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

Titre général : Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale
Titre du volume : 1938. 1er et 2e semestre

Mots-clés : Progrès scientifique et technique ; Innovations * France * 1900-1945
Description : 463 p. : ill. ; 26 cm
Adresse : Paris : Société d'encouragement pour le développement de l'industrie nationale, 1938
Cote de l'exemplaire : BSPI, 152

URL permanente : http://cnum.cnam.fr/redir?BSPI.152

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

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR

L'INDUSTRIE NATIONALE

PUBLIÉ

SOUS LA DIRECTION DES SECRÉTAIRES GÉNÉRAUX DE LA SOCIÉTÉ

MM. H. SERVONNET ET P. ROLLEY

1938

PARIS

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

1938

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

137e ANNÉE. JANVIER-FÉVRIER 1938.

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 1938

MEMBRES TITULAIRES

Bureau.

Année de l'entrée au Conseil.

Président :

1925. — LACOIN (Maurice) (✻), Ingénieur principal de la Marine (C. R.), Ingénieur en chef honoraire du Chemin de fer d'Orléans, ingénieur conseil de la Société de Saint-Gobain, 12, boulevard Raspail (7e).

Vice-présidents :

1925. — DUMANOIS (Paul) (C. ✻, ✠), Inspecteur général de l'Aéronautique, Ingénieur en chef du Génie maritime (C. R.), membre de l'Académie de Marine, membre d'honneur de l'Institution of Petroleum Technologists, 17, rue Darcel, Boulogne-sur-Seine (Seine).

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

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

1901. — HITIER (Henri) (C. ✻), Ingénieur agronome, secrétaire perpétuel de l'Académie d'Agriculture, membre du Conseil supérieur de l'Agriculture, *secrétaire général honoraire*, 6, rue du Général Foy (8e).

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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

Secrétaires généraux :

1926. — SERVONNET (Hyacinthe) (✲, ⛯, ⛭), Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur en chef adjoint honoraire du Chemin de fer du Nord, 3, square de Clignancourt (18e).

1936. — ROLLEY (Paul) (C. ✲, ⛯, C. ⛯, O. ⛭), Ingénieur agronome, Inspecteur général du Génie rural, 15, avenue Sainte-Foy, Neuilly-sur-Seine (Seine).

Trésorier :

1932. — MATHERON (Jean), ancien Ingénieur des Ponts et Chaussées, administrateur délégué de la Société générale d'Entreprises, 1, place Alphonse Deville (6e).

Censeurs :

1930. — CAZIOT (Pierre) (O. ✲), Ingénieur agronome, membre de l'Académie d'Agriculture, président de la Compagnie des Experts en Estimations immobilières près le Tribunal de la Seine, 1, rue Taitbout (9e).

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).

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).

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

1923. — CORNU-THENARD (André) (✲), ancien Ingénieur des Manufactures de l'Etat, professeur à l'Ecole nationale supérieure de Mines, 6, place Saint-Sulpice (6e).

1928. — HEURTEAU (Charles) (O. ✲, ⛯), Ingénieur des Mines, président de la Compagnie des Mines de Marles, président honoraire de la Société de Peñarroya, 1, avenue Victor Emmanuel III (8e).

1930. — CARTAULT (Paul) (✲, I. ⛭, O. ⛯, Ⓜ, ✠), docteur en droit, licencié ès lettres, diplômé de l'Ecole des Sciences politiques, avocat au Conseil d'Etat et à la Cour de Cassation, 15, rue Duroc (7e).

1932. — MATHERON (Jean), ancien Ingénieur des Ponts et Chaussées, administrateur délégué de la Société générale d'Entreprises, 1, place Alphonse Deville (6e).

1934. — SCHWEISGUTH (Charles) (O. ✲, ⛯), ancien élève de l'École polytechnique, directeur de la Compagnie algérienne, 50, rue d'Anjou (8e).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1934. — PEREIRE (André), administrateur de la Société du Louvre, 46, boulevard Flandrin (16e).

1936. — BOUTEILLER (Paul) (✲, ⛣, ◍), docteur en droit, conseil juridique de la Banque ottomane, 11, rue de Sontay (16e).

Comité des Arts mécaniques.

1900. — WALCKENAER (Ch.) (C. ✲), Inspecteur général des Mines, en retraite, *président*, 218, boulevard Saint Germain (7e).

1906. — LECORNU (Léon) (G. O. ✲), membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, en retraite, professeur honoraire à l'Ecole polytechnique et à l'Ecole nationale supérieure de l'Aéronautique, 3, rue Gay-Lussac (5e).

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

1918. — GUILLERY (René) (O. ✲), administrateur délégué des Établissements Malicet et Blin, 11, rue de Belzunce (10e).

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

1925. — DUMANOIS (Paul) (C. ✲, I. ◍), Inspecteur général de l'Aéronautique, Ingénieur en chef du Génie maritime (C. R.), membre de l'Académie de Marine, membre d'honneur de l'Institution of Petroleum Technologists, 17, rue Darcel, Boulogne-sur-Seine (Seine).

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

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

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

1932. — NICOLAU (Pierre) (✲, ⛣, ◍), Ingénieur militaire en chef des Fabrications d'Armement, chef du Service de l'Atelier de Précision au Laboratoire central des Fabrications d'Armement, 69, rue de Rennes (6e).

1932. — ÉPINAY (Edmond) (O. ✲), Ingénieur des Ponts et Chaussées, en congé H. C., directeur de l'Exploitation de la région Sud-Ouest de la Société nationale des Chemins de fer, 5, rue Jean Carriès (7e).

1935. — JOUGUET (Émile) (C. ✲), membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, professeur à l'Ecole polytechnique et à l'Ecole nationale supérieure des Mines, 12, rue Pierre Curie (5e).

1936. — BERGERON (Louis) (✲, ◍), Ingénieur des Arts et Métiers, ingénieur constructeur, professeur à l'Ecole centrale des Arts et Manufactures, chargé de cours à l'Ecole supérieure d'Electricité, docteur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

honoris causa de l'Université de Lausanne, 14, boulevard Ornano (18e).

1938. — LELONG (Robert) (G. C. ✲), Ingénieur général de 1re classe du Génie maritime (en retraite), 15, rue Gay-Lussac, Paris (5e).

Comité des Arts chimiques.

1900. — BACLÉ (O. ✲), Ingénieur civil des Mines, ancien président de la Société des Ingénieurs civils de France, *président*, 96, rue de la Victoire (9e).

1907. — GUILLET (C. ✲), membre de l'Institut, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, directeur de l'École centrale des Arts et Manufactures, ancien président de la Société des Ingénieurs civils de France, 1, rue Montgolfier (3e).

1908. — BERTRAND (Gabriel) (C. ✲), 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).

1911. — TRILLAT (A.) (C. ✲), ex-chef de service à l'Institut Pasteur, membre de l'Académie de Médecine, 28, rue Emile Roux (15e).

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

1921. — CHARPY (Georges) (O. ✲), membre de l'Institut, professeur à l'École polytechnique, 16, rue du Pré aux Clercs (7e).

1927. — FLEURENT (Émile) (C. ✲, ⚙), professeur honoraire au Conservatoire national des Arts et Métiers, membre de l'Académie d'Agriculture, directeur de l'Office des Produits chimiques et pharmaceutiques, 65, route de Croissy, Le Vésinet (Seine-et-Oise).

1928. — PORTEVIN (Albert) (O. ✲), ingénieur et docteur *h. c.*, professeur suppléant de métallurgie à l'École centrale des Arts et Manufactures, directeur de l'École supérieure de Fonderie, professeur à l'Ecole supérieure de Soudure autogène, ancien président de la Société des Ingénieurs civils de France, 21, boulevard de Beauséjour (16e).

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

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

1929. — JOLIBOIS (Pierre) (✲, ⚗), professeur à l'École nationale supérieure des Mines, directeur de Recherches à l'École pratique des Hautes Études, 1, avenue Sylvestre de Sacy (7e).

1930. — DUBRISAY (René) (O. ✲, I. ⚙), Ingénieur en chef des Manufactures

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

de l'État, docteur ès sciences, professeur à l'Ecole polytechnique et au Conservatoire national des Arts et Métiers, directeur de l'Ecole des Hautes Etudes, 37, rue Vaneau (7e).

1934. — 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, 25, rue de l'Entrepôt (10e).

1936. — Painvin (Georges, Jean) (O. ✲), Ingénieur en chef H. C. du Corps des Mines, vice-président et administrateur délégué de la Société d'Électrochimie, d'Électrométallurgie et des Aciéries électriques d'Ugine, 36, rue Michel-Ange (16e).

1936. — Damour (Émilio) (✲, ⚙), ingénieur conseil de la Compagnie des Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt, professeur honoraire au Conservatoire national des Arts et Métiers, 12, rue de La Rochefoucauld (9e).

1937. — Berr (Raymond) (O. ✲, 🎖), Ingénieur au Corps des Mines, administrateur délégué des Etablissements Kuhlmann, 5, avenue Elisée Reclus (7e).

Comité des Arts économiques.

1919. — Delage (Gustave) (O. ✲), capitaine de corvette de réserve, président honoraire de la Société Nieuport-Astra, président délégué de la Société anonyme des Etablissements Jaeger, *président*, 45, rue Cortambert (16e).

1925. — Carpentier (Jean) (O. ✲, 🎖), administrateur délégué de la Société « Ateliers J. Carpentier », 34, rue Guynemer (6e).

1926. — Garnier (Maurice) (C. ✲, I. ⚙), Inspecteur général de l'Artillerie navale à Paris, 25, avenue Mac Mahon (17e).

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

1928. — Lequeux (Raoul) (✲), Ingénieur des Arts et Manufactures, ingénieur constructeur de matériel pour les laboratoires et l'industrie, 64, rue Gay-Lussac (5e).

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).

1930. — Nessi (André) (✲, 🎖), Ingénieur des Arts et Manufactures, expert près le Tribunal civil de la Seine, ancien gérant des Etablissements Nessi frères et Cie, à Montrouge, constructeurs d'appareils de chauffage par l'eau et la vapeur, 1, avenue du Président Wilson (16e).

1930. — Fabry (Charles) (C. ✲), membre de l'Institut, professeur honoraire

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

à la Sorbonne et à l'Ecole polytechnique, directeur de l'Institut d'Optique, 61, boulevard des Invalides (7e).

1932. — HELBRONNER (Paul) (C. ✲, ❀), membre de l'Institut, docteur ès sciences mathématiques, correspondant du Bureau des Longitudes, 94, avenue Kléber (16e).

1933. — MESNY (René) (C. ✲), membre de l'Académie de Marine, professeur à l'Ecole supérieure d'Electricité, à Kersaint-Landunvez (Finistère).

1934. — DE BROGLIE (Maurice) (O. ✲), membre de l'Institut, 29, rue de Chateaubriand (8e).

