre par rapport à la ligne zéro son écart limite le plus faible en valeur absolue, que nous appellerons dans ce qui suit *écart minimum* (fig. 4).

Cet écart minimum peut être, suivant la position de la tolérance de l'arbre par rapport à la ligne zéro, soit son écart supérieur (1er cas de la figure) soit son écart inférieur (2e et 3e cas de la figure).

A ces trois cas de figure correspondent trois catégories d'ajustements :

1° Ajustements avec jeu (1er cas de figure). — L'assemblage d'un arbre et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'un alésage quelconques présente toujours un jeu. Les écarts limites de l'arbre sont :

$$\lambda - T' \text{ et } \lambda$$

Le jeu maximum $J = T + T' - \lambda$

Le jeu minimum $j = -\lambda$.

2° Ajustements incertains (2e cas de figure). — L'assemblage d'un arbre et d'un alésage peut présenter soit du jeu, soit du serrage. Les écarts limites de l'arbre sont :

$$\lambda \quad \lambda + T'.$$

Le jeu maximum $J = T - \lambda$.

Le jeu minimum $j = -\lambda - T'$ est négatif, c'est un serrage maximum

$$S = \lambda + T'.$$

3° Ajustements avec serrage (3e cas de figure). — L'assemblage d'un arbre et d'un alésage donne toujours du serrage. Les formules sont les mêmes que dans le 2e cas, mais $\lambda > T$ et $J < 0$. On a :

serrage minimum $s = \lambda - T$

serrage maximum $S = \lambda + T' = T + T' + s$.

Le système d'ajustements est représenté dans son ensemble par la figure 5. Il est constitué :

d'une part par une série d'alésages normaux : en l'état actuel de la technique les alésages des qualités 6 à 12;

d'autre part, par une gamme d'arbres dont les écarts minimum λ sont échelonnés de manière à réaliser en les associant à l'un des alésages normaux une gamme de jeux et serrages capable de couvrir tous les besoins.

On admet que chaque valeur de λ est une fonction de D indépendante de la qualité : $\lambda = f(D)$. En d'autres termes, à chaque valeur de λ on peut associer les tolérances d'arbre de toutes les qualités (en pratique, qualités 5 à 12 pour les alésages 6 à 12).

Chaque valeur de λ est caractérisée en grandeur et signe par une lettre minuscule.

La lettre *h* désigne l'arbre dont l'écart minimum est nul.

Les lettres *a* à *g* désignent les arbres dont l'écart minimum est négatif.

La valeur absolue de l'écart minimum décroît de *a* à *g*.

j désigne les arbres dont la tolérance est symétrique par rapport à la ligne zéro.

Les lettres *k* à *z* désignent des arbres d'écart minimum positif, progressivement croissant.

On notera que, pour éviter des confusions, les lettres *i*, *l*, *o* et *q* ne sont pas utilisées.

Les majuscules sont réservées à la désignation des écarts minimum des alésages dans le système de l'arbre normal.

L'alésage dont l'écart minimum est nul, seul utilisé, par définition, dans le système de l'alésage normal, s'appelle H.

Avec ces notations :

un alésage est désigné par sa dimension nominale, suivie de la lettre H puis du chiffre de qualité. Exemple : 50 H 6;

un arbre est désigné par sa dimension nominale, suivie du symbole-lettre qui caractérise son écart minimum puis du chiffre de la qualité. Exemple : 50 g 5.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'ajustement de ces deux pièces est désigné par la dimension nominale suivie des symboles propres à l'alésage puis des symboles propres à l'arbre, avec interposition d'un trait oblique. Exemple : 50 H 6/g 5.

SYSTÈME I.S.A

Alésage normal

POSITION DES TOLÉRANCES D'ARBRES.

Représentation graphique pour D=50mm

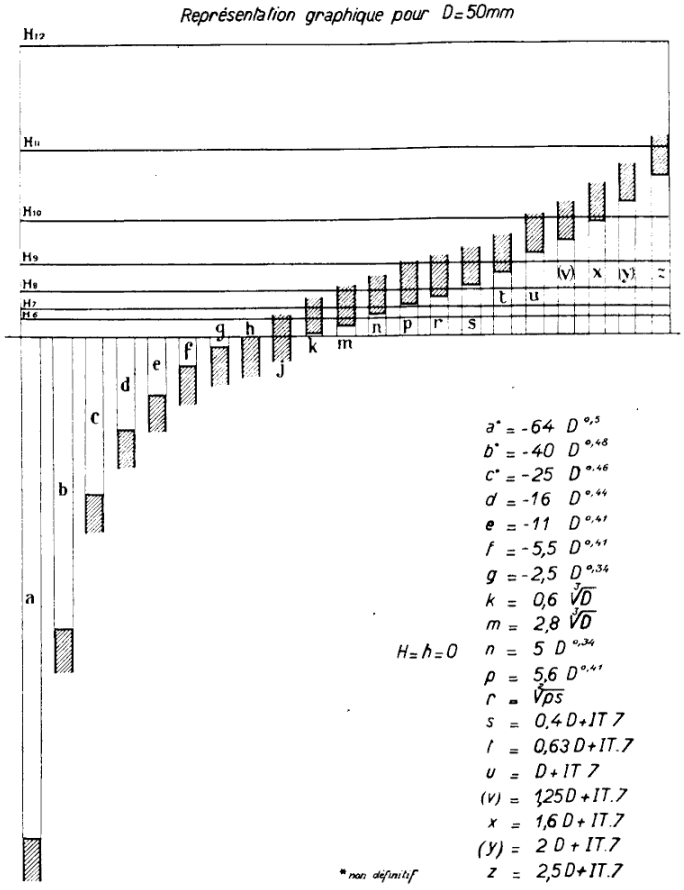


Fig. 5.

En associant à un alésage d'une qualité quelconque un arbre de symbole-lettre a à h, on obtient un ajustement avec jeu.

Avec un arbre de symbole-lettre j à z. on peut obtenir, suivant les qualités de l'arbre et de l'alésage, un ajustement incertain ou un ajustement avec serrage. Toutefois, en principe, les arbres j à n ne sont définis que pour la réalisation d'ajustements incertains, la probabilité pour avoir du serrage augmentant dans l'ordre des lettres; les arbres p à z ne sont définis qu'en vue de réaliser des ajustements avec serrage (ajustements à la presse ou ajustements frettés).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En principe, un alésage de dimension nominale et de qualité données pourrait être associé avec un arbre de même dimension nominale et de qualité quelconque. Toutefois, en pratique, dans la plupart des cas d'ajustements utilisés, la qualité de l'arbre est inférieure d'une unité à celle de l'alésage.

La figure 3 donne la fonction de D que caractérise chaque symbole-lettre. Ces fonctions ont été déterminées empiriquement, de manière à conserver à l'ajustement le même *caractère* lorsque, toutes choses égales d'ailleurs, le diamètre varie.

Il faut reconnaître que cette notion de caractère d'ajustement est, comme celle de qualité, quelque peu spécieuse.

On a admis que, pour les ajustements incertains ou avec jeu, l'écart minimum λ serait défini par une formule de la forme $\lambda = kD^n$, où l'exposant n croît de 0,34 à 0,5 au fur et à mesure que le jeu minimum croît. λ varie en somme de la proportionnalité à $\sqrt[3]{D}$ à la proportionnalité à $\sqrt{D}$ lorsque le degré de liberté des ajustements augmente.

La forme exponentielle donnée à λ résulte simplement de ce que le balancement des valeurs numériques déduites de l'expérience a été fait sur du papier logarithmique sur lequel les exponentielles sont représentées par des droites.

Pour les ajustements avec serrage proprement dits, à partir de p, les formules se réfèrent en principe aux arbres de la qualité 6 à associer aux alésages de la qualité 7. Dans ces conditions, les coefficients du terme en D des arbres s à z représentent le serrage minimum *relatif* qui intervient dans les calculs de résistance et détermine surtout le choix de l'ajustement. Ces coefficients sont les termes successifs de la série de nombres normaux de raison $\sqrt[5]{10}$ pour s, t, u, x et z. On a intercalé les ajustements v et y, dont les coefficients appartiennent à la série des nombres normaux de raison $\sqrt[10]{10}$; mais ces ajustements ne doivent être utilisés qu'en cas de nécessité absolue.

Dans chacun des paliers de diamètres $D_1 - D_2$ déjà admis pour les tolérances fondamentales, on a adopté pour valeur numérique du symbole-lettre, la valeur de la fonction $\lambda = f(D)$ pour $D = \sqrt{D_1 D_2}$ et l'on a arrondi les valeurs calculées suivant des règles bien déterminées.

Il serait prématuré de publier les tableaux numériques qui en résultent, quelques valeurs étant encore susceptibles de modifications au cours de la mise au point à laquelle procède actuellement la sous-commission I. S. A. 3.

Je signale toutefois, que, pour les ajustements avec serrage, l'amplitude des paliers a dû être réduite de manière que, dans un même palier, le serrage relatif réalisé effectivement pour un diamètre donné ne s'écarte pas de plus de 5 p. 100 environ du serrage théorique correspondant au diamètre moyen. On a adopté à cet effet, comme limites des paliers intermédiaires :

14 24 40 65 100 140 160 200 225 280 355 et 450

qui, sauf 14, 24, 65 et 225, sont des nombres normaux.

Cette même subdivision des paliers a dû être admise pour les écarts des arbres a, b, c pour ajustements avec grand jeu.

Système à arbre normal. — Le système à arbre normal se déduit du système à alésage normal de la manière suivante :

1° Les alésages A à H sont symétriques des arbres a à h par rapport à la ligne zéro;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2° Les écarts des alésages J à Z sont déterminés de telle sorte que l'ajustement $H\omega/\lambda$ (ω — 1) dans le système de l'alésage normal soit équivalent à l'ajustement $\Lambda\omega/h$ (ω — 1) dans le système de l'arbre normal; dans ces conditions, les écarts minimum Λ de ces alésages dépendent de la qualité ω.

VÉRIFICATEURS.

Les écarts limites des éléments normalisés, calculés à l'aide des formules précédentes, représentent les limites « idéales » des dimensions de ces éléments. Ils sont utilisés pour le calcul des jeux et serrages qui servent de base aux bureaux d'études pour le choix des cas d'ajustements à adopter dans chaque cas particulier. Il convient donc de vérifier que les dimensions des éléments fabriqués sont effectivement comprises dans les limites fixées.

Toute vérification étant entachée d'erreurs de mesure, qui dépendent du mode de vérification et des précautions prises, il est en principe indispensable de s'entendre sur les conditions de la vérification et de fixer ces conditions pour chaque mode de vérification de manière à avoir le maximum de garantie sinon la certitude que les éléments vérifiés sont compris dans ces limites.

Les modes de vérification les plus généralement utilisés à l'heure actuelle dans l'industrie dérivent de deux principes distincts :

1° Vérification par mesure directe, c'est-à-dire par comparaison, qu'on pourrait qualifier de statique, à un étalon de mesure ou à un élément de même forme et de dimension voisine;

2° Vérification à l'aide de calibres à limites fixes « entre » et « n'entre pas », que l'on pourrait qualifier de vérification dynamique, faisant intervenir le frottement de contact et par suite, avec la forme de l'élément, la nature du métal et l'état des surfaces.

Ce dernier mode de vérification, déjà employé par Gribeauval, est encore de beaucoup le plus courant. Il n'est pas équivalent au premier; sa précision est moindre; mais il est beaucoup plus commode et rapide. C'est pourquoi le système I. S. A. a été complété, du moins pour ce qui concerne les arbres et alésages proprement dits, par une normalisation des calibres à limites qui, à défaut de conventions contraires, décident du refus ou de l'acceptation des pièces : calibres « entre », pour vérifier l'écart supérieur de l'arbre et l'écart inférieur de l'alésage; calibres « n'entre pas » pour vérifier l'écart inférieur de l'arbre et l'écart supérieur de l'alésage. En d'autres termes, sauf spécifications contraires, une pièce sera tenue pour bonne si elle est reconnue telle avec un vérificateur normalisé tenu lui-même pour bon.

La norme doit donc : fixer les conditions d'emploi des calibres, définir ce que doit être un calibre bon et prévoir le moyen de vérifier qu'il est tel.

Les conditions d'emploi des calibres n'ont pas encore été précisées.

Pour être bon, un calibre doit :

1° Avoir une forme donnée et répondre à certaines conditions de fabrication, de manière que tous les calibres de même dimension acceptent ou refusent les mêmes pièces. Cette question de l'équivalence des calibres est encore à l'étude. Il est seulement admis jusqu'ici que les calibres d'alésages sont des tampons cylindriques ou des broches et que les calibres d'arbres sont des calibres mâchoires;

2° Avoir des dimensions comprises entre des limites données occupant une posi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion déterminée par rapport aux limites des pièces : les calibres sont en effet des pièces mécaniques au même titre que celles qu'ils servent à vérifier. Comme elles, ils doivent être définis par leur tolérance et la position de cette tolérance dans l'espace. Il faut noter seulement que la tolérance des calibres est en principe la somme d'une tolérance de fabrication et d'une tolérance d'usure, d'autre part que la

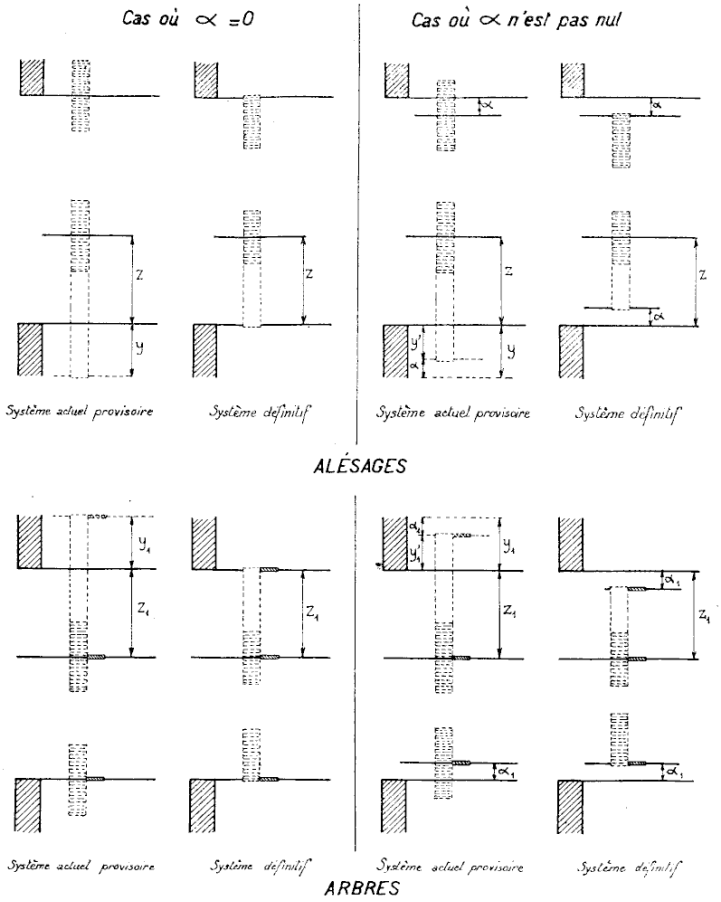


Fig. 6. — Position des zones de tolérances des vérificateurs et des rapporteurs.

position de la tolérance doit être repérée par rapport aux limites à vérifier.

Cette question de la position des zones de tolérances des calibres est sans aucun doute celle qui a soulevé le plus de discussions depuis l'origine des travaux de la Sous-Commission I. S. A. 3. Elle n'est pas encore définitivement réglée mais certains points importants ont été acquis à Stockholm, qui permettent d'espérer que l'on aboutira prochainement à une disposition donnant toute satisfaction.

Une solution provisoire a été admise; les éléments essentiels d'une solution définitive ont été précisés.

Il a été posé en principe que la solution définitive devrait être atteinte dès que

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les progrès de la technique de la fabrication des calibres le permettront et la Sous-Commission a reçu mission d'étudier dès maintenant la possibilité de s'en rapprocher sinon de l'atteindre dans la mise au point qu'elle effectue.

La figure 6 montre, respectivement pour les arbres et pour les alésages, les positions des zones de tolérances des vérificateurs qui ont été admises dans les deux solutions. Deux cas sont à distinguer : cas où $\alpha = 0$ et cas ou α n'est pas nul.

1° Cas où $\alpha = 0$. — Ce cas se réfère aux dimensions nominales inférieures à 180 mm.

Qu'il s'agisse d'arbres ou d'alésages, le vérificateur « entre » étant susceptible d'usure, la cote moyenne de sa tolérance de fabrication a été fixée à une distance de la limite correspondante appelée z pour les alésages et z_1 pour les arbres. Les valeurs de z et de z_1 sont considérées comme définitives; elles croissent avec D et avec le chiffre de qualité.

La limite d'usure a été fixée à une distance de la limite correspondante de la pièce, appelée y pour l'alésage y_1 pour l'arbre, à l'extérieur de la zone de tolérance de la pièce.

y et y_1 qui augmentent avec D, décroissent progressivement lorsque le chiffre de qualité croît, jusqu'à s'annuler pour les qualités 11 et au-dessus. Il a été décidé que dans le système définitif y et y_1 seraient toujours nuls.

Du côté « n'entre pas », la tolérance de fabrication du calibre, dénommée H pour les alésages, H_1 pour les arbres, a été placée à cheval sur la limite correspondante de la pièce, de telle sorte qu'elle déborde de $\frac{H_1}{2}$ à l'extérieur de celle-ci. Aucune tolérance d'usure n'a été prévue.

Il est clair que les dépassements y (ou y_1) et $\frac{H}{2}\left(\text{ou } \frac{H_1}{2}\right)$ ont de graves inconvénients :

1° ils apportent à la présentation du système une complication qui nuit à sa compréhension et par suite s'oppose à sa diffusion;

2° ils modifient dans des proportions très importantes pour les qualités fines le caractère des ajustements défini par les écarts limites nominaux et peuvent conduire les bureaux d'étude à des erreurs grossières.

Il est donc désirable qu'ils soient réduits à zéro le plus tôt possible.

La suppression de y et y_1 dépend de la possibilité d'augmenter suffisamment la résistance des calibres à l'usure, pour qu'on puisse consentir une réduction correspondante de la tolérance d'usure.

Pour ce qui concerne $\frac{H}{2}$ et $\frac{H_1}{2}$, la question se trouve liée à celle des rapporteurs des calibres-mâchoires.

On sait que, d'une manière générale, la dimension d'une pièce mécanique femelle se trouve définie par celle de la pièce mâle qui s'ajuste sur elle dans des conditions déterminées. La dimension d'un calibre-mâchoires a été définie par celle d'un disque en acier trempé poli sur lequel il passe juste sous une charge donnée (en général son propre poids) à partir de l'état de repos, les faces de mesure du disque et du calibre, préalablement graissées, ayant été soigneusement essuyées. Les limites de la tolérance d'un calibre-mâchoires se trouvent donc matérialisées par deux disques appelés rapporteurs, correspondant l'un à sa dimension maxima l'autre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à sa dimension minima. Il faut en principe deux rapporteurs pour vérifier que le calibre-mâchoires « entre » est bon à l'état neuf, un pour vérifier qu'il ne dépasse pas la limite d'usure et deux pour vérifier que le calibre-mâchoires « n'entre pas » est bon, soit au total 3 rapporteurs. Deux seulement sont indispensables en pratique : le rapporteur d'usure du calibre « entre » et le rapporteur minimum du calibre « n'entre pas ».

Il a été décidé que la tolérance de fabrication H_p de ces rapporteurs serait placée à cheval, la première sur la limite d'usure y_1, la seconde sur la limite inférieure de l'arbre, de telle sorte que dans le système définitif les dimensions moyennes de ces deux rapporteurs matérialiseront les deux limites de la pièce. Cette tolérance H_p est en principe aussi faible que la technique le permet dans des conditions économiques acceptables (Qualité 1 pour les pièces de qualités 5, 6, 7, et qualité 2 pour les pièces de qualités 8 à 12).

Mais il est clair que cette décision est incompatible avec le dépassement $\frac{H_1}{2}$. Il semble donc que, sans vouloir préjuger des décisions à venir de la Sous-Commission I. S. A. 3, la disposition représentée sur le tableau pour le système définitif (arbres) est la seule possible. La même disposition représentée pour le système définitif (alésages) s'imposera par raison de symétrie.

A noter qu'un rapporteur dont la tolérance est à cheval sur la limite de z_1 a été prévu pour le calibre « entre » neuf; mais, en raison même de la position de sa zone de tolérance, il n'a d'intérêt que pour le réglage des calibres à faces de mesure réglables et des comparateurs.

2° Cas où α n'est pas nul. — Lorsque le diamètre augmente, l'expérience montre que les erreurs de mesure qui peuvent se produire au cours de la vérification en usine augmentent rapidement. Il a paru indispensable, pour que les pièces jugées bonnes à l'atelier soient sûrement contenues à l'intérieur des limites fixées, de décaler les tolérances des vérificateurs d'une certaine quantité vers l'intérieur des limites de la pièce. Cette quantité, appelée α pour les alésages et α_1 pour les arbres, a été prise sensiblement égale à la moitié du terme en D de la fonction K*i* caractéristique de la qualité, c'est-à-dire $\frac{0{,}001\ K}{2}$. Ce terme en D avait en effet été introduit pour tenir compte de la croissance des erreurs de mesure avec le diamètre.

Les décalages α, α_1 ont porté sur l'ensemble de la tolérance du vérificateur « n'entre pas » et pour le côté « entre », sur la limite d'usure, de telle sorte que l'on a la représentation de la figure 6.

On voit que l'ensemble de ces dispositions sera très simple pour le système définitif. Il convient de noter que, sur la figure 6, les éléments figurés en traits pleins sont seuls fixés définitivement à l'heure actuelle.

Il restait à fixer la grandeur de la tolérance des calibres.

On a admis provisoirement entre les tolérances des calibres, des pièces et des rapporteurs des calibres-mâchoires, la correspondance indiquée sur le tableau V.

Mais une étude est en cours en vue de réduire le nombre des qualités de vérificateurs.

Tout ce qui précède se réfère aux vérificateurs de fabrication. On sait que, dans certaines fabrications en très grande série, le client procède au contrôle des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

produits à l'aide de vérificateurs particuliers dits vérificateurs de contrôle. Pour éviter toute contradiction entre les vérificateurs de fabrication et les vérificateurs de contrôle il importe que leurs zones de tolérances ou d'erreurs de mesure ne chevauchent pas.

Sans procéder à la normalisation des vérificateurs de contrôle, qui pour le cas simple des arbres et des alésages est sans grand intérêt, on s'est borné à spécifier que les limites des pièces, fixées dans le système I. S. A., seraient les limites *intérieures* des zones de tolérances et d'erreurs réservées au contrôle. De la sorte, ces limites se trouvent en quelque sorte constituer la frontière entre le fabricant et le client, frontière linéaire que vient garantir un fossé de sécurité α pour les grands diamètres.

C'est pourquoi j'ai proposé d'appeler les limites des tolérances des pièces : limites de fabrication.

Tant que y et y_1 ne seront pas nuls, des contradictions pourront se produire du côté « entre » entre les vérificateurs de fabrication et ceux de contrôle. Il a été convenu que les zones y et y_1 appartenaient au fabricant c'est-à-dire que les pièces que le fabricant démontrerait être admises par un vérificateur de fabrication reconnu bon seraient tenues pour bonnes.

TABLEAU V

Tableau provisoire des tolérances des vérificateurs et rapporteurs

Pièces		IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16
Vérificateurs	Alésages H	—	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 5	IT 6	IT 6	IT 7	IT 7	IT 8	IT 8
	Arbres H_1	IT 2	IT 3	IT 3	IT 4	IT 5	IT 5	IT 6	IT 6	IT 7	IT 7	IT 8	IT 8
Rapporteurs H_p		IT 1	IT 1	IT 1	IT 2	IT 2	IT 2	IT 2	IT 2	IT 3	IT 3	IT 3	IT 3

CONCLUSIONS.

Tel est dans ses grandes lignes le système I. S. A., fruit de 6 années de travail de la Sous-Commission I. S. A. 3.

Reposant dans sa partie principale sur une base expérimentale assez ferme pour donner tous apaisements aux praticiens, ce système est dans son ensemble une œuvre originale et nouvelle, qui ne manque ni de logique ni d'harmonie et dépasse nettement tous les systèmes antérieurs.

Avec l'unification de la température de définition et celle des dimensions nominales, il constitue pour la normalisation dimensionnelle de la mécanique une base solide et durable.

C'est pourquoi les accords de Stockholm, dont la portée dépasse d'ailleurs largement le domaine de la mécanique, me paraissent constituer la convention

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

internationale la plus importante depuis la Convention du Mètre dont ils sont le complément nécessaire.

Désormais, une voie unique est ouverte où les normalisateurs sont sûrs de se rejoindre. Une étape décisive de la normalisation internationale a été franchie. Tous ceux qui l'ont parcourue savent les dificultés que présentait une telle entreprise que d'aucuns jugèrent même un temps irréalisable. Dans le heurt incessant des intérêts et des amours-propres, il a fallu certes beaucoup de volonté et de persévérance pour aboutir. Si tant d'efforts n'ont pas été vains, il faut en remercier tout d'abord la Sous-Commission I. S. A. 3, en la personne de son président M. Gramenz, dont l'action méthodique, impartiale et courtoise, étayée sur une profonde connaissance du sujet, a permis de résoudre à la satisfaction de tous les problèmes les plus délicats.

En France, notre reconnaissance doit aller à notre Association française de Normalisation (A. F. N. O. R.), animatrice de la normalisation; aux présidents des deux commissions intéressées du C. N. M., MM. de France et Outin, dont la bienveillante autorité et le souci des intérêts supérieurs du pays ont si souvent joué un rôle décisif; au Secrétaire général du C. N. M., M. Mériel-Bussy, dont le dévouement et la compétence ont triomphé de toutes les tâches ingrates. Je ne peux citer ici tous les ingénieurs éminents qui, durant 6 années, ont apporté si utilement, au sein des commissions des ajustements et de coordination du C. N. M., la contribution de leur expérience et de leur savoir; mais je suis certain d'être l'interprète de tous en rendant hommage aux hommes de la première heure tels que MM. Androuin, Delamare, Dubertret, Pérard, Pernollet, Senès, dont les sages conseils nous ont si souvent éclairés, comme aussi aux réprésentants des ministères, dont le rôle fut de tout premier plan : MM. Caquot et Blanchet, responsables pour une très large part de l'orientation rationnelle de nos études; le général Graux qui, durant 10 années, fut l'apôtre infatigable de l'unification internationale des normes fondamentales de la mécanique; M. Dumas, dont les travaux personnels ont été si souvent mis à profit, et enfin M. Le Besnerais dont notre Société a reconnu déjà et récompensé comme elle le méritait l'importante contribution à l'édification du système I. S. A. Je vous demanderai enfin une mention particulière pour l'Artillerie française qui a apporté dans les débats le fruit de 150 années d'expérience et de pratique et dont les noms de Ducos de la Hitte, Treuille de Beaulieu, de Bange, Hartmann et Mengin suffisent, après celui de Gribeauval, à évoquer le rôle prépondérant en matière d'interchangeabilité des fabrications mécaniques et de métrologie industrielle.

Sans doute une œuvre qui, mettant en jeu tant d'intérêts divergents, est née de tant de renoncements mutuels et de concessions réciproques, ne saurait être à l'abri de toute critique.

On peut regretter que les dimensions normales ne soient pas exactement confondues avec les nombres normaux.

On peut regretter que les écarts minimum des tolérances ne soient pas exprimés avec la même unité que les tolérances elle-mêmes, et les sceptiques se demanderont peut-être avec moi si l'adoption de la simple proportionnalité à D pour exprimer ces deux paramètres n'aurait pas été préférable?

On peut regretter que l'inutile notion de paliers de diamètres se soit opposée à la définition précise des ajustements avec serrage.

On peut regretter enfin qu'il ait fallu consentir, même temporairement, les dépas-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sements y et $\frac{H}{2}$ des zones de tolérances des vérificateurs, qui compliquent inutilement le système et créent parfois une dangereuse illusion.

Mais tel qu'il est, avec ses défauts, le système I. S. A. a surtout le mérite d'exister et d'avoir déjà la sanction de la pratique.

Adopté par 14 nations européennes, son éclosion est suivie avec intérêt par le Japon et les États-Unis d'Amérique. Il figure déjà dans les normes françaises et allemandes. Des travaux préparatoires sont en cours au Danemark, en Hongrie, Norvège, Pays-Bas, Russie, Suède et Suisse, pour sa mise en application prochaine. Beaucoup de firmes importantes, dans tous les pays, l'appliquent sans attendre les sanctions officielles.

Le système I. S. A. n'est donc pas un fantôme, c'est une réalité.

A ceux qui seraient tentés de juger sans indulgence l'œuvre de l'I. S. A., j'opposerai cette phrase qu'un de nos grands chefs, qui est aussi un grand réalisateur, le général Estienne, avait accoutumé d'inscrire en grosses lettres dans son bureau pour apaiser les scrupules de ses collaborateurs : « Réaliser, c'est accepter délibérément de faire une œuvre imparfaite. »

DISCUSSION

M. A. Pérard, *sous-directeur du Bureau international des Poids et Mesures.* — Je voudrais seulement atténuer la rigueur du jugement qu'a porté le commandant Nicolau sur l'action du Comité international des Poids et Mesures [1] dans la question de la température d'ajustage, jugement un peu sévère à mon avis, un peu sommaire même.

Dans les *Procès-verbaux du Comité international des Poids et Mesures*, on peut lire, à maintes reprises, que l'ajustage à 0° n'est aucunement un dogme du Système métrique, mais une simple recommandation pour les mesures de la plus haute précision; le Comité demande seulement que les étalons, ajustés à une température différente de 0°, portent inscrite l'indication de cette température. La meilleure preuve que le Comité international n'a jamais proscrit l'ajustage à des températures autres que 0°, c'est qu'il existe au Bureau international des étalons qui ne sont pas ajustés à cette température; le plus célèbre, qui date de 1894, est la longueur d'onde lumineuse, qui a sa température inscrite dans les conditions normales : 15°; 760 mm; état hygrométrique, zéro.

Surtout à l'époque où le Comité l'a choisie, la température de la glace fondante, ainsi que le commandant Nicolau l'a parfaitement fait ressortir, était la seule qui fût définie avec précision. Même aujourd'hui, on ne saurait affirmer que la température de 20° soit définie de même, puisqu'il n'existe pas moins de trois températures de 20° : la température absolue (thermodynamique), la température internationale adoptée à titre provisoire (thermomètre à résistance de platine), et la température normale (thermomètre à hydrogène). Le commandant Nicolau me répondra, avec juste raison, que cette triplicité ne l'inquiète aucunement, parce que l'écart minime (de l'ordre de 2/1000 de degré) entre deux quelconques de ces températures ne peut intervenir

(1) Composition actuelle du Comité international des Poids et Mesures : MM. Volterra, Cabrera, Chatelain, Isaachsen, Janet, Johansen, Kargatchin, Kennelly, Kösters, Mac Lennan, Nagaoka, Posejpal, Roš, Sears, Statescu, Zeeman, Guillaume.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans les mesures industrielles; il n'en reste pas moins que la température de 0° conserve sa supériorité pour les déterminations métrologiques.

Un dernier grief vise la lenteur mise par le Comité des Poids et Mesures pour accepter de sanctionner la température d'ajustage de 20°. Mais tout d'abord, le Comité devait bien attendre d'être saisi formellement de la question ; car, pour sa part, il aurait été plutôt tenté d'estimer que celle-ci était d'ordre industriel, et dépassait sa compétence immédiate. Sur l'insistance avec laquelle on l'a sollicité d'appuyer de son autorité cette unification, il s'est efforcé de rendre le service qui lui était demandé; mais, en le faisant, il n'a pas manqué de bien spécifier, dans la proposition votée par lui à l'unanimté, qu'il s'agissait seulement de l'*ajustage des mesures industrielles.*

D'autre part, chacun connaît la lenteur des décisions internationales; dans le cas particulier, le retard est venu de l'Angleterre, dont l'adhésion n'a pas été obtenue tout de suite. Je ne pense pas que l'on doive regretter de l'avoir attendue. Si, dans la hâte d'aboutir, on avait négligé l'acquiescement de cette grande nation, qui sait si elle ne serait pas restée obstinément cantonnée dans l'ajustage à 62° Fahrenheit, qui, pour elle, jusque-là était bien véritablement un dogme.

Et d'ailleurs n'est-il pas bon qu'avant de prendre une décision d'une telle importance universelle, un long délai soit imposé, qui oblige les initiateurs d'une réforme à réfléchir plus longtemps qu'ils ne le voudraient peut-être eux-mêmes? Il n'y a aucun doute que, si une température d'ajustage différente de 0° avait dû être adoptée aussitôt que quelqu'un en a suggéré l'idée au Comité international, ce n'est pas 20° qu'on aurait pris, mais 16°2/3, ou ensuite 15°, ou enfin 18°. Je n'irai pas jusqu'à prétendre qu'on a encore mis trop de hâte dans l'homologation internationale de la température de 20°. Pourtant, dans la très belle conférence que nous venons d'entendre, j'ai été frappé que le commandant Nicolau nous ait déjà fait entrevoir les avantages qu'il y aurait, dans des pays plus chauds que le nôtre, à disposer d'une température normale de 30°.

M. Ed. Sauvage, *président du Comité des Arts mécaniques.* — Je crois devoir rappeler que le général Sebert a pris une part importante à l'unification des filetages. Lorsque la Société d'Encouragement a commencé l'étude de cette question, et créé à cet effet une commission, qu'il a présidée, le général Sebert lui a apporté une riche collection de documents, qu'il avait, depuis plusieurs années, rassemblée.

Ses nombreuses communications sur les filetages sont mentionnées dans le *Bulletin* de septembre-octobre 1919, p. 177.

M. A. Alby, *président de la Société d'Encouragement.* — En qualité d'ancien industriel, ayant créé et dirigé une importante usine de fabrication de roulements à billes de 1906 à 1930, je tiens à rendre un hommage tout particulier aux efforts du commandant Nicolau et aux résultats qu'il a obtenus.

Au Congrès de Normalisation qui a été tenu à Paris avant celui de Stockholm, la question de la température d'étalonnage des références et celle de la série Renard ont été posées et discutées.

Tous les représentants de l'industrie des roulements à billes ont fait remarquer que cette industrie, qui est basée sur le principe de l'interchangeabilité absolue de ses produits, avait adopté universellement la température de 20° et qu'un changement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de base entraînerait pour elle un désastre en l'obligeant à refaire tous les calibres employés dans les ateliers, représentant des millions pour chaque usine, et à subir la dépréciation de stocks formidables disséminés sur toute la surface de la terre; que ce changement apporterait une gêne intolérable à tous les usagers de l'automobile, habitués à trouver, dans les dépôts de toutes les marques de roulements, des dimensions identiques, ainsi qu'aux fabricants de voitures automobiles.

Les fabricants de roulements à billes ont dû commencer par établir des normes, qui ont été internationales depuis l'origine, et les bases n'ont pas été les termes de la série Renard. Tout en reconnaissant les mérites de cette série et en admettant son emploi pour les types à créer, il est impossible de ne pas conserver les types existants et répandus partout; ce serait causer à tous ceux qui circulent sur les routes du monde des embarras pour la gloire d'un principe. L'application de ce principe ne pourra entrer que peu à peu dans la pratique de cette industrie.

Les difficultés qu'ont rencontrées les défenseurs des bases logiques de la normalisation démontrent l'importance primordiale de traiter les questions en temps voulu et la nécessité de tenir compte des faits. L'industrie automobile s'est accommodée de roulements à billes dont les billes sont calibrées en pouces et tournent tout de même par milliards sur tous les pays du globe; elle ne sera ni plus ni moins prospère lorsque les diamètres des billes seront fixés selon les nombres de la série Renard. Mais elle protesterait violemment si les fabricants de roulements augmentaient leurs prix pour changer leurs calibres.

M. Jean Outin, *administrateur-directeur de* La Précision mécanique. — Je voudrais, en ma qualité de président de la Commission des Ajustements, adresser mes très vives félicitations, pour la très remarquable conférence qu'il vient de nous faire, au commandant Nicolau, et le remercier également du travail considérable dont il a bien voulu se charger pour soutenir, avec M. Le Besnerais, le point de vue français dans les commissions internationales.