1935. — BIHOREAU (Charles) (✲, ❀), ancien élève de l'Ecole polytechnique, directeur des Services techniques de l'Office national des Combustibles liquides, 85, boulevard du Montparnasse (6e).

1936. — HARLÉ (Henri) (O. ✲), membre de la Chambre de Commerce de Paris, administrateur-directeur général des Anciens Etablissements Sautter-Harlé, 4, rue Paul Cézanne (8e).

1936. — CHEVENARD (Pierre) (✲), Ingénieur civil des Mines, directeur scientifique de la Société de Commentry, Fourchambault et Decazeville, 39, boulevard Raspail (7e).

1938. — NEVEU (Raymond) (✲), docteur en médecine, chef du Laboratoire des Epidémies, auditeur au Conseil supérieur d'Hygiène publique de France, 3, rue du commandant Guilbaud, Paris (16e).

Comité d'Agriculture.

1901. — HITIER (Henri) (C. ✲), Ingénieur agronome, secrétaire perpétuel de l'Académie d'Agriculture, membre du Conseil supérieur de l'Agriculture, *secrétaire général honoraire*, *président*, 6, rue du Général Foy (8e).

1905. — SCHRIBAUX (E.) (C. ✲), membre de l'Institut et de l'Académie d'Agriculture, Ingénieur agronome, 5, rue Pape-Carpentier (6e).

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

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

1927. — ROUX (Eugène) (G. O. ✲, I. ❀, C. ❀), docteur ès sciences, directeur honoraire du Ministère de l'Agriculture, président de l'Académie d'Agriculture, 42, rue de Bourgogne (7e).

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

1929. — PRUDHOMME (Emile) (O. ✲), Ingénieur agronome, directeur de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

l'Institut national d'Agronomie de la France d'Outre-mer, professeur à l'Institut national agronomique et à l'Ecole nationale de la France d'Outre-mer, 10, rue de Fontenay, Nogent-sur-Marne (Seine).

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

1930. — ALQUIER (Jules) (O. ✲), membre de l'Académie d'Agriculture, directeur de la Station centrale de Recherches sur l'Alimentation du Ministère de l'Agriculture, directeur de l'Institut scientifique d'Hygiène alimentaire et de l'Institut national agronomique, 16, rue Claude Bernard (5e).

1930. — CAZIOT (Pierre) (O. ✲), Ingénieur agronome, membre de l'Académie d'Agriculture, président de la Compagnie des Experts en Estimations immobilières près le Tribunal de la Seine, 1, rue Taitbout (9e).

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

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).

1932. — TARDY (Louis) (G. O. ✲, I. ◐, C. ⛃), Ingénieur agronome, licencié ès sciences, membre de l'Académie d'Agriculture, directeur général honoraire de la Caisse nationale de Crédit agricole, professeur à l'Institut national agronomique et à l'Institut national d'Agronomie de la France d'outre-mer, président des Mines domaniales de Potasse, 7, avenue de Villars (7e).

1936. — ROLLEY (Paul) (C. ✲, ⛃, C. ⛃, O. ◐), Ingénieur agronome, Inspecteur général du Génie rural, 15, avenue Sainte-Foy, Neuilly-sur-Seine (Seine).

1937. — ROGER (Louis) (C. ✲, ⛃), conseiller d'État, vice-président de la Société des Agriculteurs de France, président de la Société des Viticulteurs de France et d'Ampélographie, 22, rue de Tocqueville (17e).

1937. — DEMORLAINE (Joseph) (O. ✲, ⛃), Inspecteur général des Eaux et Forêts en retraite, professeur honoraire à l'Institut national agronomique, Conservateur en chef honoraire des Promenades de Paris, 1, avenue Bugeaud (16e).

Comité des Constructions et des Beaux-Arts.

1919. — MAGNE (Marcel) (C. ✲), professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, membre du Conseil supérieur des Beaux-Arts

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

et du Comité central d'Art appliqué, *président*, 34, quai de Béthune (4e).

1908. — HERSENT (Georges) (C. ✲), Ingénieur des Arts et Manufactures, ancien président de la Société des Ingénieurs civils de France, 60, rue de Londres (8e).

1908. — BOURDEL (Joseph) (O. ✲), imprimeur éditeur, ancien juge au Tribunal de Commerce, ancien président du Cercle de la Librairie et du Syndicat des Editeurs, 8, rue Garancière (6e).

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

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

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

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).

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

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

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

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

1935. — CAQUOT (Albert) (G. O. ✲, ⁂), membre de l'Institut, professeur à l'Ecole nationale supérieure des Mines, à l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées et à l'Ecole supérieure de l'Aéronautique, président de la Société des Ingénieurs civils de France, 1, rue Beethoven (16e).

1935. — BLÉTRY (Camille) (C. ✲), ingénieur civil, conseil en propriété industrielle, 2, boulevard de Strasbourg (10e).

1936. — MESNAGER (Jacques) (✲, ⁂), ancien élève de l'École polytechnique et de l'École nationale des Ponts et Chaussées, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, ingénieur-conseil, 182, rue de Rivoli (1er).

Comité de Commerce.

1910. — GEORGES-RISLER (G. C. ✲), 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).

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

1924. — HERRENSCHMIDT (Jacques), fabricant de cuirs teints, 186, avenue Victor Hugo (16e).

1925. — LACOIN (Maurice) (✲), Ingénieur principal de la Marine (C. R.), ingénieur conseil de la Société de Saint-Gobain, 12, boulevard Raspail (7e).

1926. — SERVONNET (Hyacinthe) (✲, ⁂, ⓫), Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur en chef adjoint honoraire du Chemin de fer du Nord, 3, square de Clignancourt (18e).

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 et au Maroc, directeur honoraire de l'Ecole coloniale, recteur de l'Académie de Lille (Nord).

1929. — CHEVALIER (Auguste) (O. ✲), membre de l'Institut, professeur au Muséum 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).

1931. — BLONDEL (Fernand) (✲, ⁂), Ingénieur en chef des Mines, secrétaire général du Comité d'Etudes minières pour la France d'outremer, 13, rue de Bourgogne (7e).

1933. — DUCHEMIN (René) (C. ✲), ingénieur-chimiste, ancien régent de la Banque de France, président d'honneur de la Confédération générale du Patronat français, président des Établissements Kuhlmann, 1, rue de Nevers (6e).

1934. — GARNIER (Henri) (O. ✲), Ingénieur des Arts et Manufactures, ancien président de la Chambre de Commerce de Paris, 20, boulevard de Vaugirard (15e).

1934. — LAMBERT-RIBOT (Alfred) (O. ✲), maître des requêtes honoraire au Conseil d'État, délégué général du Comité des Forges, 30, rue Las Cases (7e).

1934. — 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 (16e).

1935. — TIRARD (Paul) (G. O. ✲), membre de l'Institut, président des Chemins de fer du Midi et de la Compagnie Air France, 6, rue Puvis de Chavannes (17e).

1936. — SOMMIER (Edme) (✲), président de la Compagnie nouvelle de Sucreries réunies, 57, quai d'Orsay (7e).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1937. — OLIVIER (Marcel) (G. O. ✲), gouverneur général honoraire, membre du Conseil de l'ordre de la Légion d'honneur, président de la Compagnie générale transatlantique, 31, avenue Henri-Martin (16e).

1937. — DAUTRY (Raoul) (C. ✲), directeur général honoraire des Chemins de fer de l'Etat, 19, rue Casimir Périer (7e).

Commission du Bulletin.

MM. SERVONNET et ROLLEY, *secrétaires généraux*; LAFOSSE, ALBY, WALCKENAER, ANDROUIN, BACLÉ, PORTEVIN, DELAGE, NESSI, HITIER, SCHRIBAUX, BOURDEL, D'ALLEMAGNE, RISLER, BLONDEL.

Agent général de la Société.

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

MEMBRES HONORAIRES DU CONSEIL

Comité des Arts chimiques.

1912. — DELLOYE (Lucien) (O. ✲, ✠), administrateur de la Cie de Saint-Gobain, 102, avenue de Villiers (17e).

Comité des Arts économiques.

1916. — LEGOUEZ (Raynald) (C. ✲), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées en retraite, ancien vice-président de la Chambre de Commerce de Paris, 25, rue Molitor (16e).

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

Comité des Constructions et des Beaux-Arts.

1911. — BERTRAND DE FONTVIOLANT (C. ✲), professeur honoraire à l'École centrale des Arts et Manufactures, président d'honneur du Conseil de cette école, domaine de Labat, à Valesville par Lanta (Haute-Garonne).

1927. — MICHEL-SCHMIDT (Maurice) (O. ✲, ✲, ✲, ✲), Ingénieur des Arts et Manufactures, 162, avenue de Suffren (15e).

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

Comité de Commerce.

1931. — ABBATUCCI (Séverin) (O. ✲, ✲, ✲), médecin colonel en retraite, ancien membre du Conseil supérieur de Santé des Colonies, 55, boulevard Gambetta, Nice (Alpes-Maritimes).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MEMBRES CORRESPONDANTS

Comité des Arts mécaniques.

Année de la nomination.

Correspondant français.

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

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 des Sciences de Madrid, ancien président de la Commission espagnole du Grisou et du Conseil des Mines, ancien professeur chef du Laboratoire de Chimie industrielle de l'École des Mines et du Laboratoire Gomez Pardo, 27, rue Zorrilla, Madrid, 14° (Espagne).

1922. — SAUVEUR (Albert) (✻, ⚙), ingénieur métallurgiste, membre de la National Academy of Sciences, professeur de métallurgie et de métallographie à l'Université Harvard, Harvard University, Cambridge, Mass. (U. S. A.).

1922. — MRAZEC (L.), professeur de minéralogie, directeur du Laboratoire de Minéralogie de l'Université, membre de l'Académie roumaine, membre correspondant de l'Académie des Sciences, boulevard Bratianu, 1, Bucarest (Roumanie).

1938. — CARPENTER (Sir Henry Cort Harold), membre du National Physical Laboratory de Teddington, professeur de métallurgie à l'Université de Manchester et à la Royal School of Mines, ancien président de l'Iron and Steel Institute et de l'Institute of Metals, membre de la Royal Society, 30, Murray Road, Wimbledon Common, Londres S. W. 19.

1938. — VOTOČEK (Émile) (C. ✻), professeur de chimie à l'École polytechnique tchèque, membre de l'Académie tchèque, des Arts et des Sciences, 51, Podskalska, Prague II (Tchécoslovaquie).

1938. — LONGINESCU (Georges), professeur de chimie minérale à l'Université de Bucarest et directeur de son Laboratoire de Chimie minérale,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de la nomination.

membre d'honneur de l'Académie roumaine, 12, Strada Andrei Mureşanu, à Bucarest III (Roumanie).

Comité des Arts économiques.

Correspondants français.

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

1919. — VISSEAUX (Jacques), industriel, 88 à 92, quai Pierre Scize, Lyon (Rhône).

1938. — ROUCH (Jules) (O. ✲), capitaine de vaisseau de réserve, professeur à l'Institut océanographique, 132, boulevard du Montparnasse, Paris (14e).

Correspondants étrangers.

1913. — GUILLAUME (Charles-Édouard) (G. O. ✲), correspondant de l'Institut de France, prix Nobel, physicien, directeur honoraire du Bureau international des Poids et Mesures, 14, avenue de Bellevue, Sèvres (Seine-et-Oise).

Comité d'Agriculture.

Correspondants français.

1890. — MILLIAU (Ernest) (✲, G. O. ✲), 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, à Versailleux (Ain).

1937. — CRAMOIS (André) (✲), Ingénieur A. et M. et E. S. E., diplômé de l'École des Sciences politiques, Inspecteur général à la Caisse nationale de Crédit agricole, 1, rue Oudinot, Paris (7e).

Comité des Constructions et des Beaux-Arts.

Correspondant français.

1925. — LEINEKUGEL LE COCQ (G.) (O. ✲), Ingénieur hydrographe en chef de la Marine de réserve, Les Tilleuls, Châteauneuf-sur-Loire (Loiret).

Comité de Commerce.

Correspondant français.

1933. — ABBATUCCI (Séverin) (O. ✲, ✲, ✲), médecin colonel en retraite, ancien membre du Conseil supérieur de Santé des Colonies, 55, boulevard Gambetta, Nice (Alpes-Maritimes).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LE 8e CONGRÈS INTERNATIONAL DE L'ENSEIGNEMENT DU DESSIN ET DES ARTS APPLIQUÉS

(Paris, 30 juillet-5 août 1937)

par M. H. Marcel MAGNE, *membre du Conseil de la Société d'Encouragement, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, membre du Conseil Supérieur des Beaux-Arts et du Comité central d'Art appliqué, président de la Fédération des Sociétés françaises de Propagande et d'Enseignement artistiques et techniques.*

L'objet et la portée du 8e Congrès international de l'Enseignement du Dessin et des Arts appliqués, qui s'est tenu à Paris, sous la présidence d'honneur de M. le Ministre de l'Éducation nationale, du 30 juillet au 5 août dernier, avaient été parfaitement définis par M. Louis Hourticq, président du Comité d'Organisation [1].

Regrettant « la parcimonie avec laquelle on mesure sa place au dessin dans les programmes scolaires » qui, cependant, « ne peuvent ouvertement omettre ou ignorer les vœux unanimes d'une assemblée universelle de professionnels expérimentés, M. Hourticq rappelait judicieusement que le dessin est lié à toute l'activité humaine comme à la compréhension de tous les secrets de la nature et que, de plus, il constitue une écriture pour laquelle il n'existe pas de frontière linguistique : « Un congrès de dessin s'impose d'autant plus qu'il intéresse l'écriture naturelle, universelle. »

Principes qu'il était d'autant plus utile de proclamer qu'ils sont méconnus dans certains programmes d'enseignement.

C'est ainsi que, le 22 janvier 1934, la Fédération des Sociétés françaises de Propagande et d'Enseignement artistiques et techniques [2] avait adressé au Ministre de l'Éducation nationale le vœu suivant :

« La Fédération,

« Rappelant que toute éducation doit être artistique parce que c'est l'art qui donne la joie de vivre, le courage d'entreprendre et de persévérer, qu'ainsi l'art, s'il n'est pas la morale, en prépare les voies, et qu'une époque technicienne a besoin, plus qu'une autre, du souffle de l'art pour se purifier, s'épanouir et avoir confiance ;

« Qu'il est d'ailleurs impossible de former le goût sans développer les facultés créatrices, et que les deux faces, active et contemplative, de l'art sont inséparables ;

« Constatant que ce principe, développé au 49e Congrès de la Ligue française

(1) Le Comité d'Organisation avait pour secrétaire général M. Louis MACHARD, qui assura la préparation et le fonctionnement du Congrès.

(2) Ce groupement ne manqua pas de témoigner l'intérêt qu'il portait au Congrès en ouvrant un concours pour l'insigne et le timbre de cette manifestation (1er prix : M. R. Templier). D'autre part, la Maison Conté organisait, entre les élèves des écoles publiques et privées, un concours international doté de 100 000 fr de prix.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de l'Enseignement par M. Luc, Directeur général de l'Enseignement technique, est si bien reconnu que des efforts sont faits pour développer l'enseignement artistique, sous toutes ses formes, dans les écoles primaires et les écoles techniques;

« Considérant, en conséquence, comme regrettable le fait que, depuis quelques années, le dessin ait été rendu facultatif et, par là, pratiquement supprimé dans les classes supérieures de l'enseignement secondaire, ce qui ne peut qu'abaisser le niveau intellectuel de l'élite du pays,

« Émet le vœu :

« Que le dessin soit, sans retard, rendu de nouveau obligatoire dans toutes les classes des lycées et collèges. »

Ce vœu est resté jusqu'ici sans effet. Tant qu'il n'aura pas été pris en considération, on devra déplorer une grave lacune dans l'édifice de notre enseignement auquel, par ailleurs, tant d'heureuses réformes ont été récemment apportées.

De par son titre même, qui embrassait « le dessin et les arts appliqués », le Congrès ne bornait pas son objet à l'enseignement du dessin, en se contentant d'indiquer les problèmes dont il est la clef. Il se devait, dépassant le domaine pédagogique, de pénétrer dans ces problèmes eux-mêmes, d'importance capitale pour l'ensemble de l'activité et de l'économie humaines. Il faut en dégager avec précision toutes les données si l'on veut s'affranchir des tyrannies de l'académisme ou de la mode, rénover par l'art une production industrielle vouée à la quantité, à la médiocrité; si l'on veut aussi, par delà l'étude des méthodes d'enseignement, déterminer ce qu'il est utile d'enseigner.

Aussi la préparation du Congrès comportait-elle l'étude approfondie de questions préalables. Elles devaient, sauf une ou deux exceptions, faire l'objet de rapports individuels rédigés en allemand, anglais ou français. Ces rapports, centralisés au Secrétariat général, étaient transmis aux rapporteurs généraux chargés d'établir les rapports d'ensemble. Les rapports d'ensemble, traduits dans les deux langues complémentaires, étaient destinés à fournir la base des discussions au Congrès.

La procédure du Congrès était prévue de façon à faciliter les libres échanges de vues tout en permettant d'aboutir à des conclusions précises. Les congressistes se répartissaient dans trois sections selon la langue choisie par eux. Les débats y étaient parfois précédés de conférences. A l'issue de ces débats, les différents points de vue étaient confrontés et le Bureau du Congrès préparait les résolutions finales à soumettre à l'Assemblée en séance plénière.

Les huit questions suivantes étaient proposées :

I. — La culture artistique dans la nation, ses répercussions sur l'urbanisme, l'industrie, l'artisanat, le tourisme, le foyer, l'individu (rapport et conférence).

II. — Du lien nécessaire entre l'art et les techniques (rapport et conférence).

III. — Les habitudes manuelles et les habitudes visuelles chez les enfants. — N'y a-t-il point, à l'origine des fautes invinciblement et universellement commises

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en dessin par les débutants, et souvent quel que soit leur âge, des raisons physiologiques autant que psychologiques et n'est-il pas souhaitable :

1° de réunir et de confronter, avec documents à l'appui, toutes observations faites sur ce sujet : *a*) dessin libre ; — *b*) dessin d'après nature ;

2° d'examiner les explications qui peuvent être fournies, soit par la physiologie de l'œil et celle de la main, soit par les habitudes qu'imposent d'autres formes d'activité ;

3° de se renseigner sur l'efficacité des divers procédés pédagogiques imaginés pour y porter remède (rapport et exposition).

IV. — La conception moderne de la composition décorative dans les divers pays (rapport et exposition).

V. — Organisation matérielle des salles de dessin dans les divers ordres d'enseignement : mobilier, matériel, éclairage, décoration des murs, etc. (rapport et exposition).

VI. — La réforme de l'écriture. Les écritures décoratives (exposition et visites guidées).

Deux rappels de vœux étaient en outre signalés à l'attention des congressistes :

1° *Nécessité d'une préparation pédagogique des professeurs de dessin* ;

2° *Attribution du cours d'art au professeur de dessin.*

La première question (*La culture artistique dans la nation*), qui constituait en quelque sorte la préface du Congrès, donna lieu à des rapports dont les auteurs, « artistes doublés de sociologues », ont dénoncé « les méfaits d'une époque de nervosité, de précipitation, de matérialisme », et rappelé utilement que c'est surtout dans l'urbanisme et dans la demeure des particuliers que l'art doit avoir sa place. Ainsi que l'ont affirmé deux rapports, dus l'un et l'autre à des Américains, les musées ne sont pas tout : il faut des villes harmonieuses où les gares, les écoles, les cinémas, les magasins, les maisons portent en eux des parcelles d'art et cette beauté qui enveloppe le citoyen, l'éduque, complète l'œuvre entreprise par l'école à tous les degrés.

M. Bourgoin, rapporteur général, fit en termes très heureux la synthèse de ces rapports :

« Tous les rapporteurs du Nouveau Monde et de l'Ancien, écrivit-il, sont d'accord pour déclarer que l'ambiance scolaire, à tous les âges, doit être une ambiance de beauté où les arts plastiques, la musique, la décoration des salles de travail, les exercices d'éducation physique, doivent s'associer à tous les enseignements pour suggérer, développer, affermir les impressions d'équilibre.

« Ce terme d'équilibre est peut-être celui qui, prononcé ou sous-entendu, paraît le mieux traduire la pensée complète des rapporteurs. Ils aperçoivent dans cet équilibre distribué par l'art, grâce à toutes les influences qu'il peut exercer, un moyen d'atteindre tous les citoyens d'un pays et de pénétrer en profondeur. Pas de vernis d'art, mais une éducation progressive, qui conduit à la joie éprouvée devant les belles choses, à la joie de créer de belles choses....

« En ce temps où, dans de nombreux pays, les heures de travail sont sou-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mises à une limitation, il convient de préparer les hommes à utiliser leurs loisirs d'une manière digne d'hommes. Une fois de plus, l'art a un rôle social à remplir, plus beau que jamais. »

Les vœux adoptés par le Congrès sur cette question reprirent ces idées en soulignant l'importance de l'ambiance de beauté nécessaire au milieu scolaire, la valeur éducative du dessin et celle de la propagande et de la diffusion artistiques.