La tâche était ardue. Il ne faut pas oublier que nous sommes venus à la normalisation dix ans après les autres pays.

En 1928, les commissions nationales en Europe avaient achevé et publié leurs normes d'ajustements; nous sommes allés les trouver et nous leur avons demandé d'abandonner tout ce qu'elles venaient de faire, dans un but d'unification.

L'intérêt était évident. Tout le monde y a mis la meilleure volonté possible; mais il est bien évident aussi que, dans les discussions qui ont suivi, nous avons été obligés de tenir compte des situations acquises et de transiger sur certains points.

Nous pouvons dire que, grâce à l'énergie de la délégation française, notre point de vue a généralement triomphé.

Nous avons, il est vrai, abandonné l'étalonnage à 0°. Cela pourra amener dans certains services une gêne momentanée, qui disparaîtra très rapidement dès que la modification des dessins, que ce changement d'étalonnage entraîne, sera terminée.

Si nous avions pris en 1920 la position que nous avons prise en 1928, nous aurions pu probablement faire admettre l'étalonnage à 0°.

Or, quand nous sommes venus il était trop tard : il nous fallait ou passer à 20° ou renoncer à tout système international, ce qui aurait enlevé à notre industrie, dans un avenir très proche, toutes perspectives d'exportation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Commandant Nicolau. — Je m'excuse d'avoir soulevé le linceul que le Comité international des Poids et Mesures a été contraint de jeter il y a trois années sur son enfant immolé. Les membres éminents de cette haute institution pardonneront sans doute à celui qui en fut le dernier avocat, d'avoir fixé en toute sincérité un point d'histoire et tenté d'en tirer une leçon pour l'avenir.

Ce que je reproche au Comité international des Poids et Mesures, c'est précisément d'avoir toléré jusque dans son bureau de Sèvres l'existence d'étalons officiels définis à des températures autres que 0°, alors que, périodiquement, il proclamait avec une solennité toute platonique la nécessité du seul 0°.

Mais je me garderai bien de lui faire grief d'avoir tardé à s'incliner sous le vent du dehors. Aussi bien, sa décision n'intéressait plus personne : la cause était jugée. C'est cela qu'il ne faudrait plus revoir jamais. Sans doute, le Comité international des Poids et Mesures n'a pas qualité pour légiférer; mais son autorité doit être telle que ses recommandations ne soient plus transgressées.

Johansson et les fabricants de roulements à billes ont donné, par contre, un bel exemple d'esprit de réalisation. Certes, qu'il s'agisse de température de définition ou d'échelonnement de dimensions, leur solution n'est pas parfaite; mais elle s'est imposée, parce qu'ils ont voulu et su l'imposer.

Il faut bien noter cependant que le remplacement de 20° par 0° aurait eu seulement pour effet de diminuer de 210 μ par mètre les valeurs *nominales* des roulements et de l'outillage utilisé pour leur fabrication et leur contrôle : quelques catalogues à réimprimer et les billes auraient poursuivi leur course, sans à-coups, sous un autre « nom ». Pour épargner à l'industrie des roulements à billes cette dépense minime, on aura contraint toutes les autres industries mécaniques de notre pays à des jeux d'écriture autrement coûteux.

L'avenir nous dira si les échelonnements de dimensions admis par l'industrie des roulements à billes peuvent résister à l'épreuve du temps. Déjà, tous les normalisateurs savent les perturbations qu'ils entraînent. Il est des nécessités de similitude mécanique auxquelles cette industrie devra nécessairement s'adapter progressivement, quelles que soient sa cohésion et sa force. Sans imiter le roseau, dont le Comité international des Poids et Mesures nous a donné un exemple fâcheux, elle devra sans doute veiller à se garder de l'infortune du chêne de la fable.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE DU 10 NOVEMBRE 1934

Présidence de M. Ed. SAUVAGE, *ancien président.*

La séance est ouverte à 17 h.

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

M. DUMAS (J.-B.) (G. O. ✻, ⛯), général de division, 3, rue Saint-Dominique, Paris (7e), présenté par M. de Fréminville (*membre à vie*);

M. DUTREUX (Auguste), (O. ✻, ⛯), Ingénieur des Arts et Manufactures, membre de la Chambre de Commerce de Paris, président de la Société des Pneumatiques Dunlop, 74, avenue d'Iéna, Paris (16e), présenté par M. Alby et M. Richemond;

M. BLÉRIOT (Louis) (C. ✻), Ingénieur des Arts et Manufactures, constructeur, aviateur, 288, boulevard Saint-Germain, Paris (7e), présenté par MM. Georges RISLER et H. SERVONNET.

M. SAUVAGE, *président.* — Nous sommes particulièrement heureux de compter parmi nous désormais le général Dumas, petit-fils de Jean-Baptiste Dumas, qui fut un des plus illustres présidents de notre société. Nous le remercions très chaleureusement de la marque de sympathie qu'il donne à notre société en en devenant membre à vie.

M. SAUVAGE, *président.* — Notre dernière séance a été entièrement consacrée à commémorer le cinquantenaire de la mort de Jean-Baptiste Dumas, qui fut le troisième président de notre Société. Lors de cette séance, nous vous avons annoncé la mort, survenue pendant les vacances, de trois de nos collègues du Conseil : M. Colmet Daâge, le maréchal Lyautey, Me André Taillefer. J'ai le douloureux devoir aujourd'hui de vous retracer brièvement l'œuvre de ces trois éminents collaborateurs.

M. Gaston COLMET DAÂGE, né le 7 mai 1859, est mort le 9 juin dernier. A sa sortie de l'École polytechnique, il entra dans le corps des Ponts et Chaussées; il y remplit successivement les fonctions d'ingénieur au port de Brest, de 1885 à 1887, au port de Dieppe, de 1887 à 1891, et au département de la Seine, de 1891 à 1901.

Dans ce dernier service, il eut l'occasion de réaliser de très importants

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ouvrages : la construction du pont de Puteaux, sur la Seine, et l'élargissement des ponts de Suresnes et de Neuilly.

Promu Ingénieur en chef, puis Inspecteur général des Ponts et Chaussées, chef du Service des Eaux et de l'Assainissement de la Ville de Paris, il ne cessa d'occuper ce poste important qu'à sa retraite, en 1924.

Dans ces 23 années, il a largement contribué à l'amélioration de l'hygiène de la ville de Paris, en établissant les bassins filtrants de Saint-Maur avec usine d'ozone capable d'épurer 100.000 m³ par jour et usine de relèvement des eaux de 4.000 chevaux; en complétant les bassins filtrants d'Ivry avec une usine de relèvement de 3.000 chevaux; en alimentant les quartiers hauts de Belleville au moyen d'une usine à Ménilmontant et de réservoirs surélevés en ciment armé; en créant de nouvelles usines à Montsouris et près de la gare d'Austerlitz; en effectuant de nouveaux captages des sources du Loing, du Lunain et de la Voulzie; enfin, en complétant le réseau des grands égouts collecteurs.

Il a aussi commencé et poursuivi pendant plusieurs années les études relatives à l'adduction des eaux des Vals de Loire.

Mobilisé durant la guerre comme commandant de la Chefferie du Génie à Verdun, il fut promu colonel et affecté au Grand Quartier général comme Inspecteur général du Service des Eaux aux Armées.

A ce poste, il rendit un service considérable qu'il convient de rappeler. Il organisa la javellisation de l'eau distribuée aux troupes du front; et ainsi fut obtenu ce résultat tout à fait remarquable que, pour la première fois, des armées en campagne ne furent pas décimées par des épidémies de fièvre typhoïde. Sa belle conduite et les brillants services qu'il rendit lui valurent la croix de guerre et la rosette d'officier de la Légion d'honneur au titre militaire.

Entré au Conseil de notre Société en 1925 comme membre du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, il lui rendit les plus grands services. On en trouvera de nombreuses traces dans notre *Bulletin*, sous la forme de rapports, de notes et de mémoires sur des questions soumises à notre Société ou présentant un intérêt général, de comptes rendus d'ouvrages ou des congrès auxquels il prenait part. Sa compétence s'étendait bien au delà des nombreux sujets qu'il avait étudiés au cours de sa longue carrière; aussi eut-on souvent recours à sa complaisance; non seulement il ne se refusait à aucune tâche, mais encore il allait au-devant, bien qu'elle fût quelquefois ingrate : enquêtes longues et suivies, déplacements, examens sur place. Il avait même accepté en 1933 les fonctions de censeur. D'ailleurs, M. Colmet Daâge avait gardé une grande activité physique jusqu'à la veille de sa mort. Les jeunes inventeurs qui s'adressent à la Société d'Encouragement perdent en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lui un juge bienveillant; notre Conseil perd un de ses meilleurs collaborateurs, et ses collègues un ami dévoué et toujours souriant.

Nous adressons aux enfants et aux petits-enfants de notre regretté collègue l'expression de notre sympathie émue.

Le 27 juillet, la mort du maréchal LYAUTEY plongeait dans le deuil la France, le Maroc et tous ceux qui eurent l'honneur et la joie de travailler aux côtés ou sous les ordres du Maréchal. La Société d'Encouragement se doit d'apporter à la mémoire de ce grand homme son tribut d'admiration et de regrets.

Le plus grand titre de gloire du maréchal Lyautey est d'avoir su conserver le Maroc à la France pendant la grande guerre. Alors qu'en haut lieu, on était sur le point d'abandonner le jeune protectorat, le maréchal Lyautey, grâce à sa fermeté et à son merveilleux talent d'organisateur, avec une poignée d'hommes, sut non seulement y maintenir l'ordre et la sécurité, — et cela mieux qu'on ne sut le faire dans d'autres colonies plus anciennes et moins belliqueuses — mais il sut encore étendre le protectorat de la France sur des tribus sans cesse en lutte les unes contre les autres ou non encore soumises à l'autorité du Sultan. Aujourd'hui, l'œuvre pacificatrice est achevée : les guerres intestines qui désolèrent pendant des siècles ce beau pays qu'est le Maroc ne sont plus qu'un souvenir.

Le maréchal Lyautey ne fut pas grand seulement pendant la guerre; il le fut aussi pendant la paix; l'idée dominante de sa politique coloniale était de conquérir les hommes et le sol par la civilisation; il fut un créateur de richesses; le Maroc actuel, ses ports, ses mines, ses chemins de fer, ses routes, son agriculture, ses arts indigènes, conservés ou ressuscités, ses villes, en un mot tout son outillage, toute sa prospérité, toutes ses perspectives d'avenir sont l'œuvre du Maréchal.

Cette œuvre est tout entière dans ce titre « le Marocain » que, comme la Rome antique, les Français, dans leur admiration et leur reconnaissance, lui avaient déjà décerné de son vivant. Mais l'admiration et la reconnaissance des indigènes ne sont pas moindres que celles des Français : les indigènes aimaient celui qui les aimait; il était un des leurs, et lui, chrétien, voulut que sa dernière demeure fût au milieu de ceux qu'il appelait ses frères musulmans.

Une des manifestations peu connues du génie organisateur du maréchal Lyautey, c'est la façon dont il associa les médecins à sa politique coloniale; il les considérait à la fois comme bienfaiteurs des indigènes et comme les meilleurs agents de pénétration, d'attraction et de pacification. Le Maréchal commença à agir dans ce sens au Tonkin et à Madagascar; mais c'est au

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Maroc qu'il put donner à sa méthode toute son ampleur : concours des médecins militaires au début de l'occupation d'un territoire, puis des médecins civils, de plus en plus nombreux, associés aux médecins militaires, sans distinction entre les indigènes et les Européens quant aux soins; création d'hôpitaux jumelés, c'est-à-dire à la fois civils et militaires; unité de direction et d'action assurée par une sorte de Ministre de la Santé publique, civil ou militaire; consultations gratuites, dispensaires, gouttes de lait.

Il m'est impossible de retracer ici, même résumée, la longue carrière du maréchal Lyautey. Je me bornerai à citer un trait de son caractère : homme d'action avant tout, il avait horreur de la bureaucratie et des atermoiements de l'administration. A Rabat, n'importe qui, Européen ou indigène, avait immédiatement accès auprès de lui; et des ordres avaient été donnés pour qu'il en fût de même dans tous les services; on ne faisait pas antichambre dans les bureaux; toute idée, toute réclamation était examinée séance tenante; et la solution ne tardait jamais. En cas de doute, le Maréchal, dont la compréhension était rapide et sûre, décidait lui-même ou se rendait immédiatement sur les lieux, le cas échéant. Il avait su d'ailleurs choisir ses collaborateurs, hommes jeunes, hommes d'action, à qui il avait insufflé sa flamme et son amour pour la grande œuvre qu'il avait entreprise. On travaillait avec joie et sans relâche sous les ordres d'un tel chef, qui était exigeant sans doute, mais plus pour lui-même que pour les autres, et qui était paternel; un chef qui savait tout, qui comprenait tout, qui voyait grand, juste et loin. Ainsi s'explique ce qu'on a appelé le « miracle du Maroc ».

Voici comment M. Abel Bonnard, de l'Académie française, a dépeint le maréchal Lyautey : « Un juste mélange de réflexion et d'audace, de fougue et d'adresse, une façon à la fois sagace et violente d'entrer dans les choses, l'art de ne plus rien entendre après avoir eu le soin de tout écouter, le don souverain de viser juste sans viser longtemps, le goût sublime d'emporter dans l'action les plus beaux étendards de la poésie et de la pensée, l'amour du réel pour commencer, l'amour de la grandeur pour finir, tel était le style du maréchal Lyautey. »

Une seule des qualités du Maréchal aurait suffi pour élever un homme au premier rang.

En 1919, notre Société lui avait décerné sa plus haute récompense, la grande médaille annuelle. En 1920, au cours d'un bref passage à Paris, le Maréchal présida une de nos séances publiques. En 1925, il accepta de faire partie de notre Conseil, comme membre du Comité de Commerce, qui a les questions coloniales dans ses attributions; mais il aurait pu tout aussi bien faire partie du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, puisqu'il fut le constructeur par excellence et qu'il sut rénover les arts indigènes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du Maroc, sur le point de disparaître. Voici ce qu'il répondit au regretté Édouard Gruner, président du Comité de Commerce : « J'évoque avec émotion le souvenir de la belle séance du 17 avril 1920, et je suis particulièrement honoré et touché que votre belle et si utile compagnie ait bien voulu songer à m'associer à ses travaux. »

Notre président a adressé à la Maréchale Lyautey un télégramme lui exprimant la profonde émotion ressentie par notre Conseil en apprenant la mort du Maréchal, et la priant d'agréer l'hommage de sa sympathie attristée. Nous lui renouvelons ici nos très vives condoléances et l'expression de nos regrets.

Me André TAILLEFER est mort à Luzarches, le 24 août, terrassé en quelques jours par une fièvre typhoïde foudroyante.

Rarement homme eut une vie plus active, plus utile. Ses titres et ses fonctions étaient nombreux et dénotaient l'importance de l'effort qui lui était demandé et qu'il fournissait avec bonne humeur.

Né le 14 janvier 1865, entré à l'École polytechnique puis à l'École d'application, il en sortit second en 1889; il servit tout d'abord comme lieutenant d'artillerie avec l'intention de faire une carrière militaire pour laquelle, cependant, il se sentait peu de goût. Ayant acquis le titre de docteur en droit, avec une thèse remarquable sur la justice militaire, il quitta l'armée en 1902, se fit inscrire au tableau de l'ordre des avocats à la Cour de Paris et entra au cabinet du bâtonnier Me Eugène Pouillet, auquel il apporta ses connaissances techniques et scientifiques étendues et où il devint bientôt le technicien du groupe qui travaillait sous la direction du maître. Cette situation décida définitivement de l'orientation de sa carrière. A la mort de Pouillet, il réédita avec Ch. Claro, en les enrichissant, les traités universellement connus de son maître et plusieurs études qui le classèrent immédiatement parmi les spécialistes des questions de propriété industrielle : brevets d'invention, secrets de fabrication, marques de fabrique, concurrence déloyale, contrefaçons, dessins et modèles. Entre temps, il avait été nommé maître de conférences de droit industriel à l'École de Physique et Chimie de la ville de Paris.

D'un jugement sûr, avocat et juriste d'une réputation mondiale, André Taillefer aurait pu se consacrer exclusivement à la défense d'une clientèle fort étendue, ce qui l'obligeait, au prix de grandes fatigues, à de constants déplacements dans toute la France. Sa probité, sa science juridique, ses vastes connaissances techniques lui assurèrent au barreau une place de choix que vint sanctionner son élection au Conseil de l'Ordre où il marqua sa présence par des services éminents comme trésorier. Par sa compétence, il fut appelé,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

soit par les Pouvoirs publics, soit par ses pairs, à de nombreuses fonctions qu'il exerça à la satisfaction de tous. Citons quelques-uns des postes occupés par André Taillefer. Il était membre, dès 1904, du Comité technique de la Propriété industrielle au Ministère du Commerce; il était membre du Conseil d'administration de l'Office national de la Propriété industrielle, membre expert de la Chambre de Commerce internationale, membre du Conseil judiciaire du Comité français des Expositions à l'Étranger, membre rapporteur puis président de section du Bureau de l'Assistance judiciaire près la Cour de Paris; il fut secrétaire général pendant 20 ans, puis président et président honoraire, de l'Association française pour la Propriété industrielle dans les pays de Langue latine, association à laquelle il donna une vive impulsion et dont il organisa les congrès en France et à l'étranger; il était rapporteur général de l'Association internationale pour la Protection de la Propriété industrielle, directeur des *Annales de la Propriété industrielle, artistique et littéraire*, président fondateur du périodique *Palais-Sciences*. Il écrivit en outre de nombreux et importants ouvrages de droit et de jurisprudence, collabora à plusieurs revues techniques françaises et étrangères, auxquelles il fournit des articles trop peu nombreux, mais remarqués.

Il était, comme on le voit, d'une prodigieuse activité. Son éloquence était d'une sobriété, d'une précision et d'une clarté extraordinaires. Son caractère, mélange de simplicité, de bonté et de modestie, et sa parfaite courtoisie, faisaient qu'on pouvait différer d'opinion avec lui sans en ressentir aucune amertume, pas plus que lui-même. Aussi jouissait-il d'une estime générale, de vives sympathies et de solides amitiés.

Il était officier de la Légion d'honneur.