Rapporteur général de la question II (*Du lien nécessaire entre l'art et les techniques*), j'eus une fois de plus l'occasion de constater la complexité des problèmes qu'elle soulève, en raison des acceptions aussi nombreuses que variées qu'on peut donner au terme « les techniques. »

Les techniques ne consistent pas seulement dans la connaissance des matières et dans le maniement des outils. L'esprit technique, qui est l'esprit de Descartes, la méthode, s'applique à la conception et à la réalisation de toute œuvre. Il est indispensable pour définir d'abord son programme, pour déterminer l'importance relative de ses différents éléments, pour en fixer les conditions essentielles, les dimensions précises, pour écarter toute complication inutile. Il s'applique ensuite au choix de la matière, résistante ou fragile, lourde ou légère, qui répondra au programme de la manière la plus rationnelle. Il commande le choix du métier auquel il sera préférable d'assujettir la matière, le choix des outils propres à la travailler. Il s'impose enfin pour l'établissement du plan et pour sa réalisation, faisant rendre au métier, manuel ou mécanique, tout ce qu'il peut donner.

L'art, quel que soit son genre, ne peut se passer d'esprit technique. Le peintre qui compose un tableau, le sculpteur qui établit un groupe, l'architecte qui agence un édifice, le décorateur qui étudie un meuble doivent le posséder au même degré que l'ingénieur qui combine une machine.

Réciproquement, les techniques ne sauraient se passer de l'art.

La présence de l'art est une nécessité morale, M. Luc, Directeur général de l'Enseignement technique, la définit ainsi, lors du 49e Congrès national de la Ligue française de l'Enseignement : « Le règne de la technique, c'est le règne de l'utile. C'est par là qu'il faut commencer à organiser la Terre. Mais l'utilité seule dessèche l'âme. La recherche du confort, si elle est exclusive, nous durcit dans le calcul. La jouissance n'est pas une fin. Les médiocres s'y enlisent. Les meilleurs s'en évadent à tout prix. Une époque technicienne a besoin d'une immense compensation. Le vrai remède c'est l'art. »

L'art constitue aussi la sauvegarde du caractère personnel ou national de la production. « Les formes modernes, lisait-on en 1936 dans un article du *Sunday Times*, sont pratiquement les mêmes en tous pays. Les petits objets qui ornent nos intérieurs et nous entourent sont devenus tristement pareils.... Le mobilier Chippendale signifiait l'Angleterre partout où on le trouvait. Un fauteuil Louis XV signifiait la France, même si on le rencontrait dans un coin de la demeure d'un fabricant de conserves de viande à Chicago. Mais le mobilier d'aujourd'hui? »

L'art, c'est enfin, au point de vue économique, la garantie de la qualité, parce

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que c'est l'amour de la chose bien faite. Et, pour reprendre l'avertissement donné par M. CAILLAUX, président de la Commission des Finances du Sénat : « Dans le monde qui se prépare, plus encore que dans le monde actuel, il y aura surabondance de quantité. Les peuples qui se consacreront à la qualité maintiendront seuls, accroîtront même leur position économique, parce qu'il y a et qu'il y aura toujours acquéreur pour la marchandise de bon aloi. »

Il était, en conséquence, du plus haut intérêt de confronter les opinions du corps enseignant dans tous les pays sur la forme que doit prendre actuellement le lien entre l'art et les techniques.

Si la plupart des rapports présentés étaient trop succincts pour embrasser la question dans son ensemble, le principe de l'union nécessaire s'affirmait nettement dans toutes ces études.

Le rapport de M. A. BAYLIS ALLEN, principal de l'École d'Art de Bromley et Beckenham (Angleterre) méritait d'être particulièrement retenu pour la façon aussi judicieuse que vivante dont il traitait le problème de l'adaptation de l'enseignement aux conditions contemporaines. Estimant qu'à la valeur morale « des artisanats morts », égale à la valeur morale des langues mortes, il faut ajouter une valeur pratique de réalisation par l'industrie moderne qui ne peut pas renoncer aux avantages du progrès technique, M. Baylis Allen compara avec humour les professeurs actuels à des archers qui opposeraient aux tanks de « gracieux carquois ».

« La différence entre la flèche et le tank n'est pas plus marquée que la différence entre l'entraînement artistique de nos élèves et le travail qu'on leur demandera dans l'avenir proche. » C'est la critique de l'œuvre incomplète de William Morris qui, en favorisant le culte exclusif du travail manuel, développa la méfiance à l'égard du machinisme.

Aussi M. Baylis Allen veut-il que l'artiste n'aille plus « chercher sa technique dans le Moyen Age », mais s'efforce de « maîtriser par l'expérience des outils neufs, des machines neuves, et de perfectionner les formes particulières à ces outils et à ces matériaux ».

C'est là en effet le point essentiel. Admettre qu'il y ait un antagonisme fatal entre la machine et l'art serait placer le monde contemporain, qui ne peut renoncer ni à l'un ni à l'autre, en face d'un dilemme aussi absurde que démoralisant. La machine est un outil comme un autre : notre époque doit savoir utiliser cette puissance nouvelle, en maintenant la hiérarchie nécessaire entre l'esprit qui conduit la main, la main qui conduit l'outil et l'outil qui façonne la matière.

Il semble parfaitement légitime aussi, et les différents rapports étaient unanimes à cet égard, de penser que c'est avant tout par des méthodes d'enseignement appropriées que peut se réaliser l'association étroite de l'art et des techniques.

Cette conception était d'ailleurs traditionnelle chez nous. C'est un paradoxe qu'au XIXe siècle, l'engourdissement artistique ait correspondu au prodigieux développement des découvertes scientifiques et des progrès techniques, paradoxe dû surtout à la dissociation de la formation technique et de la culture artistique consécutive à la suppression des corporations. La Révolution, cependant, avait

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

commencé la reconstruction d'un enseignement des arts appliqués avec la fondation du Conservatoire national des Arts et Métiers. Mais, entre l'enseignement artistique et les grands établissements d'enseignement technique, un fossé s'était creusé, qui subsista presque jusqu'à nos jours. Artistes et techniciens ne parlaient plus le même langage.

Ce n'est que tout récemment, à partir de 1927, que fut rétabli et mis en pratique le principe de l'inséparabilité de l'art et des techniques en vertu duquel notre enseignement technique s'est préoccupé d'assurer l'éducation artistique des futurs techniciens, notre enseignement artistique s'efforce à son tour de munir les artistes d'une éducation technique, l'un et l'autre collaborant étroitement, sous l'égide d'un Comité central d'Art appliqué.

Comme conclusion de mon rapport, je proposai le vœu suivant, qui fut adopté par le Congrès.

« Le 8e Congrès international du Dessin et des Arts appliqués, estimant l'influence de l'art indispensable au maintien de la civilisation,

Émet le vœu

« Que les programmes de l'enseignement du dessin et des arts appliqués soient adaptés à l'évolution de la vie moderne, qu'en conséquence l'enseignement artistique et l'enseignement technique soient développés et coordonnés; qu'une nouvelle formation des maîtres les prépare à resserrer le lien nécessaire entre l'art et les techniques. »

La question III (*Habitudes manuelles et visuelles chez les enfants*) soulevait les problèmes les plus délicats de la pédagogie. Toutefois, sans entrer dans le détail des rapports et des vœux présentés, on peut affirmer que le vœu général adopté par la Section de Langue française répondit fidèlement à leur tendance commune, en déclarant : « La personnalité enfantine doit être respectée dans le domaine de l'illustration et de la décoration. Le dessin d'observation doit être corrigé suivant l'évolution naturelle de l'enfant. » Le professeur de dessin, comme tout éducateur, doit être un psychologue; avant de vouloir reprendre, il doit chercher à comprendre. C'est cette nécessité, aujourd'hui reconnue en tous pays, qu'exprimait un autre vœu de la même section, demandant : « Que tout éducateur fût averti de la psychologie de l'enfant aussi bien pour ce qui concerne le dessin que pour les autres disciplines. »

Les Sections anglaise et allemande adoptèrent des résolutions analogues.

Les rapporteurs de la question IV, en cherchant à définir *la conception moderne de la composition décorative*, ne pouvaient manquer de conclure à la double nécessité de préciser et de developper la faculté inventive, la fraîcheur d'imagination du jeune artiste et de lui inculquer en même temps, grâce à une solide formation technique, la compréhension de la matière, l'intelligence des ressources et des exigences du métier.

Les résolutions adoptées dans les trois sections sont d'accord pour souhaiter

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'à tous les degrés d'enseignement, un but pratique dirige les exercices de décoration, et pour proclamer, suivant les termes de la résolution formulée par la Section de Langue anglaise au sujet des écoles supérieures, que : « Le dessin décoratif moderne est basé sur la connaissance complète des matières et des moyens qui servent à l'exécution. »

La question V donna lieu à d'intéressants échanges d'idées au sujet de *l'organisation matérielle des salles de dessin.*

L'étude très soigneuse de tout le problème, qui fut présentée par le rapporteur général, M. A. C. Horth, art master à Londres, faisait très bien ressortir tout d'abord la nécessité de réaliser une ambiance favorable.

« La salle de dessin est l'endroit où les élèves devraient sentir le besoin de créer, poussés par une des formes les plus vitales de nos moyens d'expression, et où, grâce à une compréhension intelligente et sensible, ils devraient être mis à même de sentir tout ce qui est beau dans la vie. »

« De cette définition, il découle que la salle de dessin doit plaire dès l'abord, par sa liberté, sa fraîcheur et sa franchise, et suggérer une atmosphère d'indépendance individuelle. Ce sens de la liberté est créé par un plan spacieux, celui de fraîcheur par la lumière et la décoration, et celui de franchise par l'élimination de tout ce qui est inutile. »

« La salle de dessin devrait être le centre de la culture artistique, devrait laisser son empreinte, d'abord sur le jeune élève, plus tard sur l'adulte. »

Il y a ensuite, outre les données de sécurité et d'hygiène, qui s'imposent comme pour tout autre local scolaire, des conditions techniques, propres à la salle de dessin, que tout architecte devrait connaître et respecter, qui s'appliquent à la situation et à l'orientation, aux dimensions, à l'éclairage naturel et artificiel, aux points d'eau, aux réserves, à la décoration, aux accessoires et aux mobiliers, au matériel de dessin, à la salle de travaux manuels attenante. Tous ces détails doivent être prévus avec autant de rigueur que l'installation d'un laboratoire, et M. Horth a posé à cet égard des principes très judicieux, principes qu'il a étendus à l'aménagement d'une école de dessin ou de beaux-arts.

Les vœux adoptés par la Section française sur la proposition de M. Paul Montfort rappellent avec fermeté que le cours de dessin a droit à la même sollicitude que les autres disciplines en ce qui concerne la dotation en locaux, mobiliers, collections, et souhaitent que des architectes capables et compréhensifs tiennent compte de tout ce qui lui est nécessaire à cet égard pour joue pleinement son rôle éducatif.