Entré au Conseil de notre Société en 1916, comme membre du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, André Taillefer fut souvent mis à contribution pour donner des avis sur les questions de sa compétence. Notre *Bulletin* renferme en outre de nombreux mémoires ou études sur des questions d'actualité d'un intérêt général. C'est un de nos meilleurs et de nos plus sympathiques collaborateurs qui disparaît. Ici comme ailleurs, il sera difficilement remplacé. Sa perte a été vivement ressentie par tous ses collègues.

Au nom de notre Société, j'adresse à Mme André Taillefer et à ses enfants nos très vives condoléances.

M. Sauvage, *président*. — J'ai le très vif regret de vous annoncer un autre décès, qui nous touche de près : celui de M. Charles Marteau, survenu à la fin de juillet. Il avait 87 ans.

M. Ch. Marteau, qui était Ingénieur des Arts et Manufactures et chevalier de la Légion d'honneur, a été le président de la Société industrielle de Reims

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pendant plus de 40 ans et notamment pendant les années qui suivirent immédiatement la guerre. Par cette Société, il a été le principal artisan du relèvement de la ville de Reims, de sa région et de leur industrie : la guerre n'y avait laissé que des ruines et le vide. Grâce à la Société industrielle, la ville a recouvré son activité, son animation et sa prospérité d'autrefois. C'est une œuvre considérable que notre Société a tenu à récompenser en lui décernant l'année dernière sa plus haute récompense, la grande médaille.

La perte de M. Marteau sera douloureusement ressentie dans la grande famille que forme l'Union des Sociétés industrielles de France dont la Société d'Encouragement fait partie.

En reconnaissance de ses services M. Marteau avait été nommé président honoraire de la Société industrielle de Reims. Nous adressons à cette Société, à la famille et aux nombreux amis de M. Marteau nos très vives condoléances.

M. SAUVAGE *président.* — J'ai le plaisir de vous annoncer que notre collègue du Conseil, M. Maurice MICHEL-SCHMIDT, membre du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, a été promu officier de la Légion d'honneur. A cette occasion, il nous a fait un don de 500 francs destiné à secourir des inventeurs pauvres. Cette somme sera versée à la fondation Bapst (1re partie) dont l'objet est de secourir les inventeurs malheureux.

Nous adressons à notre collègue en même temps nos chaleureuses félicitations et nos sincères remerciements.

MM. CH. DE FRÉMINVILLE et G. WERY, *secrétaires généraux*, présentent et analysent les ouvrages récemment entrés à la *Bibliothèque*.

M. de FRÉMINVILLE présente les ouvrages suivants :

Leçons sur la philosophie chimique, professées au Collège de France, par M. J.-B. DUMAS (Recueillies par M. BINEAU). 2e édition. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1878. (Don de M. Léon Masson, membre du Conseil d'Administration);

Discours et éloges académiques, par J.-B. DUMAS. Tomes I et II. Paris, Gauthier-Villars, 1885. (Don de M. Léon Masson, membre du Conseil d'Administration);

Le Centenaire de la Société industrielle de Mulhouse. Tome I : *Son activité et ses créations de 1826 à 1926*; Tome II : *L'industrie et le commerce à Mulhouse et dans le Haut-Rhin de 1900 à 1925* (Don de la Société industrielle de Mulhouse) ;

Contrôle industriel de la valeur mécanique des produits de fonderie. État actuel et tendances nouvelles, par le commandant Pierre NICOLAU (ex *Revue de Métallurgie*, 1934). Paris, Éditions de la « Revue de Métallurgie », 5,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cité Pigalle (9e), 1934 (Don de l'auteur, membre du Conseil d'Administration);

La bataille économique, par Georges HERSENT. Paris, Payot, 106, boulevard Saint-Germain (6e), 1934 (Don de l'auteur, membre du Conseil d'Administration);

Manuel de la scierie. Abatage, cubage et débit commercial des bois, par André STHÉGENS (Bibliothèque professionnelle). Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1934;

Classification universelle, systématique et coordonnée des connaissances humaines, précédée d'un « Essai de discours sur la logique », par Maurice PHUSIS (Collection Phos. Bibliothèque scientifique de perfectionnement humain). Paris, Amédée Legrand, 93, boulevard Saint-Germain (6e), 1934 (Don de l'auteur);

Traité théorique et pratique de topométrie (planimétrie et altimétrie), par Eugène PRÉVOT et Paul COTTINET (Encyclopédie du génie civil et des travaux publics). Paris, J.-B. Baillière et fils, 1934;

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES ÉLECTRICIENS. — *Célébration du Cinquantenaire de la Société française des Électriciens (1883-1933), constituée le 15 novembre 1883, reconnue d'utilité publique le 7 décembre 1886*;

Équilibre des massifs à frottement interne. Stabilité des terres pulvérulentes ou cohérentes, par Albert CAQUOT, Paris, Gauthier-Villars, 1934;

Acoustique, par Adrien FOCH (Collection Armand Colin, Section de Physique, n° 166). Paris, A. Colin, 103, boulevard Saint-Michel (5e), 1934;

Ruptures et avaries accidentelles des rails. État actuel de la question et améliorations à envisager, par J. MERKLEN et E. VALLOT (ex *Génie civil*, 5 et 12 mai 1934). Paris, Publications du journal « Le Génie civil », 5, rue Jules-Lefebvre (9e), 1934 (Don de M. J. Merklen);

Les grands réseaux de chemins de fers français. Année 1933, par R. GODFERNAUX. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1934;

Le système nerveux des entreprises, par Jean COUTROT (Bureau d'Ingénieurs-conseils en rationalisation). Paris, Delmas, 7, rue de Madrid (8e);

Analyse des facteurs de la production, par Ernest HYMANS (Bureau d'Ingénieurs-conseils en rationalisation). Paris, Delmas;

Dons du périodique : *Le Génie civil* :

Pour se préserver des dangers de la foudre et de l'électricité, par Maurice-Denis PAPIN. Paris, G. Doin et Cie, 8, place de l'Odéon (6e), 1934;

La théorie du potentiel et ses applications aux problèmes fondamentaux de la physique mathémathique, par N. M. GUNTHER (Collection de monographies sur la Théorie des fonctions, publiée sous la direction de M. Émile Borel). Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1934;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Calcul des tarifs des assurances de « risques divers » et quelques autres questions de technique (*réassurance*, *réserves*, *bénéfice*), par L. POTIN. Paris, Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères (6e), 1934;

L'univers en expansion, par sir Arthur EDDINGTON. Traduit de l'anglais par J. ROSSIGNOL. Paris, Hermann et Cie, 6, rue de la Sorbonne (5e), 1934;

Photométrie des lumières brèves ou variables, par Mme Marguerite MOREAU-HANOT (Encyclopédie photométrique, 4e section : Cas extrêmes. Tome IV). Paris, Éditions de la « Revue d'Optique théorique et instrumentale », 165, rue de Sèvres; 3 et 5, boulevard Pasteur (15e), 1934;

Précis d'urbanisme moderne, par Jean RAYMOND. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1934;

Les accidents causés par les travaux publics, par André MATHIOT. Paris, Librairie du Recueil Sirey, 22, rue Soufflot (5e), 1934;

Le laminage du fer à chaud et le tracé des cannelures des cylindres de laminoirs, basé sur les recherches expérimentales du flux du fer dans les barres, par Norbert METZ. Complété et mis au point par Alfred VAN NESTE. Liége (Belgique), Établissements Protin et Vuidar;

Les efforts de suspension dans les ponts suspendus munis de poutres de rigidité, par M. TOUMANSKI. Paris, Ch. Béranger, 1935;

L'exhaussement, au moyen de murettes en béton armé (*système de Muralt*), *des digues de mer en terre sujettes à l'attaque des vagues montantes, et des digues en terre de fleuves, canaux, etc., sujettes à la submersion*, par R.-R.-L. DE MURALT (ex *Bulletin de la Société belge des Ingénieurs et des Industriels*. Année 1933, n° 5). Bruxelles (Belgique), Imp. F. Van Buggenhoudt, rue du Marteau, 5-9;

Wasserkraftanlagen, von Adolf LUDIN. 1. Hälfte : *Planung, Triebwasserleitungen und Kraftwerke*. Berlin, Julius Springer, 1934;

Feste stählerne Brücken, von G. SCHÄPER. Berlin, Wilhelm Ernst und Sohn, 1934.

M. WERY présente les ouvrages suivants :

Traité de chimie minérale, publié sous la direction de Paul PASCAL; secrétaire général : Paul BAUD. Tome VI, fascicule I : *Métaux alcalins, potassium, sodium,* par A. CHRÉTIEN, L. HACKSPILL, P. ROLLET. Tome VI, fascicule II : *Lithium, élaboration des métaux alcalins, calcium, strontium, baryum,* par P. BAUD, L. CHASSEVENT, A. MAILLARD, H.-J. PINK, A.-P. ROLLET. Tome VIII : *Éléments des terres rares, cuivre, argent, or, mercure*, par F. BOURION, A. CONDUCHÉ, J. ISABEY, F. MEYER, L.-J. OLMER, C. TOURNEUX. Tome XII : *Radioéléments, gaz rares, étude générale des alliages, Addenda*, par J. AMIEL, G. CHAUDRON, P. CHEVENARD, M. CURIE, E.-L. DUPUY, J. ESCHER-DESRIVIÈRES, H. FORESTIER, A. LEPAPE. M. OSWALD, P. PASCAL, A. PORTEVIN, A. ROUX,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A. SANFOURCHE. Paris, Masson et Cie, 120, boul. Saint-Germain (6e), 1934;

Les périodicités cinétiques, par Mlle Suzanne VEIL (Exposés de chimie générale et minérale, publiés sous la direction de Paul Pascal, t. IV : Les phénomènes périodiques de la chimie, t. II). (Actualités scientifiques et industrielles, 154). Paris, Hermann et Cie, 6, rue de la Sorbonne (5e), 1934;

Notice météorologique sur les côtes de France et d'Afrique du Nord, par le *capitaine de vaisseau* J. ROUCH. 2e édition. (Service hydrographique de la Marine, 13, rue de l'Université, Paris (7e). Paris, Imprimerie nationale, 1933 (Don de l'auteur);

La connaissance et la conquête du ciel, de l'air et de la mer, par J. ROUCH (Don de l'auteur);

Les organismes corporatifs agricoles, par P. BASTIEN. Paris, Les Éditions Domat-Montchrestien, F. Loviton et Cie, 160, rue Saint-Jacques (5e), 1934;

CHAMBRE SYNDICALE DES IMPORTATEURS D'HUILES MINÉRALES DE GRAISSAGE. *Méthodes d'analyse*. 1934. Paris, Éditions Olivier Lesourd, 7, rue de Miromesnil (8e);

La technique photographique, par L.-P. CLERC. 2e édition corrigée et mise à jour. Paris, Publications photographiques Paul Montel, 189, rue Saint-Jacques (5e), 1934;

Application des produits réfractaires dans les foyers et en particulier dans ceux des générateurs à vapeur, par Daniel PETIT. (Les produits réfractaires industriels, 3e série, no 1) (dactylographié). Paris, Produits réfractaires et céramiques du Nord, 48, rue de la Boëtie (8e), 1934;

SOCIÉTÉ CENTRALE DE SAUVETAGE DES NAUFRAGÉS. — *Assemblée générale annuelle et distribution des récompenses, 6 mai 1934* (Annales du Sauvetage maritime, 1er semestre 1934). Paris, 1, rue de Bourgogne (7e).

Dons du périodique : *Le Génie civil* :

La guerre aéro-chimique et les populations civiles. Étude historique, clinique, thérapeutique et préventive, par L. IZARD, J. DES CILLEULS et R. KERMARREC. 3e édition revue et augmentée. Paris, Charles Lavauzelle et Cie, 124, boul. Saint-Germain (6e), 1933;

Le séchage des bois, à l'usage des conducteurs et des constructeurs de séchoirs, par A. IHNE. 2e édition. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1934;

Petit traité pratique et théorique du tannage au chrome, par le Dr Georg GRASSER. Traduit de l'allemand par Georges MARMIESSE et Marc DIETZ. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1934;

Les tissus, t. I : *Tissus classiques. Généralités de fabrication. Désignations commerciales. Vérification de leurs qualités*, par James DANTZER et D. DE PRAT. Paris, Ch. Béranger, 19, rue des Saints-Pères (6e), 1934;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droit et jurisprudence en matière de Postes, Télégraphes, Téléphones, par J.-D. RICARD. Tome II : *Voies et moyens contractuels, financiers et de puissance publique qui conditionnent le fonctionnement du Service public des P. T. T.* 1re et 2e parties. Paris, Librairie du Recueil Sirey, 22, rue Soufflot (5e), 1932;

Législation et réglementation des réseaux ruraux de distribution d'énergie électrique, par Georges MARTY (Encyclopédie industrielle et commerciale). Paris, Librairie de l'Enseignement technique, L. Eyrolles, 3, rue Thenard (5e), 1934;

L'hydrogène est un mélange : ortho et parahydrogène. Conférence faite au Conservatoire national des Arts et des Métiers, le 12 mai 1931, par Eugène DARMOIS (Conférences d'actualités scientifiques et industrielles, XXIX). Paris, Hermann et Cie, 6, rue de la Sorbonne (5e), 1931;

Traité théorique et pratique de tissage du ruban (tissus unis), à l'usage des fabricants, dessinateurs, metteurs en carte, contremaîtres, ouvriers et des écoles professionnelles de tissage, par Joannès GERIN. Paris, Ch. Béranger, 1933;

Allgemeine Metallkunde, von E. PIWOWARSKI. Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1934;

Die Verchromung unter besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung im Automobilbau, von O. BAUER, H. ARNDT und W. KRAUSE. Berlin, M. Krayn, 1934;

Feuerungsdecken, von Karl. HARRAEUS (Stand der Technik. Darstellungen aus einzelnen Gebieten herausgegeben von Mitgliedern des Reischspatentamtes). Berlin, Carl Heymanns, 1933;

Der Löss und seine geotechnischen Eigenschaften, von Alfred SCHEIDIG. Dresden und Leipzig, Theodor Steinkopff, 1934.

M. C. RENEVEY, directeur de l'Office central d'Études de Matériel de Chemins de fer, fait une communication sur *Le banc d'essais pour locomotives de Vitry-sur-Seine* (*Seine*) accompagnée de projections fixes et cinématographique [1].

M. SAUVAGE, *président*. — Je remercie infiniment M. Renevey de l'exposé si clair, si complet et si précis qu'il vient de nous faire sur le banc d'essais de Vitry. Il l'a accompagné de considérations sur les essais de locomotives en ligne qui sont du plus grand intérêt et qui montrent quels services peut rendre le banc d'essais. Comme la mémoire humaine n'est pas parfaite, je crains que ceux qui ont entendu M. Renevey ne puissent se rappeler tous les détails fort intéressants qu'il nous a donnés et qui méritent d'être retenus. C'est pourquoi je crois devoir insister auprès de lui pour qu'il nous remette prochainement, pour notre *Bulletin*, le texte de sa conférence.

La séance est levée à 18 h. 45 m.

(1) Voir le texte *in extenso* de cette communication dans le présent numéro, p. 661.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCE PUBLIQUE DU 24 NOVEMBRE 1934.

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

La séance est ouverte à 17 h.

M. ALBY, *président*. — Notre collègue du Conseil, M. Henry LAFOSSE (O. ✻) Inspecteur général des Eaux et Forêts, membre de l'Académie d'Agriculture, membre de notre Commission des Fonds dont il est président honoraire, s'est fait inscrire comme membre à vie. Nous le remercions vivement de la nouvelle marque de l'intérêt qu'il a toujours manifesté à l'égard de notre Société.

Les ÉTABLISSEMENTS LORILLEUX et M. Paul WALTER nous ont versé chacun 100 fr pour nous aider à la publication de notre *Bulletin*. Nous les en remercions très vivement.

MM. CH. DE FRÉMINVILLE et G. WERY, *secrétaires généraux*, présentent et analysent des ouvrages récemment entrés dans la Bibliothèque.

M. DE FRÉMINVILLE présente les ouvrages suivants :

Cours pratique d'électricité industrielle, à l'usage des écoles pratiques de commerce et d'industrie, des écoles professionnelles, des écoles primaires supérieures, par Léon BOUTHILLON et M. GOUDONNET. 1^er^ volume : *Les lois fondamentales de l'électricité*, 2^e^ édition. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6^e^), 1934;

Lexique technique anglais-français, par Guy MALGORN, avec la collaboration de M. DESMARETS. 2^e^ édition revue et corrigée. Paris, Gauthier-Villars, 1934;

Résistance des matériaux et élasticité. Cours professé à l'École des Ponts et Chaussées, par Gaston PIGEAUD. Nouvelle édition revue et augmentée. Tomes I et II. Paris, Gauthier-Villars, 1934;

COMITÉ CENTRAL DES ALLOCATIONS FAMILIALES. — *XIV^e^ Congrès national des Allocations familiales, Nice, 23-27 mai 1934*. Compte rendu. Paris, 31, rue Guyot (17^e^);

Les machines asynchrones à champs tournants, à bagues et à collecteurs. Théorie générale et applications. Cours professé à l'École supérieure d'Électricité de Paris, par R. LANGLOIS-BERTHELOT. 2^e^ édition. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6^e^), 1934;

Pour que la France vive, par Jean PÉLISSIER. Saint-Denis (La Réunion), Cazal, 1934. (Don de l'auteur);

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce qu'on appelle la crise, par Jacques DUBOIN. (Extraits d'études parues dans *L'Œuvre*, année 1933-oct. 1934). Paris, les Éditions nouvelles, 16, rue de la Sorbonne (5e). (Don de l'auteur);

L'école prépare-t-elle nos enfants à trouver une situation? par F. MAUVEZIN, Ingénieur des Arts et Manufactures, directeur du Cabinet d'Orientation professionnelle de la Chambre de Métiers de la Gironde et du Sud-Ouest, lauréat de l'Institut. Bordeaux, Éditions des Roses, 18 à 22, rue du Peugue (*Don de l'auteur*).

Rose des activités féminines pour l'orientation professionnelle des jeunes filles, par Mlle Louise MAUVEZIN, secrétaire bénévole du Conseil d'Enseignement ménager de la Chambre de Métiers de la Gironde et du Sud-Ouest, 3e édition. Bordeaux, Éditions des Roses, 18 à 22, rue du Peugue.

Ces deux ouvrages méritent une mention spéciale.