La question VI (*La réforme de l'écriture et les écritures décoratives*) ne comportait pas de rapport et consistait dans une exposition et des conférences au Musée pédagogique. Elle concernait d'ailleurs un domaine très particulier, celui des rapports du dessin et de l'écriture, et ne fit l'objet d'aucun vœu du Congrès.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Au sujet des rappels de vœux antérieurs (*Nécessité d'une préparation pédagogique des professeurs de dessin*; *Attribution du cours d'art au professeur de dessin*), d'intéressants rapports furent présentés, que M. BRAAKER, professeur à Berne, synthétisa avec autant de clarté que d'autorité.

Sur le premier de ces points, une résolution vint sanctionner ainsi le désir unanime de voir renforcer dans les divers pays où elle demeurent incomplètes, la culture générale et la culture technique du professeur de dessin. Voici la formation idéale préconisé par cette résolution :

1. Culture générale avec examen de baccalauréat;
2. Études d'arts et métiers à une école supérieure d'art ou d'arts et métiers;
3. Étude de l'histoire de l'art avec exercices, à l'Université;
4. Études pédagogiques et psychologiques, surtout concernant la psychologie de l'enfant et le dessin de l'enfant de 3 ans jusqu'à l'adolescence;
5. Stage d'une année avant d'être membre du corps enseignant.

Sur le second point, il y a lieu de retenir ces quelques lignes du rapport de M. BRAAKER :

« L'histoire de l'art a-t-elle une valeur propre ou n'est-elle qu'un élément de l'histoire sociale? Le professeur d'histoire s'en tient aux faits et ne se sert de l'art que pour les illustrer.... Le professeur des beaux-arts, par contre, s'occupera principalement de la formation du goût artistique.... Il serait désirable de modifier les programmes scolaires quant à l'enseignement de l'histoire de l'art, qui doit être enseignée dans un cours spécial, par le professeur de dessin. Toute explication d'œuvre d'art manquera son but si elle s'éloigne de l'objet visible. La faculté de voir veut être acquise.... Ce n'est que par le travail personnel qu'on arrive à comprendre et à respecter le grand art. »

Comme on le voit, il est peu de problèmes touchant le dessin, les arts appliqués, leurs rapports, leur enseignement et leur rôle social, qui n'aient été abordés dans les études et les débats. L'Exposition de 1937, qui servait d'occasion et de cadre, montrait surtout le résultat qu'ont produit dans les divers pays, les idées en faveur depuis une quinzaine d'années. International lui aussi, mais dégagé des formules et tourné vers l'avenir, le 8e Congrès du Dessin et des Arts appliqués s'est efforcé de définir et d'assurer, par la propagande et l'enseignement, en dehors des fluctuations de la mode, les bases solides sur lesquelles, il y a tout lieu de l'espérer, la production artistique et industrielle de demain s'édifiera.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

VI[e] CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA FÉDÉRATION INTERNATIONALE DES ASSOCIATIONS D'INVENTEURS ET D'ARTISTES INDUSTRIELS[1]

(Paris, 26-29 juillet 1937.)

La Fédération internationale des Associations d'Inventeurs et d'Artistes industriels a été fondée en 1900 sous la présidence de M. Claude Couhin, alors président de l'une des Associations Taylor, celle des Inventeurs et Artistes industriels, qui remonte à 1849. A la suite de l'Exposition universelle de 1900 et dans les années suivantes, cette association a réussi à grouper autour d'elle, en vue d'une action commune, non seulement les principales associations de même nature de Paris et de province, mais aussi celles de l'étranger. Dotée d'un caractère essentiellement démocratique et dépourvue des puissantes ressources financières qui ont permis à d'autres sociétés d'organiser d'importantes manifestations annuelles, la Fédération n'en a pas moins, dans des congrès séparés par des intervalles de quelques années, attiré l'attention des gouvernements et obtenu le concours de leurs représentants pour l'étude des questions qui peuvent faire progresser dans les divers pays la situation des inventeurs et des artistes industriels et assurer leur protection de manière plus efficace et plus économique.

Réunie, en juillet 1937, sous le patronage du Gouvernement français, à l'Exposition internationale des Arts et Techniques, elle a rassemblé, autour du Sous-Secrétaire d'État au Ministère du Commerce, M. Hymans, assisté du Directeur de la Propriété industrielle, M. G. Lainel, les délégués de l'Allemagne (parmi lesquels figuraient le Dr Volkmar, ministerialrat au Ministère de la Justice, et le Dr Klauer, président du Patentamt de Berlin), le Directeur de l'Office des Brevets d'invention du Danemark, le Directeur de l'Office national de la Propriété industrielle de la Yougoslavie, les représentants officiels de la Belgique, du Brésil, du Chili, de la Colombie, de l'Égypte, du Guatemala, d'Haïti, de l'Iran, du Siam, etc.

Les associations représentées étaient (outre l'Association Taylor), l'Association des Inventeurs et Petits Fabricants français (concours Lépine), la Société des Savants et Inventeurs et des Industriels de France, la Société lyonnaise des Inventeurs et Artistes industriels, l'Union des Inventeurs et Artistes industriels de la Loire, l'Association des Inventeurs et Artistes industriels du Midi, l'Union des Inventeurs français, l'Union régionale des Inventeurs du Nord de la France, la Confédération des Travailleurs intellectuels, l'Union des Fabricants, le Syndicat de la Propriété artistique, la Société du Droit d'Auteur, la Société des Auteurs photographes et la Chambre syndicale de la Photographie et de ses Applications, la Chambre syndicale de la Joaillerie-Bijouterie, la Compagnie des Ingénieurs-Conseils en Propriété industrielle, le Syndicat d'Union sociale des Ingénieurs catholiques; puis la Chambre de Commerce de Bruxelles et la Chambre syndicale (belge) pour la Protection des Inventeurs et des Artistes industriels.

(1) On trouvera le compte rendu complet de ce Congrès (Imprimerie Deshayes, 83, rue de la Santé, Paris) à la Bibliothèque de la Société d'Encouragement sous la cote 18664.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et les Sociétés de Buenos Aires, de Santiago du Chili, de Copenhague, de Boston (U. S. A.), de Vienne (Autriche).

L'Institut international de Coopération intellectuelle avait délégué au Congrès son conseiller juridique, M. Raymond Weiss.

Cinq séances de travail ont été tenues sous la présidence de M. A. Vaunois, avocat à la Cour de Paris et membre du Comité technique de la Propriété industrielle auprès du Ministère du Commerce, président de la Fédération internationale.

Elles ont été consacrées : au brevet international ; à la situation internationale en Égypte ; — à la protection temporaire des inventeurs avant la délivrance des brevets et au cours des expositions ; — aux médailles et récompenses industrielles ; — aux droits du savant ; — à la protection des arts industriels et appliqués.

Les vœux et résolutions ont été les suivants :

I. — Le Congrès, considérant que le brevet international est manifestement et hautement souhaitable tant dans l'intérêt général que dans l'intérêt particulier des inventeurs, que, du reste, une tentative faite dans ce sens a donné lieu en 1920 à l'établissement d'un projet d'Arrangement auquel ont adhéré plusieurs États, émet le vœu qu'il soit organisé le plus tôt possible.

Cette organisation devrait comporter :

a) l'unification des concepts en matière de nouveauté et de brevetabilité des inventions ;

b) l'unification des mesures en matière de délivrance des brevets d'invention ;

c) la création par le Bureau de Berne d'un organisme international chargé de cette délivrance.

Comme mesure de transition, le Congrès émet le vœu qu'à l'expiration du délai de priorité de 12 mois établi par l'art. 4 de la Convention de Paris de 1883, les inventeurs aient encore la possibilité de déposer valablement, pendant un délai supplémentaire de deux ans, leur demande de brevet, dans les pays unionistes, mais sans que cela entraîne pendant cette période de deux ans un droit de priorité en faveur du déposant.

(Rapports de M. Ém. Barbet et de M. J. Gevers ; propositions de MM. Mosticker et Hautier.)

II. — Le Congrès, après avoir entendu la communication faite par M. Abd el Fattah el Sayed Bey, délégué du Gouvernement égyptien, prend acte, avec grande satisfaction, de ses déclarations et émet le vœu que l'Égypte soit en mesure d'adhérer prochainement aux Conventions d'Union pour la protection de la propriété industrielle, d'une part, et des droits d'auteur, d'autre part.

III. — Le Congrès remercie M. Kuhnemann, kammergerichtsrat, délégué du Gouvernement allemand, de l'exposé lumineux qu'il a fait des dispositions des lois allemandes destinées à protéger l'inventeur contre les divulgations de son invention, soit à l'occasion des expositions, soit en dehors de la durée de celles-ci, et,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sur le rapport de M. Chabaud, émet le vœu que la rédaction actuelle de l'art. 11 de la Convention de Paris soit remplacée, aussitôt que le permettront les circonstances, par la rédaction suivante, inspirée des travaux des Conférences de Rome et de Madrid, ainsi que de ceux les plus récents du Bureau international de Berne :

« *Art. 11.* — 1° Les hautes parties contractantes accordent une protection temporaire aux inventions brevetables, aux modèles d'utilité, aux dessins ou modèles industriels, ainsi qu'aux marques de fabrique ou de commerce pour les produits qui figureront aux expositions internationales officielles ou officiellement reconnues, organisées sur le territoire de l'une d'elles.

» Cette protection consiste dans un délai de priorité spécial s'étendant au minimum jusqu'à 6 mois à partir du jour de l'introduction du produit à l'exposition et pendant lequel l'exhibition, la publication et l'emploi non autorisé par l'ayant-droit de l'invention ne pourra empêcher l'inventeur ayant procédé à cette introduction de faire valablement dans ledit délai la demande de brevet pour s'assurer la protection définitive dans tout le territoire de l'Union ;

» 2° La susdite protection n'aura d'effet que si, pendant sa durée, il est présenté une demande de brevet ou fait un dépôt en vue d'assurer à l'objet auquel elle s'applique la protection définitive dans un des États contractants ;

» 3° Les délais de priorité mentionnés à l'art. 4 de la Convention sont indépendants de ceux dont il est question dans le premier paragraphe et s'y ajoutent ;

» 4° L'exposant ne bénéficiera de l'avantage spécial prévu aux alinéas précédents que si, en déposant sa demande ou au plus tard avant la publication de celle-ci, il fait une déclaration indiquant dans quel pays et à quelle date a eu lieu l'introduction à l'exposition. Ces indications seront mentionnées dans la feuille périodique officielle éditée par l'administration du pays où est effectué le dépôt ;

» 5° L'exposant aura la faculté de se faire délivrer par l'administration du pays dans lequel se tient l'exposition un certificat constatant l'identité du produit et la date de son introduction ;

» 6° Les communications ou les publications faites par l'auteur de l'invention lui-même dans les 6 mois qui précéderont l'introduction, de même que celles auxquelles il se livrerait ultérieurement dans le délai précité de 6 mois après cette introduction, ne mettront pas davantage obstacle à la délivrance d'un brevet valable. »

Le Congrès émet le vœu de voir organiser auprès de chaque exposition une commission internationale formée de spécialistes de la propriété industrielle et chargée de l'identification des objets exposés par des procédés pratiques et notamment par la photographie.

IV. — Le Congrès émet le vœu :

que la Convention d'Union soit complétée par un art. 10 *ter* prévoyant l'enregistrement au Bureau international des récompenses industrielles décernées dans les expositions industrielles, enregistrement de plein droit pour les expositions organisées ou patronées par un gouvernement ;

que la récompense enregistrée par le Bureau international jouisse dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chaque État de la protection assurée par la loi nationale aux récompenses décernées dans l'État d'une manière directe ou indirecte. (Rapport de M. Jean Duchesne; communications de MM. Fabius de Champville et David Bernard.)

V. — Le Congrès,

considérant que la prospérité économique dépend, pour une large part, des progrès de la science;

que le régime des brevets d'invention n'assure pas, quant à présent, aux auteurs de découvertes ou inventions scientifiques, la rémunération à laquelle ils ont droit;

que, d'autre part, il importe de mettre à la disposition des savants des moyens de travail en rapport avec les exigences de leur haute mission;

estimant que l'industrie a le devoir de contribuer, tant à la rémunération des auteurs de découvertes scientifiques qu'à l'entretien et au développement des établissements de recherche scientifique,

reconnaît l'opportunité d'un accord international qui permettrait, en tous pays, à l'auteur d'une découverte ou invention scientifique, d'exiger une redevance des personnes ou entreprises utilisant pour des fins industrielles ladite découverte ou invention;

suggère que, dans les cas où cette rémunération individuelle n'est pas possible, des caisses soient chargées, dans tous les pays, de recevoir des usagers des sommes correspondant à leurs obligations envers la science et d'affecter ces mêmes sommes, soit à la recherche scientifique, soit au paiement d'allocations à des savants ou à leurs familles;

émet le vœu qu'aucune déchéance ne puisse être encourue par l'auteur d'une découverte ou invention scientifique du fait de la divulgation effectuée par lui-même, sous la forme d'une communication de caractère scientifique présentée soit dans un corps savant, soit dans une revue scientifique. (Rapport de M. Raymond Weiss; communication de M. Janko Chouman.)

VI. — Le Congrès exprime le vœu :

que, lors de la prochaine conférence ayant pour objet, soit la revision de la Convention de Berne, soit le rapprochement entre les Conventions de Berne et de La Haye, les œuvres « phonographiques, cinématographiques, radiophoniques, radiovisuelles » soient mentionnées à la suite des « compositions musicales avec ou sans paroles », dans l'alinéa 1 de l'art. 2 de la Convention de Berne, revisée à Rome;

que soient introduites dans l'alinéa 1 de l'art. 2, à la suite des « œuvres de gravure et de lithographie », les « arts appliqués à l'industrie »;

que l'alinéa 3 de ce même art. 2 soit remplacé par l'alinéa suivant :

« Les droits des auteurs des œuvres mentionnées ci-dessus, quels qu'en soient le mérite ou la destination, jouissent de la protection dans tous les pays de l'Union »;

qu'à défaut d'adoption d'un texte équivalent, le *statu quo* soit maintenu. (Rapport de M. Alain Casalonga; communication de M. Georges Maillard).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LES ULTRAVIRUS (*)

par le Docteur C. LEVADITI, *membre de l'Académie de Médecine,*
professeur à l'Institut Pasteur de Paris,
directeur scientifique de l'Institut Alfred Fournier.

Il n'est pas de problème actuel plus complexe et plus difficile à résoudre que celui qui concerne la véritable nature des ultravirus. Non pas que les documents s'y rapportant manquent, au contraire. Un nombre incommensurable de travaux ont été effectués au cours de ces dernières années, un effort considérable a été déployé dans le but de révéler la nature de ces éléments infravisibles, mais si, dans l'ensemble, la valeur de ces travaux est hors conteste, aucune conclusion définitive ne saurait en découler à l'heure présente. Et, cependant, ignorer les données acquises, pour la raison qu'elles n'ont pas projeté toute la lumière voulue sur la véritable signification des ultragermes, ce serait commettre une regrettable erreur. De leur connaissance, même sommaire, dépend l'avenir de la découverte du nouveau dans ce domaine hautement attrayant. C'est la raison pour laquelle il m'apparaît indispensable de soumettre ces données à une étude d'ensemble, à la fois analytique et synthétique, quitte à déclarer, par avance, que lorsqu'il nous faudra faire le bilan et conclure, nous serons forcés de rester sur la réserve et de nous contenter d'hypothèses, dont seul l'avenir démontrera le bien-fondé.

Autrement précis est l'apport de ceux qui se sont attachés à l'étude du comportement des ultravirus à l'égard des divers agents physiques, chimiques ou physico-chimiques, capables de modifier leur activité pathogène. Ici, la documentation est riche. Elle permet de rapprocher, ou, au contraire, d'écarter ces ultravirus, soit de la matière vivante parfaite, entrant dans la constitution des microorganismes ou des cellules, soit des bactériophages.

Le phénomène de la *bactériophagie* et le mystérieux élément qui en est le support matériel ne sauraient, en effet, rester ignorés et, encore moins, écartés du débat, lorsqu'il s'agit d'étudier les caractères essentiels des ultragermes et d'en approfondir, tant soit peu, la nature. L'analogie entre les bactériophages et certains ultravirus, du point de vue du mécanisme de leur activité, lytique pour les premiers, morbigène pour les seconds, est telle que quiconque désire aller aussi loin que possible dans l'analyse du problème est obligé d'envisager simultanément les uns et les autres. Aussi, dans ce qui va suivre, bactériophages et ultravirus se comporteront comme deux mélodies venant s'inscrire sur la même portée, tantôt, et le plus souvent, se rapprochant, s'imbriquant dans un ensemble d'une parfaite harmonie, tantôt, au contraire, s'écartant, pour créer des dissonances tant soit peu déconcertantes. Or, tout notre espoir réside ici. Le jour où l'on réus-

(*) 3e Conférence Carrion, instituée par la Société d'Encouragement, faite par l'auteur en séance publique le 6 mars 1937. Le texte qui suit est en partie extrait de l'article *Les ultravirus*, rédigé par l'auteur dans le *Traité des ultravirus des maladies humaines* de LEVADITI et LÉPINE, Paris, Maloine, éditeur, 1937.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sira à découvrir la véritable nature d'un de ces deux groupes d'éléments lytique ou pathogène, le mystère qui enveloppe l'autre se dissipera comme par enchantement. Ce jour est-il proche? Pouvons-nous espérer que, bientôt, la science nous surprendra par un apport de solutions parfaitement satisfaisantes? J'en ai la ferme conviction. Tout n'est qu'une question de patience, de technique, d'imagination créatrice, choses appartenant au domaine du possible et du réalisable.

GÉNÉRALITÉS

Dans une revue d'ensemble sur les maladies à ultravirus, publiée en 1903 dans le premier numéro de *Bulletin de l'Institut Pasteur*, Emile Roux s'exprimait ainsi :

« Il existe tout un monde d'êtres invisibles et, depuis longtemps, on est enclin à les rendre responsables de toutes les maladies dont le microbe n'est pas connu. Jusqu'en 1898, ces microbes invisibles n'étaient que des *êtres de raison*; les travaux de ces quatre dernières années leur ont donné une réalité. » Roux faisait ainsi allusion à la découverte du virus de la mosaïque du tabac par Iwanowsky (1892), et surtout par Beijerink (1899), et à la démonstration de la filtrabilité du virus de la fièvre aphteuse, apportée par Löffler et Frosch en 1898. Il omettait de dire que la première maladie infectieuse provoquée par un virus invisible, ayant fait l'objet d'études expérimentales, étiologiques, pathogéniques et préventives, remarquables entre toutes, fut la rage, et qu'en tant que collaborateur de Pasteur, il fut à même de fixer les détails d'une technique dont la précision et l'élégance servirent de modèle à tout ce que l'on fit par la suite.

Nous connaissons actuellement un nombre, pour ainsi dire, incalculable de maladies infectieuses et contagieuses provoquées par des ultravirus, intéressant aussi bien le règne animal que le règne végétal. Or, d'innombrables travaux, accomplis dans tous les grands centres scientifiques du monde, ont tenté de préciser les caractères généraux de ces « êtres de raison ». Les voici, tels qu'ils apparaissent à travers le prisme de la plus rigoureuse objectivité, tels qu'on doit les envisager sous l'angle de nos moyens actuels d'investigation.

Les ultravirus sont :

1° *pathogènes, et jamais saprophytes*;

2° ils sont *multiples*, en ce sens que les maladies qu'ils engendrent ne sont pas dues à un seul ultravirus, ou à un groupe restreint d'ultragermes, mais chacune d'elles est déterminée par un élément rigoureusement individualisé;

3° ils sont *spécifiques*, leur spécificité absolue étant démontrée par les données suivantes :

a) *action pathogène différente* d'un virus à l'autre;

b) *affinité élective* de chaque ultragerme, soit pour les espèces animales ou végétales qui en subissent l'atteinte, soit pour les divers systèmes tissulaires de l'organisme réceptif (*Ectodermoses neurotropes* de Levaditi, *Réticulo-endothélioses*, *Epithélioses* de Borrel, etc.), soit, enfin, pour certains groupes cellulaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fonctionnels, participant à l'ensemble d'un de ces systèmes tissulaires : les neurones médullaires pour le *virus poliomyélitique*, les cellules de la corne d'Ammon pour la phase visible du virus rabique (corps de Negri), *polionévraxites*, *leuconévraxites*, etc.);

c) *potentiel antigénique* particulier à chaque ultragerme, trouvant son reflet dans la manière dont l'organisme contaminé, ou vacciné artificiellement, réagit à son égard par la production d'anticorps spécifiquement électifs;

4° Ils sont *invisibles* par les méthodes microscopiques ordinaires, ou, s'ils sont optiquement saisissables, c'est grâce à des techniques adéquates, auquel cas ils apparaissent corpusculaires et plus petits que les plus infimes germes cultivables connus;

5° *Ils traversent, tout au moins dans certaines conditions, les filtres en porcelaine ou en terre d'infusoires* imperméables à la plupart des microbes, de même que certaines membranes en collodion (*ultrafiltration*). D'où toute une technique nouvelle permettant d'en calculer, approximativement, cela s'entend, les dimensions, lesquelles diffèrent d'un ultravirus à l'autre. Encore une preuve en faveur de leur diversité ;

6° Point capital : *ils sont parasites obligatoires*, en ce sens qu'en dépit d'innombrables et persévérants efforts, il a été impossible, jusqu'à ce jour, d'en réaliser la culture sur des milieux inertes, inanimés. Les ultravirus ne pullulent, en effet, qu'en présence des cellules vivantes, peu importe si ces cellules appartiennent à l'organisme animal ou végétal contaminé, ou si elles sont en état de prolifération et de survivance *in vitro* (cultures cellulaires). Ce parasitisme obligatoire, cette vie symbiotique inéluctable représente un des caractères les plus frappants des ultragermes, caractère dont il nous faudra tenir compte, avant tout, lorsque nous essayerons de préciser, dans les limites des possibilités actuelles, la nature de ces ultragermes.