Dans le premier ouvrage, l'auteur rend compte d'une expérience qu'il a été amené à faire pour choisir un jeune homme, ou une jeune fille, de 16 à 25 ans, qu'une maison de Bordeaux désirait adjoindre à sa direction : il lui suffisait que le candidat eût une bonne instruction primaire supérieure ou secondaire, mais elle exigeait qu'il eût l'esprit ouvert et du jugement. Une annonce insérée dans un journal local provoqua l'envoi de 74 propositions, dont 45 furent éliminées pour diverses raisons, toutes péremptoires.

Les 29 candidats restants, représentant sinon une élite du moins un bon choix — quelques-uns possédaient des diplômes — furent soumis à un test comportant une très courte dictée de difficulté moyenne et 37 questions très simples portant sur l'arithmétique, le système métrique, l'histoire et la géographie de la France, la géométrie et la physique ; les questions étaient toutes très élémentaires et leur réponse, par écrit, n'exigeait le plus souvent qu'un peu de bon sens, d'observation et de réflexion. Aucune des questions ne dépassait le niveau des connaissances exigées soit au certificat d'études primaires, soit des enfants de 13 à 14 ans qui suivent le cours supérieur des écoles primaires.

Le résultat fut désastreux : aucun des 28 candidats (l'un s'était soustrait à l'épreuve) ne répondit de façon acceptable à toutes les questions et le pourcentage des réponses acceptables fut extrêmement bas, même pour les questions les plus élémentaires ; cependant, M. Mauvezin avait mis les candidats en confiance par une conversation préalable, et, d'autre part, considéra comme bonnes les réponses approximatives lorsqu'elles étaient raisonnables.

L'auteur conclut qu'il y a quelque chose de vicieux dans notre enseignement primaire qui doit cependant être la base fondamentale des connaissances sur lesquelles viennent se greffer ensuite et peu à peu les autres connaissances. Cet enseignement doit être entièrement réformé, dit-il, et il y a extrême urgence à ce qu'il le soit. En attendant, M. Mauvezin recommande aux parents de suivre de très près l'instruction primaire de leurs enfants.

M. Mauvezin est d'ailleurs convaincu que, même en ce temps de chômage — et il en a fait maintes fois l'expérience — celui qui est courageux et plein de bonne volonté peut assez facilement trouver un emploi s'il n'est pas trop exigeant sur le salaire de début.

Le second ouvrage a été écrit par Mlle Mauvezin, aujourd'hui Mme Vielotte, mère de 4 enfants, alors qu'elle avait 25 ans et collaborait aux travaux d'orientation professionnelle. Cet ouvrage, écrit simplement mais très clairement, renseigne exactement sur les chances que les jeunes filles ont de réussir dans les carrières qui conviennent aux femmes : métiers ménagers et hôteliers, manuels et commerciaux, carrières

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

administratives, enseignement, professions libérales et sociales, le tout parfaitement classé et ordonné, avec l'indication très exacte des aptitudes physiques et intellectuelles, le caractère, les contre-indications, la durée de l'apprentissage ou des études, les moyens de préparer au métier ou à la profession, les difficultés de trouver un emploi ou de monter en grade, l'importance des traitements ou salaires à espérer, les perspectives d'avenir.

Cet ouvrage, qui en est aujourd'hui à sa troisième édition, a déjà rendu beaucoup de services et en rendra encore. Il devrait être mis entre les mains de tous les parents dont les enfants doivent ou veulent gagner leur vie.

Bureau des Normes de l'Automobile (Chambre syndicale des Fabricants d'Accessoires d'Automobiles, 7, avenue Friedland, Paris (3e). — *Album de normes BNA 1 à BNA 205* (1935);

Note sur une avarie de chaudière à haute pression, par M. Chan (ex *Revue générale des Chemins de fer*, août 1934). Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1934. (Don de la Cie des Chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée, membre de la Société);

La crise mondiale et le chômage. Le remède, par A. et Ch. Vilain. Paris, Messageries Hachette, 1934. (Don des auteurs).

M. Wery présente les ouvrages suivants :

Introduction aux études minières coloniales (Publication du Bureau d'Études géologiques et minières coloniales). Paris, Société d'Éditions géographiques, maritimes et coloniales, 17, rue Jacob (6e), 1934;

Matières colorantes. Les indigoïdes, par J. Martinet, rédigé avec la collaboration de Mme Stolz-Roux (Encyclopédie de chimie industrielle). Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1934;

Répertoire international des sociétés électrochimiques et électrométallurgiques, 1934. Paris, Société des Publications minières et métallurgiques, 86, rue Cardinet (17e);

Les arts indigènes (*Nord-Sud*, revue mensuelle illustrée d'informations marocaines). Rabat;

Le Comité d'Action coloniale de Rouen 1925-1933, par Maurice d'Anjou. Rouen, Société industrielle de Rouen, place de la Cathédrale et 2, rue du Petit-Salut;

Chambre syndicale des Raffineurs de Pétrole. — *Les combustibles en France et le raffinage du pétrole, 1933-1934*. Paris, 9, square Messine;

Enquête sur l'apiculture au Tonkin, par C. Toumanoff et J. Nanta (ex *Bulletin économique de l'Indochine*, novembre-décembre 1933). Hanoï, Imprimerie d'Extrême-Orient, 1934. (Don de M. C. Toumanoff).

Le commandant Pierre Nicolau, membre du Conseil de la Société d'Encouragement, fait une communication sur *L'unification internationale*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des normes fondamentales de la mécanique : température de définition; dimensions normales; tolérances; ajustements [1].

M. PÉRARD, directeur-adjoint du Bureau international des Poids et Mesures; M. OUTIN, Ingénieur des Arts et Manufactures, directeur de « La précision mécanique »; M. SAUVAGE, membre du Conseil, et M. ALBY, président de la Société, prennent part à la discussion.

M. ALBY, *président*. — Je remercie le commandant Nicolau du très bel exposé qu'il vient de nous faire. Il nous a rendu compte, d'une façon extrêmement claire, de l'œuvre magnifique qui vient d'être réalisée à Stockholm et dont tous les industriels doivent se réjouir. Tous ceux qui travaillent dans l'industrie mécanique savent quel rôle important jouent les calibres pour l'usinage des pièces dont on veut assurer l'interchangeabilité. Il n'était pas facile de mettre d'accord les industriels d'un même pays, et encore moins les divers pays entre eux : en dehors des difficultés techniques, qui sont loin d'être surmontables, il y avait tant d'intérêts particuliers et nationaux qui s'opposaient. Il est presque inconcevable qu'on ait réussi à se mettre d'accord. Que cet accord ne soit pas parfait, il fallait s'y attendre : rien de ce qui est humain n'est parfait.

Mais ce que le commandant Nicolau ne nous a pas dit, c'est la part importante qu'il a prise pendant des années pour obtenir cet accord tout en défendant avec la plus grande énergie et la plus ferme ténacité le point de vue français qui était celui de la logique, notamment en ce qui concerne la température de définition 0°, exactement et facilement définie et réalisable, en accord parfait avec la définition du mètre-étalon du système métrique. Nous lui adressons nos très vives félicitations pour avoir transigé sur un point où la position n'était plus défendable puisqu'il a obtenu des résultats plus tangibles et l'adoption de règles cohérentes et harmonieuses pour déterminer les dimensions normales, fixer les tolérances et les ajustements.

La séance est levée à 18 h. 45 m.

(1) On trouvera le texte *in extenso* de cette communication et le compte rendu de la discussion qui l'a suivie aux pages 675 et 713 du présent *Bulletin*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE EN NOVEMBRE 1934

BERNARD (L.-M.). — **La chimie économique.** In-8 (25 × 16) de XVI + 398 p., 9 fig. Paris, Rousseau et Cie, 14, rue Soufflot (5e), 1934. **18445**

BOLL (MARCEL). — **Idées nouvelles sur : l'électron, les piles, les dynamos, l'alternatif, l'induction, la radio, la télévision, les ultrasons.** In-8 (20 × 14) de 178 p., 180 fig. Paris, Librairie Larousse, 13 à 21, rue Montparnasse (6e). **18446**

Agendas Dunod 1935. 6 volumes in-18 (15 × 10). Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), savoir :

Automobile, par GEORGES MOHR. 23e éd., de XXIV + 478 p., 312 fig. **18447**

Béton armé, par VICTOR FORESTIER. 8e éd., de XVII + 360 p., 229 fig. **18448**

Chemins de fer, par PIERRE PLACE. 54e éd., de XXXII + 432 p., 62 fig. **18449**

Commerce, par E. RACHINEL. 21e éd., de LX + 462 p. **18450**

Constructions mécaniques, par J. IZART. 54e éd., de XVI + 334 p., 170 fig. **18451**

Mines, par E. STALINSKY. 54e éd., de XVIII + 335 p., 162 fig. **18452**

INSTITUT DE CÉRAMIQUE FRANÇAISE. — **Essai de bibliographie des arts et industries céramiques.** Ouvrages de langue anglaise. In-8 (24 × 16) de IX + 285 p. Paris, 84, rue d'Hauteville (10e), 1935. **18453**

***

SYNDICAT DES INDUSTRIES MÉCANIQUES DE FRANCE. — **La mécanographie française.** In-4 (27 × 21) de 20 p., fig. Paris, 92, rue de Courcelles (8e). **Pièce 13868**

MELIA (M.), MELIA (G.) et LEPIGRE (A.). — **Sur la piqûre des cigarettes et des cigares** (ex *Revue internationale des Tabacs*, juin 1934). In-4 (27 × 18) de 12 p., 16 fig. Paris, 14, rue de Tournon (6e). (*Don de M. Lepigre*). **Pièce 13869**

TRICHÉ (HENRI). — **Analyse spectrale quantitative de métaux en faible proportion dans les alliages légers : nouvelle méthode de dosage, détermination du magnésium dans l'aluminium et le duralumin** (ex *Bulletin de la Société chimique de France*, 5e série, t. 1, 1934). In-8 (21 × 13) de 11 p., 4 fig., 1 pl. Paris, Masson et Cie, 120, boulevard Saint-Germain (6e). (*Don de l'auteur*). **Pièce 13870**

TRICHÉ (HENRI). — **Analyse spectrographique quantitative : application au silicium** (ex *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, séance du 6 août 1934). In-4 (27 × 21) de 3 p. (*Don de l'auteur*). **Pièce 13871**

BONVOISIN (GUSTAVE). — **Les modes de capitalisation et les facultés de placement dans les assurances sociales.** In-8 (27 × 18) de 8 p. Rennes, Imprimeries réunies, 22, rue de Nemours, 1934. (*Don de l'auteur*). **Pièce 13872**

HONORÉ (MAURICE). — **Transsaharien et transafricain** (ex *Mémoires de l'Association française pour le Développement des Travaux publics*, Bulletin de septembre 1934). In-4 (27 × 19) de 30 p., 7 fig. Paris, 8, rue Jean-Goujon (8e). (*Don de l'auteur*). **Pièce 13873**

***

ASSOCIATION TECHNIQUE DE L'INDUSTRIE DU GAZ EN FRANCE. — **Compte rendu du 57e Congrès de l'Industrie du Gaz, Paris, 5-10 juin 1934.** Paris, 21, rue Blanche (9e). **Pér. 298**

UNION SYNDICALE DE L'INDUSTRIE DU GAZ EN FRANCE. — **Compte rendu du 57e Congrès de l'Industrie du Gaz, Paris, 5-10 juin 1934.** Paris, 21, rue Blanche (9e). **Pér. 298**

Mémorial des Poudres, publié par les soins du SERVICE DES POUDRES, avec l'autorisation du Ministre de la Guerre. — Tome XXVI (1er fascicule). Paris, Les Presses universitaires de France, 49, boulevard Saint-Michel (5e), 1934-35. **Pér. 223**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SOCIÉTÉ DE SECOURS DES AMIS DES SCIENCES. — **Annuaire de 1934.** Compte rendu du 77e exercice et de la 71e séance publique annuelle tenue le 12 juin 1934 à l'Institut Pasteur. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e). **Pér. 151**

ASSOCIATION TECHNIQUE MARITIME ET AÉRONAUTIQUE. — **Bulletin**, n° **38**, session de 1934. Paris, Firmin-Didot et Cie, 56, rue Jacob (6e). **Pér. 480**

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DU MAROC. — **Mémoire**, n° XL (15 septembre 1934) : *Aphididae du Maroc* (3e note), par J.-M. MIMEUR, de VIII + 71 p., XIV pl. Rabat, Institut scientifique chérifien; Paris, Emile Larose, 11, rue Victor-Cousin (5e); Londres, Janson et Sons, 44, Great Russell Street, W. C. 1. **Pér. 469**

INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. — **Selected Engineering Papers**, nos **134** : *The manufactures of gears*, 48 p., 6 fig. — **135** : *Aerial surveying*, 25 p., 8 fig., I pl. — **136** : *Tension, length and sag of stay ropes*, 28 p., 4 fig., I pl. — **137** : *Survey work on the Lochaber water-power scheme*, 62 p., 23 fig. — **138** : *Elastic failure of thick cylinders*, 40 p., 4 fig., I pl. — **139** : *Wind pressures on buildings*, 29 p., 27 fig., I pl. — **140** : *Signalling and block working on railways in India*, 28 p., I pl. — **141** : *Water-supply problems in Australia*, 23 p. I pl. — **142** : *New methods of testing by impact*, 35 p., 31 fig., I pl. — **143** : *Wellington Harbour, N. Z., and its development*, 19 p., I pl. — **144** : *Laying a 30-inch suction pipe in the Dead Sea*, 18 p. — **145** : *The proportionning of railway rail-sections from an economic standpoint*, 18 p., 6 fig. — **146** : *An electrical analogy for use in the design of statically indeterminate structures*, 29 p., 15 fig. — **147** : *On stresses in railway-track, by an extension of the theorem of three moments, and some deductions therefrom*, 29 p., 16 fig. — **148** : *The construction of Brett's Wharf, Brisbane*, 9 p., I pl. — **149** : *The mechanical gear of Bangkok Memorial Bridge, Siam*, 20 p., 6 fig. — **150** : *Elasticity*, 32 p., 10 fig. London, Great George Street, Westminster, S. W. 1, 1933-1934. **Pér. 189**

INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. — **Institution Lecture to Students** (Session 1932-33) : *Impact in railway bridges-retrospect and present-day aspect*, 29 p., 1 fig. London, 1933. **Pér. 189**

INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. — **Special Lecture** : *The enclosure of the Zuyderzee*, 22 p., 14 fig., II pl. London, 1934. **Pér. 189**

IRON AND STEEL INSTITUTE. — **Journal.** Vol. CXXIX, 1934, n° 1. London, 28, Victoria Street, S. W. 1. **Pér. 157**

ROYAL SOCIETY OF EDINBURGH. — **Transactions.** Volume LVII, part III (session 1932-1933). — Volume LVIII, part I (session 1933-1934). Edinburgh, 22-24 George Street. **Pér. 2**

INSTITUTION OF NAVAL ARCHITECTS. — **Transactions.** Vol. LXXVI, 1934. London, 2, Adam Street, Adelphi Terrace, W. C. 2. **Pér. 222**

LISTE DES NOUVEAUX MEMBRES ADMIS PENDANT L'ANNÉE 1934

A FAIRE PARTIE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

M. ARMENGAUD JEUNE (Marcel), Ingénieur diplômé de l'École polytechnique fédérale (Zurich), ingénieur-conseil en propriété industrielle, 23, boulevard de Strasbourg, Paris (10e), présenté par M. Louis Lumière (27 octobre 1934).

AMICALE DES DESSINATEURS EN CARROSSERIE, 108, rue Saint-Lazare, Paris (8e), présentée par M. Lemaire (13 janvier 1934).

M. BERTIN (Henri) (✱), colonel d'artillerie en retraite, ingénieur-conseil de la Manufacture de Machines du Haut-Rhin, 23, rue du Mont-Cenis, Paris (18e), présenté par M. Sauvage et le commandant Nicolau (membre à vie) (26 mai 1934).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Bied-Charreton (René) (✻, ⛯), ancien élève de l'École polytechnique, ingénieur à la Compagnie générale transatlantique, 61, rue Félix-Faure, Le Havre (Seine-Inférieure), présenté par MM. Lecornu et Lemaire (27 octobre 1934).

M. Blériot (Louis) (C. ✻), Ingénieur des Arts et Manufactures, constructeur, aviateur, 288, boulevard Saint-Germain, Paris (7e), présenté par MM. Georges Risler et H. Servonnet (10 novembre 1934).

M. Breuil (Pierre) (✻, O. ❸), licencié ès sciences, chef honoraire de la Section des Métaux du Laboratoire d'Essais du Conservatoiredes Arts et Métiers, ingénieur-conseil, 43, avenue de la Belle-Gabrielle, Nogent-sur-Marne (Seine), présenté par MM. Delmar et Lemaire (27 octobre 1934).

M. Caquot (Albert) (G. O. ✻, ⛯), membre de l'Institut, professeur à l'École nationale supérieure des Mines, à l'École nationale des Ponts et Chaussées et à l'École supérieure de l'Aéronautique, 1, rue Beethoven, Paris (16e), présenté par M. Louis Lumière (membre à vie) (15 décembre 1934).

Comité des Industries chimiques de France, 199, rue du Faubourg-Saint-Honoré, Paris (8e), présenté par MM. Alby et Lemaire (26 mai 1934).

M. Crémer (Paul) (✻, ⛯), chef du Service des Études du Crédit national, 45, rue Saint-Dominique, Paris (7e), présenté par M. Lemaire (12 mai 1934).

M. Dauzère (Camille) (✻), agrégé, docteur ès sciences, directeur de l'Institut et Observatoire de physique du Globe du Pic-du-Midi, à Bagnères-de Bigorre (Hautes-Pyrénées), présenté par M. Jean Rey (17 mars 1934).

M. Dufraisse (Charles) (✻, I. ❸), professeur à l'École de Physique et de Chimie industrielles, 30, boulevard de l'Hôpital, Paris (13e), présenté par M. Dubrisay (membre à vie) (17 mars 1934).

M. Dumas (J.-B.) (G. O. ✻, ⛯), général de division, 3, rue Saint-Dominique, Paris (7e), présenté par M. de Fréminville (membre à vie) (10 novembre 1934).

M. Dutreux (Auguste) (O. ✻, ⛯), Ingénieur des Arts et Manufactures, membre de la Chambre de Commerce de Paris, président de la Société des Pneumatiques Dunlop, 74, avenue d'Iéna, Paris (16e), présenté par MM. Alby et Richemond (10 novembre 1934).

M. Frantzen (L. P.) (❸), ingénieur et ferronnier d'art, administrateur de l'Association des petits Inventeurs et Fabricants français, 52, avenue Alfred de Musset, Le Vésinet (Seine-et-Oise), présenté par feu le colonel Renard et M. Colmet Daâge (17 mars 1934).

M. Garnier (Henri) (O. ✻), Ingénieur des Arts et Manufactures, président de la Chambre de Commerce de Paris, 20, boulevard de Vaugirard, Paris (15e), présenté par M. Georges Risler (27 janvier 1934).

M. Havre (Horace), ingénieur géologue (mines et prospection), licencié ès sciences, ingénieur principal à la Société de Peñarroya, 5, rue Pérignon, Paris (15e), présenté par M. Heurteau (14 avril 1934).

M. Jaeglé (E.), Ingénieur en chef d'Agriculture coloniale, chef du Bureau de la Documentation, conservateur de la Bibliothèque du Gouvernement général, Tananarive (Madagascar), présenté par MM. Blondel et Lemaire (14 avril 1934).

M. Jossier (Henri) (✻), Ingénieur des Arts et Manufactures, membre de la Chambre de Commerce de Paris, président de la Chambre syndicale des Cuirs et Peaux de Paris, tanneur, fabricant de cuirs vernis et de cuirs teints, 23, rue de l'Entrepôt, Paris (10e), présenté par M. Lœbnitz (24 février 1934).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Lambert-Ribot (Alfred) (O. ✲), maître des requêtes honoraire au Conseil d'État, délégué général du Comité des Forges, 75, avenue Paul-Doumer, Paris (16e), présenté par M. Georges Risler (10 février 1934).

M. Lebel (Jacques) (O. ✲, ✱), membre de la Chambre de Commerce de Paris, industriel, 141, rue Jules-Guesde, Levallois-Perret (Seine), présenté par M. Georges Risler (27 janvier 1934).

M. Le Besnerais (Maurice) (O. ✲, I. ◐), Ingénieur du Génie maritime, Service technique des Constructions navales, 8, boulevard Victor, Paris (15e), présenté par le commandant Nicolau (17 mars 1934).

M. de Leiris (Henri), Ingénieur principal du Génie maritime, 43, rue de Lille, Paris (7e), présenté par M. Dumanois (14 avril 1934).

M. Le Rolland (Paul) (I. ◐), docteur ès sciences, agrégé de l'Université, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes, détaché à l'Institut polytechnique de l'Ouest, 3 rue du Maréchal-Joffre, Nantes (Loire-inférieure), présenté par le commandant Nicolau et M. Lemaire (17 mars 1934).

M. Levy (André) (O. ✲), administrateur-directeur général de la Société des Chantiers et Ateliers de Saint-Nazaire (Penhoët), 7, rue Auber, Paris (9e), présenté par MM. Sauvage et de Fréminville (17 mars 1934).

M. Outin (Jean) (✱), Ingénieur des Arts et Manufactures, administrateur, directeur de « La Précision mécanique », 11, rue Vergniaud. Paris (13e), présenté par le commandant Nicolau, MM. Androuin et Lemaire (15 décembre 1934).

M. Pécheux (Hector) (✲, I. ◐, ✱), docteur ès sciences physiques, lauréat de l'Académie des Sciences, sous-directeur honoraire de l'École nationale des Arts et Métiers de Lille, 2, rue Fonds-Thirel, à Mont-Saint-Aignan (Seine-inférieure), présenté par M. Carpentier (17 mars 1934).

M. Pereire (André), administrateur de la Société du Louvre, 115, avenue Henri-Martin, Paris (16e), présenté par MM. Alby et Lafosse (membre à vie) (17 mars 1934).

M. Rouzet (Lucien), Ingénieur E. T. P., lauréat de l'Académie de Metz et de la Société d'Encouragement, directeur technique des Établissements J. E. Johnson et Cie, 11, avenue Gambetta, Clichy (Seine), présenté par MM. Maurice Garnier et Lemaire (membre à vie) (17 mars 1934).

M. Schweisguth (Charles) (O. ✲), ancien élève de l'École polytechnique, directeur de la Compagnie algérienne, 50, rue d'Anjou, Paris (8e), présenté par MM. Alby et Lafosse (27 janvier 1934)

M. Weiss (Henri) (◐), professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg, directeur de l'École nationale du Pétrole, 2, rue Boussingault, Strasbourg (Bas-Rhin), présenté par MM. H. Le Chatelier et Pineau (17 mars 1934).

M. Widemann (René, Victor), licencié ès sciences, ingénieur-chimiste, directeur des Services Usines à la Compagnie générale de Construction de Fours (8, place des États-Unis, à Montrouge (Seine), 25, boulevard Jules-Sandeau, Paris (16e), présenté par MM. Alby et Dubrisay (membre à vie) (10 février 1934).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE
DES NOMS DES AUTEURS MENTIONNÉS
DANS LA CENT TRENTE-TROISIÈME ANNÉE DU BULLETIN
(JANVIER-DÉCEMBRE 1934)

133e 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 (Médecin-colonel S.). — Le climat tropical, l'acclimatement . . . . . II 89
— Rapport, au nom du Comité de Commerce (C. R. de l'Assemblée générale du 17 mars 1934), sur l'œuvre d'enseignement et d'éducation française de l'Université « L'Aurore » de Chang-haï . . IV 260
ALBY (A). — Assemblées générales du 16 décembre 1933 . . . . . I 76
— — 28 avril 1934 . . . . . V 368
— Assemblée générale solennelle du 17 mars 1934. Allocution. . . IV 229
— — Rapport, au nom de la Société d'Encouragement, sur l'œuvre accomplie par la SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE REIMS pendant un siècle. . . . . IV 237
Séance publique du 13 janv. 1934. II 141
— — — — 27 janvier 1934. . . II 146
— — — — 10 février 1934 . . III 214
— — — — 24 février 1934 . . III 218
— — — — 14 avril 1934. . . . V 361
— — — — 12 mai 1934. . . . VI 433
— — — — 26 mai 1934. . . . VI 437
— — — — 27 octobre 1934 . . XI 597
— — — — 24 novembre 1934. XII 730
— Allocution, lors de la commémoration du cinquantenaire de la mort de Jean-Baptiste DUMAS (C. R. de la séance publique du 27 octobre 1934) . . . . . XI 629
— L'unification internationale des normes fondamentales de la mécanique (Discussion) . . . . . XII 716
ALLEMAGNE (Henri-René D'). — La résurrection et la conservation des arts indigènes au Maroc. L'œuvre de M. Prosper RICARD. VII-VIII-IX 489
ANCEAU (M.). — *Manuel de graissage; La cémentation et le traitement thermique des petites pièces de mécanique; L'industrie du contreplaqué; La fabrication des meubles modernes en grande série* . . . . . IV 279
ANDROUIN (M. J.). — Rondelle indesserrable R. C. C. (P.-V. de la séance du 2 octobre 1934 du Comité des Arts mécaniques) . . . . . X 593

B

BACLÉ (L.). — Rapport, au nom du Comité des Arts chimiques (C. R. de l'Assemblée générale solennelle du 17 mars 1934), sur l'ouvrage de S. BRULL, intitulé *La sidérurgie à la portée de tout le monde* (1re partie : *Du minerai de fer à la fonte*) . IV 271
— Jean-Baptiste DUMAS président de la Société d'Encouragement (C. R. de la séance publique du 27 octobre 1934) . . . . . XI 598
BALLU (Tony). — *Les machines agricoles* . . . . . IV 276
BASTET (A.). — Étude de la lubrification des moteurs à explosion par l'huile d'olive . . . . . III 193
BERNARD (Dr P. Noël). — L'hygiène des installations minières et chantiers coloniaux . . . . . VI 397
BIED-CHARRETON. — *De la turbine à l'atome*. . . . . II 152

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BLANC (Auguste). — Voir LEMOINE.
BLONDEL (F.). — Analyses de :
— *Les ressources minérales de la France d'outre-mer*. T. II : *Le fer, le manganèse, le chrome, le nickel, l'étain, le tungstène, le graphite, le glucinium, le molybdène, le cobalt, le titane, le vanadium* . . . . . III 225
— — *Méthode scientifique et améliorations dans les mines*, par Robert LOUSTAU . . . . . VI 447
— — *Introduction aux études minières coloniales* . . . . . XI 647
— La situation réelle de l'industrie minière des États-Unis (C. R. de la séance publique du 14 avril 1934) . . . . . V 365
— — (Mémoire). . . . . VI 384
BLONDEL, CLARIOND et GUILLEMOT. — *Les ressources minérales de la France d'outre-mer*. Tome I : *Le charbon*. . . . . III 224
BOLL (Marcel). — Voir FÉRY
BOUGET (Joseph). — Voir REY.
BOURGEOIS (Marcel). — *Réglementation des usines chimiques* . . . . VI 448
BOURGEOIS (Robert). — Discours prononcé aux funérailles du général Ferrié, le 18 février 1932 . . . X 538
BRENOT (lieut.-colonel Paul). — Éloge funèbre du général FERRIÉ, radiodiffusé le 16 février 1932 . . . X 533
— — Conférence sur le général FERRIÉ faite le 10 mars 1932 à l'Association amicale des 8e, 18e et 28e Génie . . . . . X 540
BRILLIÉ (E.) et MAGNE (M.). — Rapport, au nom des Comités des Arts mécaniques et des Constructions et des Beaux-Arts (C. R. de l'Assemblée générale solennelle du 17 mars 1934), sur quatre ouvrages de M. ANGEAU. . . . . IV 279
— Robinet à clapet, à passage direct et à ouverture rapide, système L. JAUSSAUD (P.-V. de la séance du 10 avril 1934 du Comité des Arts mécaniques) . . . . VI 440
BRULL (S.). — *La sidérurgie à la portée de tout le monde*. 1re partie : *Du minerai de fer à la fonte*. . . IV 271
BURGART (Pierre). — Communication sur la protection contre le feu dans les raffineries et les dépôts de pétrole (C. R. de l'Assemblée générale du 28 avril 1934) . . . . V 370
— — (Mémoire) . . . VII-VIII-IX 453

C

CARPENTIER (J.). — Analyses de :
— *L'éclairage en agriculture. L'éclairage à la ferme*. . . . . II 160
— — *Traité de physique générale et expérimentale*, par Jules LEMOINE et Auguste BLANC . . . . . XI 648
— Rapport, au nom du Comité des Arts économiques (C. R. de l'Assemblée générale solennelle du 17 mars 1934), sur les dispositifs économiques d'éclairage électrique et les chambres noires articulées pour luxmètres, imaginées par H. PÉCHEUX. . . . . IV 273
CAZIOT (Pierre). — Communication sur l'évolution de la valeur de la propriété immobilière en France (C. R. de la séance publique du 12 mai 1934) . . . . . VI 434
— — (Mémoire) . . . VII-VIII-IX 471
CHALLÉAT (Général J.). — *Histoire technique de l'artillerie de terre en France pendant un siècle (1816-1919)*. Tome I : *1816-1880* . . . . . II 154
CHARRIOU (André). — Communication sur les progrès de la sensibilisation chromatique des émulsions photographiques (C. R. de la séance publique au 13 janvier 1933). . II 144
CHESNEAU (G.). — Édouard GRUNER (1849-1933). . . . . VII-VIII-IX 501
CLARIOND. — Voir BLONDEL.
CLÉMENTEL (Étienne). — La normalisation et la crise . . . . . III 186
CLERC (L.-P.). — *La technique photographique* . . . . . XI 656
COGNEY (P.) et PROT (A.). — *Traité du lavage des laines. Opérations préparatoires et complémentaires* . II 158
COLMET DAÂGE. — Rapport, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts (C. R. de l'Assemblée

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

générale solennelle du 17 mars 1934), sur les escaliers articulés imaginés et construits par L. P. FRANTZEN. . . . . IV 277
CORNU-THENARD. — Rapport, au nom de la Commission des Fonds, sur les comptes de la Société pour l'exercice 1932 . . . . . VI 377

D

DANTZER (J.). — Analyse de :
— *Traité du lavage des laines. Opérations préparatoires et complémentaires*, par P. COGNEV et A. PROT. II 158
DAUZÈRE (Camille). — Voir REY.
DELACOUR. — Voir SAUVAGE.
DELAPORTE (René). — *La comptabilité, d'après des principes rationnels basés sur les mouvements des valeurs et les grandeurs arithmétiques. — La lecture du bilan. — La structure du bilan. — La banque* . . . . VI 446
DEMOLON (Albert). — *Croissance des végétaux* (*Principes d'agronomie*). Tome II . . . . . VI 445
DENIAU (M.). — Jean-Baptiste DUMAS édile parisien (C. R. de la séance publique du 27 octobre 1934). XI 623
DUBRISAY (R.). — Rapport, au nom du Comité des Arts chimiques, (C. R. de l'Assemblée générale solennelle du 17 mars 1934), sur les travaux de Charles DUFRAISSE sur l'autoxydation et les antioxygènes . . . . . IV 251
DUCHEMIN (R. P.). — Analyses de : *La comptabilité*; — *La lecture du bilan*; — *La structure du bilan;* — *La banque*, par René DELAPORTE. VI 446
DUFRAISSE (Charles). — Communication sur l'autoxydation des hydrocarbures et quelques-uns de ses inconvénients : vieillissement du caoutchouc; choc dans les moteurs; gommage des carburants; altération des lubrifiants, dépôts dans les huiles des transformateurs, etc. Les améliorations apportées par les antioxygènes (C. R. de l'Assemblée générale du 16 décembre 1933) . . . . . I 80
— — (Mémoire) . . . . . II 107
— Voir DUBRISAY.
DUGARD (Jean). — Exposition des Arts et Industries textiles et des Tissus du Conservatoire national des Arts et Métiers (Paris, 15 octobre-17 décembre 1933). . . . I 45
DUMANOIS (P.). — Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques (C. R. de l'Assemblée générale solennelle du 17 mars 1934), sur les travaux sur la résistance des matériaux de H. DE LEIRIS . . IV 250
— Voir LE GAVRIAN.
DUROQUIER (Franck). — *Les récepteurs radiophoniques modernes à la portée de tous* . . . . . III 224

F

FÉRY (Ch.). — Rapport, au nom du Comité des Arts économiques (C. R. de l'Assemblée générale solennelle du 17 mars 1924), sur les ouvrages de physique et de chimie de Marcel BOLL.. . . . . IV 275
— L'accumulateur sec à l'étain (P.-V. de la séance du 12 avril 1934 du Comité des Arts économiques). VI 443
FONTAINE (Hippolyte). — Voir ROUSIERS.
FRÉMINVILLE (Ch. DE). — Rapports (C. R. de l'Assemblée générale solennelle du 17 mars 1934) sur :
— — l'attribution du prix Fourcade à M. Ferréol MÉRIGNAC. . . . IV 245
— — l'attribution de la médaille Dumas à M. Émile PEYRONNARD. IV 245
— — la décortiqueuse de châtaignes à grand débit, imaginée et construite par André GEOFFRAY . . IV 278
— — les médailles de bronze décernées aux contremaîtres et aux ouvriers des établissements industriels et des exploitations agricoles. . . . . IV 282
— Discours à la Société des Ingénieurs civils de France (Paris, 12 janvier 1934). . . . . VI 428

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

FRÉMINVILLE (Ch. DE). — Voir Mc KAY.
FRESSINET (Jean). — Rapport, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts (C. R. de l'Assemblée générale solennelle du 17 mars 1934), sur la fabrication de la « Céracolor », peinture sur mortiers et ciments, par M.-G. MIGNOT et J. PETIT . . . . . IV 257

G

GARNIER (Maurice). — Rapport, au nom du Comité des Arts économiques (C. R. de l'Assemblée générale solennelle du 17 mars 1934), sur une nouvelle théorie de la gamme rationnelle présentée par M. L. ROUZET . . . . . IV 274
GIBRAT (Robert). — Communication sur les études expérimentales et théoriques sur un procédé d'analyse, sans fouille, de la corrosion des canalisations souterraines (C. R. de la séance publique du 24 février 1933) . . . . . III 219
GODFERNAUX (R.). — *Les grands réseaux de chemins de fer français; année 1933* . . . . . VI 448
GUILLEMOT. — Voir BLONDEL.