Certes, l'ensemble des caractéristiques sus-mentionnées permet de définir, avec une précision suffisante, les ultravirus pathogènes, mais il ne faut pas leur demander plus. Certaines de ces caractéristiques sont, en effet, communes aux infragermes et aux microbes visibles et cultivables, en sorte que, d'accord avec Burnet et Andrewes, il nous faudra reconnaître que leur valeur est plus quantitative que qualitative, donc tant soit peu relative.

*
* *

Or, il se trouve que la majeure partie de ces caractères différentiels apparaît sur le même plan si, en quittant le domaine des ultravirus pathogènes, on pénètre dans celui des bactériophages. Et ceci justifie ce que nous disions, il y a un instant, au sujet de la nécessité de rapprocher ces deux groupes d'éléments.

Rappelons, en quelques mots, en quoi consiste le phénomène de la bactériophagie et comment il fut découvert.

Dans un article publié le 4 décembre 1915 dans *The Lancet*, TWORT fait savoir qu'il a entrepris des recherches dans le but de découvrir des ultravirus

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

saprophytes dans le sol, l'eau, le fumier, et aussi dans le *vaccin jennérien*, et qu'à cette occasion il lui a été donné d'observer un phénomène singulier, dont il donne la description que voici :

Lorsqu'on ensemence de la pulpe vaccinale sur gélose inclinée, on constate l'apparition de colonies staphylococciques d'aspect vitreux, parmi d'autres colonies d'apparence normale. Si l'on a soin de transplanter une trace d'une telle colonie vitreuse sur une culture pure du même staphylocoque, le phénomène se reproduit et peut être réalisé en séries indéfinies. Plus encore, la colonie vitrifiée, diluée au préalable à 10^{-6}, est lysogène (pour employer le terme actuellement en usage), et cela, même après filtration préalable à travers des bougies en porcelaine (Chamberland). Un tel filtrat empêche la pullulation du staphylocoque sur gélose. Il contient donc un principe actif, que l'on peut régénérer à l'infini (à la condition, toutefois, de le mettre au contact de coccus vivants), et dont Twort démontre la persistance *in vitro* pendant de longs mois, ainsi que la thermolabilité. Quant à sa nature, Twort ne la précise pas, tout en envisageant les deux possibilités qui viennent à l'esprit : 1° *ultravirus se multipliant grâce aux bactéries vivantes qu'il lyse*, ou. 2° *forme simplifiée d'une vie organisée, encore inconnue de nous*. Ajoutons que le savant anglais a réussi à reproduire le même phénomène lytique en s'adressant à des bactéries du groupe Coli-typhique-dysentérique (selles d'enfants atteints de diarrhée infantile, ou fèces de chiens contaminés par le virus de la maladie du jeune âge).

Il s'agissait donc là de ce que, deux ans plus tard, d'Hérelle observe, à son tour, et désigne par le terme, aujourd'hui classique, de *bactériophagie*. D'Hérelle met en contact, *in vitro*, un filtrat de selles de dysentériques, avec une culture jeune de B. de Shiga, et constate qu'après un séjour à 37°, cette culture se lyse complètement. Le même phénomène apparaît sous l'aspect de plages claires et stériles, lorsque l'ensemencement est effectué sur milieux solides. Quant à l'interprétation de ce phénomène, d'Hérelle n'hésite pas à la concevoir ainsi : *de même que certaines maladies infectieuses des métazoaires sont provoquées par des ultravirus, pareillement certaines bactéries sont parasitées par un nouveau genre d'ultragermes, le bactériophage, et en subissent l'atteinte lytique*. Dans l'esprit de d'Hérelle, bactériophage devient, de la sorte, synonyme d'ultravirus. En ce qui concerne le cas particulier du B. de Shiga, l'agent lytique apparaît comme un microbe invisible, antagoniste de ce bacille, microbe vivant dans l'intestin aux dépens du *B. coli*.

Y a-t-il quelque rapport entre le phénomène des plages vitreuses, découvert par Twort, et la bactériophagie de d'Hérelle? Nul doute à ce sujet, en dépit de polémiques sans fin. La preuve nous est fournie par les belles recherches de Gratia, qui s'exprime de la sorte à ce sujet : « Puisque l'on peut retrouver dans le phénomène de Twort toutes les caractéristiques de la bactériophagie, et réciproquement, et notamment la transmissibilité en série et la localisation en certains points, on se demande comment d'Hérelle peut assigner à ce phénomène une nature diastasique, en opposition avec la nature vivante qu'il attribue au bactériophage. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

J'exposerai maintenant les principaux caractères des ultravirus, ainsi qu'ils nous sont actuellement révélés par l'expérimentation.

En ce qui concerne leurs *propriétés pathogènes*, en fonction des espèces, variétés et lignées animales, on constate qu'elles sont assez particulières pour chacun d'eux, ce qui est une preuve de plus en faveur de leur pluralité et de leur existence en tant qu'individualités parfaitement définies.

Ils sont doués d'affinités électives, les rattachant spécifiquement à tel ou tel système tissulaire, en fonction de l'origine embryogénétique de ce système [ectodermoses et ectodermoses neurotropes, mésodermoses (lymphogranulomatose inguinale)]. Cette électivité des affinités des ultravirus dépasse les systèmes tissulaires, considérés sur le plan de leurs origines embryogénétiques. Elle s'affirme à tel point que certains ultragermes, appartenant au même groupe (neurotrope, par exemple), agissent, avec une préférence surprenante sur tel groupe fonctionnel et morphologique de cellules, et non pas sur un tel autre groupe. Il y a des *polionévraxites essentielles* (telles la rage, et surtout la poliomyélite et les encéphalites proprement dites), à côté de *leuconévraxites*, type encéphalite post-vaccinale et post-infectieuse (rougeole, varicelle, etc.). Les premières concernent des virus à affinités sélectives pour la *substance névraxique grise*, les secondes offrent un potentiel morbigène s'exerçant à l'égard de la *substance nerveuse blanche*. Il est, cependant, probable que les affinités tissulaires des ultragermes ne sont pas fixées définitivement, tout au moins dans des conditions expérimentales déterminées (transformation du virus rabique des rues en virus fixe).

En tant qu'éléments pathogènes vivants, mais doués d'une organisation plus simplifiée (ce sera la conclusion provisoire à laquelle nous serons conduits à souscrire après avoir examiné le comportement des ultragermes et des bactériophages), *les ultravirus et les agents lytiques sont adaptables*. Doués d'une plasticité incontestable, ils se moulent sur un nouvel ensemble de conditions extérieures et conservent les nouvelles propriétés acquises de la sorte.

Quant aux *bactériophages*, Beard affirme, expériences à l'appui, que l'agent lytique possède, à l'état potentiel, la faculté de s'adapter à des espèces ou variétés bactériennes autres que celles dont il est le parasite habituel. Une telle adaptation peut s'effectuer, d'ailleurs, à l'égard des élévations de la température.

*
* *

Parmi les propriétés principales des ultravirus, nous examinerons, en premier lieu, la *filtration à travers des bougies en porcelaine* ou *en terre d'infusoires et l'ultrafiltration*, ou passage de ces germes à travers des membranes ou des gelées, les membranes les plus utilisées, à l'heure actuelle, étant les membranes en collodion. Le plus récent et le plus perfectionné des procédés d'ultrafiltration est celui d'Elford, basé sur l'utilisation des membranes à porosité mesurable. Plusieurs facteurs influencent la traversée des membranes par les ultravirus et les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bactériophages. Ce sont des facteurs physiques (viscosité, pression, température, tension superficielle, adsorption et colmatage, etc.), la quantité de virus, le milieu qui enrobe l'ultragerme.

L'ultrafiltration au moyen des méthodes les plus modernes a permis de préciser les dimensions des infragermes. Ainsi, une vingtaine d'ultravirus, agents pathogènes de certaines maladies infectieuses et contagieuses de l'homme et des animaux, de même que de nombreux bactériophages, ont été ultrafiltrés et mesurés avec une approximation dont nous aurons à examiner ultérieurement la valeur réelle. Concluons, pour l'instant, que *l'ultrafiltrabilité des ultragermes et des agents lytiques est un fait hors conteste et non des moins significatifs, notamment pour ce qui a trait à la conception de l'individualité et de la pluralité de ces éléments.*

On a étudié le comportement des ultravirus à l'égard des *agents physiques* : dessication, température, rayonnement de la lampe à mercure, rayons X et radium, certaines couleurs en association avec la lumière (photodynamisme), haute fréquence, charge électrique (électrophorèse); on a, de plus, examiné l'action de la centrifugation et des ultrapressions.

Les connaissances acquises dans le domaine du comportement des ultravirus et des bactériophages à l'égard des divers agents physiques prouvent, jusqu'à l'évidence, que ce comportement offre plus d'un point commun avec celui des êtres organisés, qu'ultragermes et agents lytiques sont corpusculaires et de dimensions très réduites, et qu'ils jouissent d'une labilité telle, qu'on n'en trouve de semblable que sur le plan de la matière vivante.

*
* *

Les ultravirus et les bactériophages sont également sensibles à l'action des *agents chimiques* (antiseptiques, bile, glycérine, cystéine, pH, lécithine, cholestérine) et des enzymes. *Les recherches concernant l'influence des agents chimiques et des diastases sur les ultravirus et les bactériophages aboutissent à des déductions tendant à conférer à ces éléments une constitution chimique complexe, se rapprochant de celle de la matière organisée, sans présumer de l'état réel de cette matière, ni du degré de son organisation. Relevons également cette donnée, qui nous sera fort utile lorsque nous essayerons de préciser le mécanisme de la bactériophagie, à savoir qu'une des phases de la lyse, la dernière, paraît obéir aux lois qui régissent les processus enzymatiques, attendu qu'elle se laisse influencer par des facteurs qui jouent un rôle de premier plan dans les réactions caractéristiques des ferments solubles.*

*
* *

Le long chemin parcouru jusqu'ici nous a conduit, petit à petit, à admettre que les ultravirus et les bactériophages offrent, du point de vue de leur comportement à l'égard de l'ultrafiltration, des agents physiques, des principes chimiques ou des enzymes, plus d'une analogie avec les complexes protéo-lipoï-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

diques colloïdaux. Il était donc à prévoir que, comme tels, ces éléments pathogènes ou lytiques seront *adsorbés par les adsorbants de colloïdes* et qu'ils pourront être débarrassés, autant que possible, des impuretés qui les accompagnent. Or, l'expérimentation confirme pleinement ces prévisions.