H

HARDY (Georges). — Les relations avec les indigènes . . . . . VI 444
HOLLARD (Prof. Auguste). — Communication sur les maladies des métaux et leur contagion (C. R. de la séance publique du 26 mai 1934). VI 439

L

LACOIN (Maurice). — Rapport, au nom du Comité de Commerce (C. R. de l'Assemblée générale solennelle du 17 mars 1934), sur la collaboration d'Étienne VILLEY aux œuvres sociales du Groupe des Industries métallurgiques, mécaniques et connexes de la Région parisienne et notamment son étude du mouvement des salaires dans la Région parisienne . . . . . IV 259
— Jean-Baptiste DUMAS protecteur des apprentis (C. R. de la séance publique du 27 octobre 1934). XI 626
LACOIN (Maurice) et SERVONNET (H.). — Rapport, au nom du Comité de Commerce (C. R. de l'Assemblée générale solennelle du 17 mars 1934), sur plusieurs œuvres d'artisanat rural . . . . . IV 267
LAMOTHE (A.). — Analyse de : *Histoire technique de l'artillerie de terre en France pendant un siècle (1816-1910)*. Tome I : *1816-1880* . . . II 154
LAVARDE (Pierre). — La locomotive à haute pression L. F. LOREE, du Delaware and Hudson Railroad. . III 173
LE BESNERAIS (Maurice). — Voir NICOLAU.
LE CHATELIER (Henry). — Les hautes températures en soudure autogène (Note bibliographique) . VI 432
LECORNU (L.). — Analyses de :
— *De la turbine à l'atome*, par René BIED-CHARRETON . . . . . II 152
— *Résolution pratique des problèmes de discontinuité de fonctionnement dans les installations de chauffage central*, par André NESSI et LÉON NICOLLE . . . . . III 222
LE GAVRIAN (P.) et DUMANOIS (P.). — 1er Congrès pour la Sécurité de la Route (Paris, 5-8 octobre 1933). II 127
LEIRIS (H. DE). — Voir DUMANOIS.
LEMAIRE (Eugène). — L'enseignement donné aux noirs dans la Gold Coast britannique (Note bibliographique) . . . . . III 171
— Analyses de : *Réglementation des usines chimiques*, par Marcel BOURGEOIS . . . . . VI 448
— — *L'école prépare-t-elle nos enfants à trouver une situation ?* par F. MAUVEZIN . . . . . XI 653
— — *Rose des activités féminines pour l'orientation professionnelle des jeunes filles*, par Louise MAUVEZIN. XI 653
— — *La technique photographique*, par L.-P. CLERC . . . . . XI 656

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LEMOINE (Jules) et BLANC (Auguste). — *Traité de physique générale et expérimentale* . . . . . XI 648
LEPIGRE (A. L.). — Contribution à l'étude de la désinfection des végétaux sous vide partiel ou à la pression atmosphérique. Adjonction d'anhydride carbonique à l'oxyde d'éthylène en vue de rendre le mélange ininflammable . VII VIII-IX 509
LE ROLLAND (Paul). — Communication sur les applications nouvelles du pendule et son utilisation au contrôle des matériaux : mesure de la dureté des matériaux : mesure de la rigidité des constructions et du module d'élasticité par le système de deux pendules couplés (C. R. de la séance publique du 27 janvier 1934) . . . . . II 148
— — (Mémoire) . . . . . V 317
— Voir NICOLAU.
LŒWENSTEIN (Maurice). — Contribution à l'étude de l'altération des huiles pour cylindres à haute pression. Note préliminaire. . . . X 569
— Voir PINEAU.
LOUSTAU (Robert). — *Méthode scientifique et améliorations dans les mines* . . . . . VI 447

M

MAGNE (M.). — Voir BRILLIÉ.
MAILLARD (Frédéric). — Les grands précurseurs des industries textiles . . . . . I 57
MARIÉ (Pierre). — Communication sur les réserves et parcs nationaux zoologiques et botaniques en France et à l'étranger (C. R. de la séance publique du 10 février 1934) . III 215
MARTELLI-CHAUTARD. — *Le commerce de la France avec ses possessions d'outremer en 1932* . . . . . II 462
MAUVEZIN (F.). — *L'école prépare-t-elle nos enfants à trouver une situation?* . . . . . XI 653
MAUVEZIN (Louise). — *Rose des activités féminines pour l'orientation professionnelle des jeunes filles* . . XI 653
MC KAY (A. T.). — Le découpage économique des semelles de chaussures (trad. de l'anglais par Ch. DE FRÉMINVILLE) . . . . . II 122
MENIER (Gaston). — Voir SAUVAGE.
MESNY (René). — Éloge funèbre du général FERRIÉ, prononcé le 17 novembre 1933, à l'Académie de Marine . . . . . X 553
— Analyse de : *Les récepteurs radiophoniques modernes à la portée de tous*, par Franck DUROQUIER. . III 224
MIRONNEAU (L.). — *Technologie du froid.* Tome I : *Compresseurs et condenseurs* . . . . . II 132
MOTTE (Marcel-Henri). — Voir WERY.

N

NEMENYI (Paul). — *Wasserbauliche Strömungslehre* (*Les courants d'eau*) . . . . . XI 651
NESSI (André) et NISOLLE (Léon). — *Résolution pratique des problèmes de discontinuité de fonctionnement dans les installations de chauffage central.* . . . . . III 222
NICOLAU (Commandant Pierre). — Rapports, au nom du Comité des Arts mécaniques (C. R. de l'Assemblée générale solennelle du 17 mars 1934), sur les travaux de normalisation et d'architecture navale de Maurice LE BESNERAIS . . . . IV 247
— — de M. Paul LE ROLLAND sur les applications industrielles du pendule . . . . . IV 249
— L'unification internationale des normes fondamentales de la mécanique : température de définition; dimensions normales; tolérances; ajustements (Mémoire) . . . XII 675
— — (C. R. de la séance publique du 24 novembre 1934). . . . XII 732
— Voir SAUVAGE.
NISOLLE (Léon). — Voir NESSI.

O

OUTIN. — L'unification internationale des normes fondamentales de la mécanique (Discussion). . . XII 717

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

P

PAILLOT (A.). — *L'infection chez les insectes : immunité et symbiose* . II 160
PAINLEVÉ (Paul). — Discours, prononcé au nom du Gouvernement, le 10 octobre 1932, lors de l'inauguration des plaques indicatrices de l'avenue du Général-Ferrié, au Champ de Mars . . . . . X 547
PARAF (Jean). — Discours, prononcé le 24 novembre 1933, à l'inauguration du médaillon élevé à la mémoire du général FERRIÉ à l'École supérieure d'Électricité, à Malakoff (Seine) . . . . . X 560
PASCAL (Paul). — *Traité de chimie minérale*. . . . . XI 649
PÉRARD. — L'unification internationale des normes fondamentales de la mécanique (Discussion) . XII 715
PERRIER (Georges). — Discours, prononcé le 10 octobre 1932, lors de l'inauguration des plaques indicatrices de l'avenue du Général-Ferrié, au Champ de Mars . . X 545
PICARD (Émile). — Discours, prononcé le 15 novembre 1933, à l'inauguration du monument élevé à la mémoire du général FERRIÉ, au Champ de Mars . . . . . X 550
PINEAU (Louis). — Rapports, au nom du Comité des Arts économiques (C. R. de l'Assemblée générale solennelle du 17 mars 1934), sur :
— — les travaux de Maurice LŒVENSTEIN sur l'altération des huiles à cylindres à haute surchauffe. IV 242
— — les travaux de recherches sur les pétroles, exécutés à l'École nationale supérieure du Pétrole et des Combustibles liquides de Strasbourg, et sur ceux de Henri WEISS, directeur de cette école . . . IV 251
PORTEVIN (A.). — Rapports, au nom du Comité des Arts chimiques (C. R. de l'Assemblée générale solennelle du 17 mars 1934), sur :
— — l'œuvre de la SOCIÉTÉ D'ÉLECTROCHIMIE, D'ÉLECTROMÉTALLURGIE ET DES ACIÉRIES ÉLECTRIQUES D'UGINE. . . . . IV 239
— — M. Claudius AUROUX . . IV 280
— — M. Marcel BREBION, pour ses travaux de mécanique de précision . . . . . IV 280
— L'évolution de la soudure autogène (Note bibliographique) . VI 432
PROT (A.). — Voir COGNEY.

R

RENEVEY (C.). — Le banc d'essais pour locomotives de Vitry-sur-Seine (Seine) (Mémoire) . . XII 661
— — (C. R. de la séance publique du 10 novembre 1934). . . . XII 729
REY (Jean). — Rapport, au nom du Comité des Arts économiques (C. R. de l'Assemblée générale solennelle du 17 mars 1934), sur les travaux de Camille DAUZÈRE et Joseph BOUGET sur les points de chute de la foudre et de la grêle. . . . . IV 244
— Discours à la Société des Ingénieurs civils de France (Paris, 12 janvier 1934). . . . . VI 428
— Analyse de : *Wasserbauliche Strömungslehre* (*Les courants d'eau*), par Paul NEMENYI . . . . . XI 651
RICARD (Prosper). — Voir D'ALLEMAGNE.
RISLER (Georges). — XV^e Congrès de la Natalité (Le Havre, 25 septembre-1^er octobre 1933) . . . . . II 105
— Rapports, au nom du Comité de Commerce (C. R. de l'Assemblée générale du 17 mars 1934), sur :
— — l'œuvre du Service social de l'Enfance en Danger moral. . IV 262
— — le Foyer féminin du Havre. IV 263
— — la Caisse de Compensation de la Région parisienne pour les Allocations familiales . . . . . IV 264
ROUSIERS (Paul DE). — A propos du centenaire d'Hippolyte FONTAINE : les bienfaits sociaux du progrès technique (P.-V. de la séance du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

11 janvier 1934 du Comité de Commerce) . . . . . II 151
— Rapport des Censeurs sur les comptes de la Société pour l'exercice 1932 . . . . . IV 380

S

SAGOT-LESAGE (M.). — La nécessité des réserves forestières . . . IV 291
— Les forêts privées et l'intérêt public . . . . . X 563
SATET (Robert). — L'organisation du travail au Chemin de Fer du Nord (2e Division) . . . . . V 348
SAUVAGE (Ed.). — Analyses de : *Technologie du froid.* Tome I : *Compresseurs et condenseurs*, par L. MIRONNEAU. . . . . II 152
— *Bibliothèque de* Mme G. WHITNEY HOFF . . . . . III 226
— — *Les grands réseaux de chemins fer français; année 1933*, par R. GODFERNAUX . . . . . VI 448
— *Notes bibliographiques* :
— — Le booster pour locomotives . . . . . III 169
— — L'industrie de l'aluminium en Écosse. . . . . V 353
— — Dépôt au Conversatoire national des Arts et Métiers des étalons nationaux du Système métrique . V 354
— — Sécurité dans la production et l'utilisation de la vapeur, par DELACOUR. . . . . V 354
— — Le Système métrique . . VI 395
— — Le moteur Diesel . . . . VI 396
— — La soudure autogène . . VI 432
— — Contrôle industriel de la valeur mécanique des produits de fonderie. État actuel et tendances nouvelles, par le commandant Pierre NICOLAU . . . . . X 591
— — *Annales du Sauvetage maritime* . . . . . X 592
— L'École supérieure du Froid industriel . . . . . X 588
— Institut de Technique sanitaire et Hygiène des Industries . . . XII 674
— Enquête de la Chambre de Commerce de Paris sur le facteur humain. Réponses des industries de transport . . . . . XII 674
— Jean-Baptiste DUMAS économiste, métrologiste et président des Monnaies de France (C. R. de la séance publique du 27 octobre 1934) . XI 618
— Jouets intéressants présentés à la Société : l'automobile-jouet de M. Pierre BILLON; le viroplane de M. Jean FIEUX (P.-V. de la séance du 5 juin 1934 du Comité des Arts mécaniques). . . . . VII-VIII-IX 528
— Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques (C. R. de l'Assemblée générale solennelle du 17 mars 1934), sur les travaux de Gaston MENIER. . . . . IV 255
— Gazomètre Klönne à l'usine de la Société du Gaz de Paris, à La Villette . . . . . VII-VIII-IX 484
— Société industrielle de Rouen. Distribution solennelle des récompenses (Rouen, 6 mai 1934). VII-VIII-IX 525
— Société industrielle de l'Est. Distribution des récompenses et fête du cinquantenaire de la Société (Nancy, 8 juillet 1934) . . . . XI 645
— Souffleur de suies Dalmar, type S. F./792 (P.-V. de la séance du 1er mai 1934 du Comité des Arts mécaniques). . . . . VI 442
— Visite de la bibliothèque et des nouveaux amphithéâtres du Conservatoire national des Arts et Métiers . . . . . V 309
— L'unification internationale des normes fondamentales de la mécanique (Discussion) . . . . . XII 716
— Séance publique du 10 novembre 1934 . . . . . XII 719
SÉAILLES (Jean). — Construire : la construction à Drancy, en 1933, d'un groupe d'habitations, édifiées au moyen d'éléments fabriqués d'avance, par l'Office public d'Habitations du département de la Seine . . . . . V 353
SERVONNET (H.). — Voir LACOIN.
SIDERSKY (D.). — *Aide-mémoire de chimie appliquée* . . . . . III 223

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

T

TRILLAT (A.). — Analyses de :
— *Cinquantenaire 1882-1932 de l'Association des Chimistes de Sucrerie, de Distillerie et des Industries agricoles de France et des Colonies* . . . II 153
— — *Aide-mémoire de chimie appliquée*, par D. SIDERSKY . . . . III 223
— Rapport, au nom du Comité des Arts chimiques (C. R. de l'Assemblée générale solennelle du 17 mars 1934), sur M. Henri WOLWERT, contremaître et chef de fabrication à la Société de La Margalith. . IV 273
TROUPEAU-HOUSAY. — Voir WERY.

U

URBAIN (Prof. G.). — Le rôle de Jean-Baptiste DUMAS dans l'histoire des théories atomiques et moléculaires . . . . . XI 633

V

VALBREUZE (DE). — Discours, prononcé le 24 novembre 1933, à l'inauguration du médaillon élevé à la mémoire du général FERRIÉ, à l'École supérieure d'Électricité à Malakoff (Seine). . . . . X 563
VAYSSIÈRE (P.). — Analyse de : — *L'infection chez les insectes : immunité et symbiose*, par A. PAILLOT. II 160
— Rapport, au nom du Comité d'Agriculture (C. R. de l'assemblée générale solennelle du 17 mars 1934), sur l'œuvre colonisatrice dans les Territoires du Sud algérien, de M. Augustin ROZIS . . . . . IV 256
— Les stations de désinfection des végétaux sous vide partiel . . IV 295
VILLEY (Étienne). — Voir LACOIN.

W

WALCKENAER (Charles). — L'application de la soudure autogène à la construction et à la réparation des générateurs de vapeur (Note bibliographique) . . . . . VI 432
WALTER (Paul). — Communication à la séance publique du 21 oct. 1933 sur : un densimètre automatique; un analyseur automatique des gaz; un appareil universel pour étudier la perméabilité des corps solides (Mémoire) . . . . . I 31
WEISS (Henri). — Communication à la séance publique du 25 nov. 1933 sur le laboratoire de recherches et l'industrie du pétrole (Mémoire). I 13
— Voir PINEAU.
WERY (Georges). — Analyses de :
— *Le commerce de la France avec ses possessions d'outre-mer en 1932*, par MARTELLI-CHAUTARD. . . . . II 162
— — *Croissance des végétaux* (*Principes d'agronomie*. Tome II), par Albert DEMOLON . . . . . VI 445
— Jean-Baptiste DUMAS agronome (C. R. de la séance publique du 27 octobre 1934) . . . . . XI 605
— La petite ferme danoise d'après M. MOTTE . . . . . III 165
— Les moutons de plein air, d'après M. TROUPEAU-HOUSAY. . . . . VI 441
— Rapports, au nom du Comité d'Agriculture (C. R. de l'Assemblée générale solennelle du 17 mars 1934), sur :
— — l'attribution du prix Meynot à Émile LACOMBE . . . . . IV 246
— — l'ouvrage de Tony BALLU, intitulé *Les machines agricoles* . . IV 276
— — sur l'œuvre de reboisement de M. Louis BONNY . . . . . IV 281

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LA CENT TRENTE-TROISIÈME ANNÉE DU BULLETIN

(JANVIER-DÉCEMBRE 1934).

133e 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

Acclimatement. Le climat tropical, l' —, par le médecin-colonel S. ABBATUCCI . . . . . II 89

ADMINISTRATION, COMPTES RENDUS, etc., DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

Assemblées générales du 16 déc. 1933 I 76
— — 28 avril 1934 . . . . . V 368
Assemblée générale solennelle du 17 mars 1934 :
— Distribution des récompenses décernées pour l'année 1933 :
— Allocution de M. A. ALBY. . . IV 229
— Rapports relatifs aux récompenses . . . . . IV 237
Bureau pour 1934 (C. R. de l'Assemblée générale du 16 décembre 1933). I 83
Comité de Commerce : Séance du 11 janvier 1934 : A propos du centenaire d'Hippolyte FONTAINE : les bienfaits sociaux du progrès technique, par Paul DE ROUSIERS. . . . . II 151
Comité des Arts économiques : Séance du 12 avril 1934 : L'accumulateur sec à l'étain. Note par Ch. FÉRY. VI 443
Comité des Arts mécaniques : Séance du 10 avril 1934 : Robinet à clapet, à passage direct et à ouverture rapide, système L. Jaussaud. Note par E. BRILLIÉ. . . . . VI 440
— Séance du 1er mai 1934 : Souffleur de suies Dalmar, type S. F. 792. Note par Ed. SAUVAGE . . . . VI 442
— Séance du 5 juin 1934 : Jouets intéressants présentés à la Société : l'automobile-jouet de M. Pierre BILLON ; le viroplane de M. Jean FIEUX, par Ed. SAUVAGE. . . VII-VIII-IX 528
— Séance du 2 octobre 1934 : Rondelle indesserrable R. C. C., par M. J. ANDROUIN . . . . . X 593
État financier de la Société. Comptes de l'exercice 1932. Rapports présentés au nom :
1° de la Commission des Fonds, par M. CORNU-THENARD. . . . . VI 377
2° des Censeurs, par M. Paul DE ROUSIERS . . . . . VI 380
Liste des Membres du Conseil d'Administration :
Membres titulaires . . . . . I 3
— honoraires. . . . . I 11
— correspondants . . . . . I 11
Liste des nouveaux membres admis, pendant l'année 1934, à faire partie de la Société . . . . . XII 735
Récompenses. Distribution des — décernées pour l'année 1933 (Ass. gén. solennelle du 17 mars 1934) . IV 229
— Rapports relatifs à ces — . IV 237
— Liste des — . . . . . IV 285
Séances publiques :
— — 13 janvier 1934 . . . . . II 141
— — 27 janvier 1934 . . . . . II 146
— — 10 février 1934 . . . . . III 214
— — 24 février 1934 . . . . . III 218
— — 14 avril 1934 . . . . . V 361
— — 12 mai 1934 . . . . . VI 433

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Séances publiques :
— — 26 mai 1934 . . . . . VI 437
— — 27 octobre 1934. . . . . XI 597
— — 10 novembre 1934. . . . XII 719
— — 24 novembre 1934. . . . XII 730
Agriculture. (Voir *Ferme.*)
Aluminium. L'industrie de l' — en Écosse (Note bibliographique), par E. SAUVAGE . . . . . V 353
Appareils de mesure automatiques : densimètre automatique; analyseur automatique des gaz : appareil universel pour étudier la perméabilité des corps solides. Communication à la séance publique du 21 oct. 1933, par Paul WALTER (Mémoire). . I 31
— (Voir *Pendule*).
Apprentis. (Voir *Société de Protection des Apprentis*).
Antioxygènes. (Voir *Autoxydation.*)
Arts indigènes. La résurrection et la conservation des — — au Maroc. L'œuvre de M. Prosper RICARD, par Henry-René D'ALLEMAGNE VII-VIII-IX 489
Automobile. (Voir *Jouets.*)
Autoxydation des hydrocarbures. L' — — — et quelques-uns de ses inconvénients : vieillissement du caoutchouc; choc dans les moteurs; gommage des carburants: altération des lubrifiants: dépôts dans les huiles de transformateurs, etc. Les améliorations apportées par les antioxygènes. Communication par Charles DUFRAISSE (C. R. de l'Assemblée générale du 16 décembre 1933). . . . . I 80
— — (Mémoire) . . . . . II 107