Actuellement, aucun doute ne saurait subsister quant à la possibilité d'adsorber et d'éluer, en les purifiant plus ou moins parfaitement, la plupart des ultravirus et des bactériophages. Ces éléments se comportent donc, de ce point de vue, comme les colloïdes en général, les enzymes et les toxines en particulier. La question est de savoir jusqu'où peut aller cette purification, tout en étant compatible avec la persistance de l'activité pathogène ou lytique. *Il semble qu'il faille, à l'heure actuelle, renoncer à l'espoir d'obtenir des ultragermes ou des bactériophages à l'état de pureté absolue*, en d'autres termes, complètement débarrassés de matières protéïques (albumines ou globulines), et cela, soit parce que nos méthodes d'élution sont imparfaites, soit pour la raison que les protéïnes font partie intégrante de la constitution même de ces éléments, ce qui est infiniment plus probable et plaiderait en faveur de leur nature organisée. Quant à prétendre, comme le pense Murphy, que les manipulations que l'on est obligé d'effectuer pour purifier les ultravirus et les bactériophages sont incompatibles avec la conception de leur nature organisée, ce n'est là qu'une vue de l'esprit. Des éluats actifs peuvent contenir des microbes cultivables, donc vivants, et, par ailleurs, rien ne dit que l'organisation des ultravirus et des phages soit absolument identique à celle des cellules vivantes. Le contraire est infiniment plus probable.

*
* *

Certains ultragermes et bactériophages, grâce à des perfectionnements apportés aux techniques microscopiques, sont devenus accessibles à nos moyens d'investigation visuelle, et, cela, soit directement (coloration et surcoloration des frottis et des coupes), soit indirectement, par la photographie dans l'ultraviolet (Barnard). Les écoles française et anglaise ont apporté de précieuses contributions dans ce domaine. La conclusion *princeps* qui se dégagera du présent exposé, sera que la définition : *éléments totalement invisibles*, proposée jadis pour désigner les ultragermes et les agents lytiques, n'est plus d'actualité; elle devra être remplacée par la définition : *éléments inaccessibles à nos moyens d'investigation microscopique ordinaire*, plus conforme aux données récentes.

La visibilité directe est rendue possible par l'évolution intracellulaire de certains infragermes, évolution se traduisant, soit par ce que l'on nomme *inclusions*, soit par des formations corpusculaires d'une grande ténuité, les *corps élémentaires*.

Quelle peut être la nature de ces corps élémentaires? Les données fournies par l'expérimentation tendent à prouver que ces *corps se comportent comme s'ils étaient de la matière organisée, douée d'une certaine activité vitale. Ils sont, en effet, corpusculaires, thermosensibles, virulents, immunogènes,*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

agglutinables par les sérums spécifiques, et parfaits antigènes quant à leur comportement à l'égard de la fixation de l'alexine. Au surplus, ils offrent une constitution chimique complexe, à laquelle participent, à des titres divers, des protéines, des hydrates de carbone et des principes inorganiques. Il en est de même, à peu de chose près, des bactériophages.

*
* *

Les ultravirus et les bactériophages peuvent être également mis en évidence grâce à l'utilisation de la photographie dans la lumière ultraviolette. Nul doute possible : *cette microphotographie confirme péremptoirement la constitution corpusculaire des ultravirus et des bactériophages, ce qui apporte une confirmation éclatante aux prévisions formulées, dès 1903, par* ROUX, *à savoir* :

« *Les dimensions de ces microbes (ultravirus) sont voisines des longueurs d'onde de la lumière. Pour les rendre distincts, il faudrait employer des radiations plus courtes, et elles ne seraient pas perçues par notre œil. Il est vrai qu'on peut lui substituer une plaque photographique, et nous verrons, peut-être, un jour, l'image photographique de ces petits êtres vivants, si, toutefois, on surmonte la difficulté de la mise au point.* »

*
* *

La mesure des dimensions des ultravirus et des bactériophages a fait l'objet de nombreuses recherches, lesquelles, grâce à la méthode déjà citée d'Elford, ont fourni d'inestimables contributions à l'étude du problème.

La détermination des tailles des ultragermes et des agents lytiques a été effectuée par trois méthodes :

a) *La centrifugation différentielle;*

b) *La vitesse de diffusion* (Hetler et Bronfenbrenner, 1931);

c) *L'ultrafiltration.*

La première et la dernière de ces techniques se sont révélées les plus exactes.

Il semble maintenant bien établi que *les dimensions des ultragermes et des bactériophages, calculées d'après la méthode d'Elford, révèlent des écarts de tailles* (entre 240 mμ et 10 à 12 mμ) *relativement considérables entre les unités virulentes et lytiques, et constituent une preuve de plus en faveur de la pluralité et de la spécificité de ces unités.* Qu'il y ait toute une échelle de grandeurs, personne ne saurait en douter, mais de là à affirmer, d'une manière péremptoire, que les chiffres calculés sont absolument vrais, et que de nouveaux procédés de mesure, plus perfectionnés que ceux dont on s'est servi, ne modifieront pas, dans un sens ou dans un autre, les valeurs des diamètres moyens des entités actives, ce serait outrepasser une judicieuse valorisation des données acquises à l'heure actuelle.

*
* *

Rappelons, enfin, que les essais de culture (*in vitro*) des ultravirus nous ont, jusqu'à un certain point, éclairés sur la véritable nature des ultragermes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En l'état actuel de nos connaissances, et en dépit de nombreux et persévérants efforts accomplis par les bactériologistes les plus éminents, il a été impossible de cultiver les ultravirus et les bactériophages en dehors des éléments vivants (cellules et bactéries) pour lesquels ils offrent une affinité élective. Si, en effet, ces éléments sont susceptibles de survivre et de pulluler *in vitro*, la culture de l'ultragerme accompagnera la leur; sinon, l'ultravirus ne se multipliera que dans l'organisme.

Les résultats acquis dans ce domaine nous montrent que *les ultravirus et les bactériophages sont des parasites obligatoires*, et que leur potentiel prolifératif, en présence des milieux inertes, est nul, ou peu s'en faut.

*
* *

Il nous reste à examiner le problème, si important et encore si mystérieux, de la *nature des ultravirus et des bactériophages*. Leur constitution, de même que leur nature, envisagées sur le plan théorique, ne peuvent se concevoir que sous l'angle des trois hypothèses suivantes :

Les ultragermes et les agents lytiques seraient :

1° Des éléments matériels *inorganiques*;

2° Des éléments matériels *organiques*, mais dépourvus d'organisation proprement dite, donc de « vie », se comportant à la manière des *enzymes*, et dont l'activité est régie par les lois qui président aux processus diastasiques;

3° Des éléments matériels *organisés et vivants*, capables d'assimiler et pourvus d'aptitudes prolifératives, susceptibles de variations, donc d'adaptations, en d'autres termes, doués de cette plasticité qui caractérise la matière vivante parfaite, telle que nous la concevons en l'état actuel de nos connaissances biologiques;

4° Enfin, des éléments *matériels organisés et vivants*, mais dont la vie, *plus primitive*, diffère de celle des cellules animales et végétales autonomes.

Laquelle de ces hypothèses est la plus conforme aux données expérimentales? Examinons-les tour à tour, avec toute l'objectivité que le problème comporte, sans nous départir d'observations rigoureusement contrôlées, et sans méconnaître, non plus, les difficultés que nous rencontrerons à chaque pas.

Inutile d'insister, plus qu'il ne le faut, sur la *première hypothèse*. Aucun fait ne la confirme, attendu que les analyses, de même que l'ensemble du comportement des ultravirus et des phages, plaident contre elle. La cristallisation du virus de la *mosaïque du tabac*, réalisée par Stanley, ne saurait être qu'illusion sur le plan de la constitution inorganique, attendu que les cristaux contiennent 20 p. 100 d'azote, 1 p. 100 de cendres, et qu'une solution renfermant 1 mg p. 100 de matière cristallisée, donne les réactions des protéines [biuret, xanthoprotéique, glyoxylique et celle de la tyrosine (FOLIN)]. Il s'agit donc d'une complexe cristallin à base d'albuminoïdes, à moins que quelques erreurs d'interprétation ne se soient glissées dans les recherches de Stanley, et, en particulier, l'adsorption de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'élément virulent de la mosaïque par des protéides cristallisées provenant de la plante elle-même, ce qui paraît improbable.

La *deuxième hypothèse* fut formulée par Bordet et Ciuca, et par Kabeshima, à propos de la nature et du mode d'action des bactériophages. Les premiers de ces savants admettent que, sous l'influence d'un facteur extérieur au microbe et indépendant de lui (dans le cas particulier, les leucocytes de la cavité péritonéale de cobayes inoculés de *B. coli*, par voie parentérale), la lyse normale de certaines cultures microbiennes devient prépondérante, d'où une viciation nutritive du germe, viciation héréditaire et contagieuse, puisque transmissible en série. Le phénomène de la bactériophagie serait, en dernière analyse, un acte enzymatique, l'agent lytique remplissant, de la sorte, le rôle d'un ferment protéolytique. Fait capital : envisagé sous cet angle, le bactériophage aurait comme origine le germe lui-même (endogenèse des phages et des ultravirus). « Le bactériophage serait donc un agent essentiel de l'hérédité », la théorie elle-même apparaissant, suivant l'expression de Gratia, une théorie « racique ».

Que doit-on en penser ? Il y a d'abord le fait que l'expérience cruciale de Bordet et de Ciuca, citée précédemment, n'a pas été reproduite avec régularité, ni par d'Hérelle, ni par d'autres auteurs. Il faut, ensuite, envisager cet autre fait, à savoir la difficulté qu'il y a à admettre une transmission héréditaire de la lyse s'effectuant au moyen de principes solubles et filtrables, à moins de supposer que de tels principes sont les supports des caractères acquis, concept dont l'invraisemblance est, pour le moins, probable. Enfin, tout porte à croire que les bactériophages sont corpusculaires, que leur activité lytique est discontinue, et que leurs propriétés fondamentales les écartent nettement des diastases et des toxines microbiennes.

Il n'en est pas moins vrai, cependant, que certaines données récentes semblent montrer que *dans une des phases de la bactériophagie, l'agent lytique se comporte comme s'il déclenchait un processus enzymatique*. Nous faisons allusion à l'action du calcium et du manganèse sur la lyse bactériophagique. On sait que, dans la digestion des matières protéiques, le calcium joue un rôle de premier ordre, en ce sens que la protéolyse ne s'effectue pas en son absence. Or, il semble en être de même ici. En effet, d'après Stassano et de Beaufort, la carence en calcium, provoquée par adjonction de fluorure de sodium (d'Hérelle), ou de citrate