B

BIBLIOGRAPHIE

Artillerie de terre. Histoire technique de l' — — — en France pendant un siècle (1816-1919). T. I : *1816-1880*, par le général J. CHALLÉAT . . II 154
Association des Chimistes de Sucrerie, de Distillerie et des Industries agricoles de France et des Colonies. Cinquantenaire 1882-1932. . . . . II 153
Banque (Voir *Comptabilité.*)
Bibliothèque de Mme G. Whitney Hoff. . . . . . III 226
Bois contreplaqué. L'industrie du — —, par M. ANCEAU. . . . . IV 279
Cémentation. La — et le traitement thermique des petites pièces de mécanique, par M. ANCEAU . . . . IV 279
Charbon. Les ressources minérales de la France d'outre-mer. Le — par MM. BLONDEL, CLARIOND et GUILLEMOT . . . . . III 224
Chauffage central. Résolution pratique des problèmes de discontinuité de fonctionnement dans les installations de — —, par André NESSI et Léon NISOLLE . . . . . III 222
Chemins de fer. Les grands réseaux de — — français année 1933, par R. GODFERNAUX. . . . . VI 448
Chimie appliquée. Aide-mémoire de — —, par D. SIDERSKY. . . . III 223
Chimie minérale. Traité de — —, publié sous la direction de Paul PASCAL . . . . . XI 649
Commerce. Le — de la France avec ses possessions d'outre-mer en 1932, par MARTELLI-CHAUTARD. . . . . II 162
Comptabilité. La —, d'après des principes rationnels basés sur les mouvements des valeurs et les grandeurs arithmétiques. — La lecture du bilan. — Structure du bilan. — La banque, par René DELAPORTE . VI 446
Courants d'eau. Les — — (Wasserbauliche Strömungslehre), par Paul NEMENYI . . . . . XI 651
Éclairage. L' — en agriculture. L' — à la ferme . . . . . II 160
Froid. Technologie du —. Tome I : *Compresseurs et condenseurs*, par L. MIRONNEAU . . . . . II 152
Graissage. Manuel de —, par M ANCEAU . . . . . IV 279
Insectes. L'infection chez les — : immunité et symbiose, par A. PAILLOT. II 160
Laines. Traité du lavage des —. Opérations préparatoires et complémentaires, par P. COGNEY et A. PROT. II 158
Machines agricoles. Les — —, par Tony BALLU . . . . . IV 276

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Meubles modernes. La fabrication des — — en grande série, par M. ANCEAU . . . . . IV 279
Mines. Méthode scientifique et améliorations dans les —, par Robert LOUSTAU . . . . . VI 447
— *Introduction aux études minières coloniales* . . . . . XI 647
Orientation professionnelle. L'école prépare-t-elle nos enfants à trouver une situation? par F. MAUVEZIN. . XI 653
— *Rose des activités féminines pour l' — — des jeunes filles*, par Louise MAUVEZIN. . . . . XI 653
Photographie. La technique photographique, par L.-P. CLERC. . . . XI 656
Physique. Traité de — générale et expérimentale, par Jules LEMOINE et Auguste BLANC. . . . . XI 648
Radiophonie Les récepteurs radiophoniques modernes à la portée de tous, par Franck DUROQUIER. . . . III 224
Réglementation (Voir *Usines chimiques.*)
Ressources minérales de la France d'outre-mer. T. I : *Le charbon.* T. II : *Le fer, le manganèse, le chrome, le nickel, l'étain, le tungstène, le graphite, le glucinium, le molybdène, le cobalt, le titane, le vanadium.* III 224, 225
Sidérurgie. La — à la portée de tout le monde. 1re partie : *Du minerai de fer à la fonte*, par S. BRULL. . IV 271
Thermodynamique. De la turbine à l'atome, par René BIED-CHARRETON. I 152
Usines chimiques. Réglementation des — —, par Marcel BOURGEOIS. . . VI 448
Végétaux. Croissance des — (Principes d'agronomie. Tome II), par Albert DEMOLON . . . . . VI 445
— (Voir *Désinfection*).

Botanique. (Voir *Parcs.*)

C

Canalisations souterraines. (Voir *Corrosion.*)
Chantiers coloniaux. Hygiène des installations minières et — — par le Dr P. Noël BERNARD . . . . . VI 397
Chaussures. Le découpage économique des semelles de —, par A. T. Mc KAY (traduit de l'anglais par Ch. DE FRÉMINVILLE) . . . . . II 122
Chemin de Fer du Nord. (Voir *Organisation du travail.*)
Climat tropical. (Voir *Acclimatement.*)
Colonisation. (Voir *Indigènes.*)
Conservatoire national des Arts et Métiers. Visite de la bibliothèque et des nouveaux amphithéâtres du — — — — (Paris, 12 février 1934), par Ed. SAUVAGE. . . . . V 309
Construction. Construire : la — à Drancy, en 1933, d'un groupe d'habitations, édifiées au moyen d'éléments fabriqués d'avance, par l'Office public d'Habitations du département de la Seine, par Jean SÉAILLES . . . . . V 355
— — Film sonore de Jean BENOIT-LÉVY; réalisateur, Ed. FOURY; musique de Jean WIENER, présenté lors de la séance solennelle de distribution des récompenses du 17 mars 1934. . . . . V 355
Corrosion. Études expérimentales et théoriques sur un procédé d'analyse, sans fouille, de la — des canalisations souterraines. Communication par Robert GIBRAT (C. R. de la séance publique du 24 février 1933) . . . . . III 219
Croiseur mouilleur de mines. Le lancement du — — — — *Émile-Bertin* (Saint-Nazaire, 9 mai 1933) . . IV 287

D

Densimètre automatique. (Voir *Appareils de mesure.*)
Désinfection. Les stations de — des végétaux sous vide partiel, par Paul VAYSSIÈRE. . . . . IV 295
— Contribution à l'étude de la — des végétaux sous vide partiel ou à la pression atmosphérique. Adjonc-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion d'anhydride carbonique à l'oxyde d'éthylène en vue de rendre le mélange ininflammable, par A. L. LEPIGRE. . . . . VII-VIII-IX 509
Dumas (*Jean-Baptiste*). Commémoration du cinquantenaire de la mort de — — — (C. R. de la séance publique du 27 octobre 1934). XI 597
— — président de la Société d'Encouragement, par L. BACLE . . XI 598
— — agronome, par Georges WERY XI 605
— — économiste, métrologiste et président des Monnaies de France, par Ed. SAUVAGE. . . . . XI 618
— — édile parisien, par M. DENIAU XI 623
— — protecteur des apprentis, par M. LACOIN . . . . . XI 626
— — Allocution de M. ALBY . XI 629
— Le rôle de — — — dans l'histoire des théories atomiques et moléculaires, par G. URBAIN. . . . . XI 633

E

École supérieure du Froid industriel (L') par Ed. SAUVAGE . . . . . X 588
Enseignement. L' — donné aux noirs dans la Gold Coast britannique (Note bibliographique), par Eugène LEMAIRE. . . . . III 171
Étalons nationaux. Dépôt au Conservatoire national des Arts et Métiers des — — du Système métrique (Note bibliographique), par Ed. SAUVAGE . . . . . V 354
Exposition des Arts et Industries textiles et des Tissus du Conservatoire national des Arts et Métiers (Paris, 15 octobre-17 décembre 1933), par Jean DUGARD . . . . . I 45

F

Ferme. La petite — danoise d'après M. MOTTE, par Georges WERY. III 165
Ferrié (*Le général Gustave*) (1868-1932) . . . . . X 533
Ferrié (*Le général Gustave*). Éloge funèbre prononcé le 16 février 1932, par M. Paul BRENOT . . . . . X 533
— — Discours de M. Robert BOURGEOIS (18 février 1932). . . . . X 538
— — Conférence faite le 10 mars 1932 à l'Association amicale des 8e, 18e et 28e Génie, par le lieut.-colonel du génie BRENOT . . . . . X 540
— — Discours de M. Georges PERRIER (10 octobre 1932) . . . . . X 545
— — Discours de M. Paul PAINLEVÉ (10 octobre 1912). . . . . X 547
— — Discours de M. Émile PICARD (15 novembre 1933) . . . . . X 550
— — Discours de M. René MESNY (17 novembre 1933). . . . . X 553
— — Discours de M. Jean PARAF (24 novembre 1933) . . . . . X 560
— — Discours de M. DE VALBREUZE (24 novembre 1933) . . . . . X 563
Feu. (Voir *Pétrole.*)
Fonderie. Contrôle industriel de la valeur mécanique des produits de —. État actuel et tendances nouvelles, par le commandant Pierre NICOLAU. (Note bibliographique), par Ed. SAUVAGE . . . . . X 591
Forêts. La nécessité des réserves forestières, par M. SAGOT-LESAGE. IV 291
— Les — privées et l'intérêt public, par SAGOT-LESAGE. . . . . X 565
— (Voir *Parcs nationaux.*)
Froid industriel. (Voir *École.*)

G

Gaz (Voir *Appareils de mesure.*)
Gazomètre Klönne à l'usine de la Société du Gaz de Paris, à La Villette par Ed. SAUVAGE . . VII-VIII-IX 484

H

Habitations. (Voir *Construction.*)
Huiles. Les travaux de Maurice LŒWENSTEIN sur l'altération des — à cylindres à haute pression. Rapport, au nom du Comité des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Arts économiques (C. R. de l'Assemblée générale solennelle du 17 mars 1934), par L. PINEAU. IV 242
— Contribution à l'étude de l'altération des — pour cylindres à haute surchauffe. Note préliminaire, par Maurice LŒWENSTEIN. . . . . X 569
Huile d'olive. (Voir *Lubrification.*)
Hydrocarbures. (Voir *Autoxydation.*)
Hygiène. Institut de Technique sanitaire et — des Industries (Note bibliographique), par Ed. SAUVAGE. . . . . XII 674

I

Incendies. (Voir *Pétrole.*)
Indigènes. Les relations avec les —, par Georges HARDY . . . . . VI 414
Industrie minière. La situation réelle de l'— — des États-Unis. Communication par F. BLONDEL (C. R. de la séance publique du 14 avril 1934) . . . . . V 365
— — (Mémoire). . . . . VI 384
— (Voir *Chantiers coloniaux.*)

J

Jouets intéressants présentés à la Société : l'automobile-jouet de M. Pierre BILLON; le viroplane de M. Jean FIEUX, par Ed. SAUVAGE (Extrait du P.-V. de la séance du 5 juin 1934 du Comité des Arts mécaniques). . . . . VII-VIII-IX 528

L

Laboratoire. (Voir *Pétrole.*)
Locomotives. Le booster pour — (Note bibliographique), par Ed. SAUVAGE . . . . . III 169
— La — à haute pression L. F. LOREE du Delaware and Hudson Railroad, par Pierre LAVARDE . . . . . III 173
— Le banc d'essais pour — de Vitry-sur-Seine (Seine), par C. RENEVEY (Mémoire) . . . . . XII 661
— — (C. R. de la séance publique du 10 novembre 1934). . . . . XII 729
Lubrification. Étude de la — des moteurs à explosion par l'huile d'olive, par A. BASTET. . . . . III 193

M

Maroc. (Voir *Arts indigènes.*)
Matériaux. (Voir *Appareils de mesure, Pendule.*)
Mécanique. L'unification internationale des normes fondamentales de la — : température de définition; dimensions normales; tolérances; ajustements. Communication du commandant Pierre NICOLAU (Mémoire) . . . . . XII 675
— — (C. R. de la séance publique du 24 novembre 1934) . . . . . XII 733
— — Discussion par M. PÉRARD. XII 745
— — — — M. OUTIN . . XII 747
— — — — M. SAUVAGE. XII 746
— — — — M. ALBY . . XII 746
— — — — Cᵗ NICOLAU. XII 747
Métaux. Les maladies des — et leur contagion. Communication par Auguste HOLLARD (C. R. de la séance publique du 26 mai 1934). . . VI 439
Mines. (Voir *Chantiers coloniaux. Industrie minière.*)
Moteurs à explosion. (Voir *Lubrification.*)
Moteur Diesel. Le — — (Note bibliographique), par Ed. SAUVAGE. VI 396
Moutons. Les — de plein air (d'après M. TROUPEAU-HOUSAY), par Georges WERY. . . . . VI 441

N

Natalité. XVᵉ Congrès de la — (Le Havre, 25 septembre-1ᵉʳ oct. 1933), par Georges RISLER. . . . . II 105
Nécrologies. M. Raphaël-Georges LÉVY. . . . . I 76
— M. Gabriel JOSSIER . . . . . II 141
— M. Paul VIEILLE. . . . . II 147
— M. Paul DE ROUSIERS . . . . V 361
— M. Camille MATIGNON . . . . V 363
— Édouard GRUNER (1849-1933), par G. CHESNEAU. . . VII-VIII-IX 501

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nécrologies. Le général Gustave FERRIÉ (1868-1932). . . . . X 533
— M. Gaston COLMET DAAGE . . XII 719
— Maréchal LYAUTEY . . . . . XII 721
— M. André TAILLEFER . . . . XII 723
— M. Charles MARTEAU . . . . XII 724
Nivellement. Le — général de la France. Commémoration du cinquantenaire du Service et inauguration de ses nouveaux bâtiments, 39 *ter*, rue Gay-Lussac, Paris (5e) (Paris, 27 juin 1934) . . . . . X 573
Normalisation. La — et la crise, par Étienne CLÉMENTEL . . . . . III 186
— (Voir *Mécanique.*)

O

Organisation du travail. L' — — — au Chemin de fer du Nord (2e Division), par Robert SATET . . . V 348
— — — Enquête de la Chambre de Commerce de Paris sur le facteur humain. Réponses des industries de transport (Note bibliographique), par Ed. SAUVAGE . . XII 674

P

Parcs nationaux zoologiques et botaniques. Les réserves et — — — — en France et à l'étranger. Communication par Pierre MARIÉ (C. R. de la séance publique du 10 février 1934) . . . . . III 215
— (Voir *Forêts.*)
Peinture. La fabrication de la « Ceracolor », peinture sur mortiers et ciments, par M.-G. MIGNOT et J. PETIT. Rapport au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts (C. R. de l'Assemblée générale solennelle du 17 mars 1934), par Jean FRESSINET . . . . . IV 257
Pendule. Les applications nouvelles du — et son utilisation au contrôle des matériaux : mesure de la dureté des matériaux et de la rigidité constructions et du module d'élasticité par le système de deux *Pendules* couplés. Communication par Paul LE ROLLAND (C. R. de la séance publique du 27 janvier 1934) . II 148
— — (Mémoire) . . . . . V 347
Perméabilité des corps solides. (Voir *Appareils de mesure.*)
Pétrole. Le laboratoire de recherches et l'industrie du —. Communication à la séance publique du 25 novembre 1933, par Henri WEISS (Mémoire) . . . . . I 13
— La protection contre le feu dans les raffineries et les dépôts de —. Communication par Pierre BURGART (C. R. de l'Assemblée générale du 28 avril 1934) . . . . . V 370
— — (Mémoire). . . . VII-VIII-IX 453
Photographie. Les progrès de la sensibilisation chromatique des émulsions photographiques. Communication par André CHARRIOU (C. R. de la séance publique du 13 janvier 1934) . . . . . II 144
Propriété immobilière. L'évolution de la — — en France. Communication par Pierre CAZIOT (C. R. de la séance publique du 12 mai 1934). VI 434
— — (Mémoire). . . . VII-VIII-IX 471

R

ROUTE. 1er Congrès pour la Sécurité de la — (Paris, 5-8 oct. 1933), par P. LE GAVRIAN et P. DUMANOIS. II 127

S

Sauvetage maritime. Annales du — — (Note bibliographique), par Ed. SAUVAGE . . . . . X 592
Société de Protection des Apprentis, par A. ALBY (C. R. de l'Assemblée générale du 16 décembre 1933). . . I 77
Société des Ingénieurs civils de France. Discours de M. Jean REY et de M. Ch. DE FRÉMINVILLE (Paris, 12 janvier 1934) . . . . . VI 428
Société industrielle de l'Est. Distribution des récompenses et fête du cin-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quantenaire de la — — — (Nancy, 8 juillet 1934), par Ed. SAUVAGE. XI 645
Société industrielle de Reims. Rapport, au nom de la Société d'Encouragement, sur l'œuvre accomplie par la — — — — pendant un siècle, par A. ALBY. . . . . IV 237
Société industrielle de Rouen. Distribution solennelle des récompenses (Rouen, 6 mai 1934), par Ed. SAUVAGE . . . . . VII-VIII-IX 525
Soudure autogène. La — — (Note bibliographique), par Ed. SAUVAGE . . . . . VI 432
Système métrique. Le — — (Note bibliographique), par Ed. SAUVAGE . VI 395
— — (Voir *Étalons nationaux.*)

T

Textiles. Les grands précurseurs des industries —, par Frédéric MAILLARD . . . . . I 57
— (Voir *Exposition.*)
Théories atomiques et moléculaires. (Voir *Dumas.*)
Tissus. (Voir *Exposition.*)

V, Z

Vapeur. Sécurité dans la production et l'utilisation de la — (Note bibliographique), par Ed. SAUVAGE . V 354
Végétaux. (Voir *Désinfection.*)
Viroplane. (Voir *Jouets.*)
Zoologie. (Voir *Parcs.*)

ERRATUM

Bulletin de novembre 1934, p. 632 : la fin de la seconde ligne et la 3e ligne doivent être reportées à la fin de l'alinéa suivant. Le commencement de la page 632 doit donc se lire :

au milieu duquel nous nous débattons.

Nous ne devons pas oublier que la grande guerre a été voulue pour assurer la prééminence économique d'une nation qui commençait à souffrir de l'exagération de son outillage industriel : M. le président Gruner nous l'a démontré ici même, preuves en mains, avec toute l'ardeur de son patriotisme.

L'agent général, gérant,
LEMAIRE.

BRODARD ET TAUPIN, Coulommiers-Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires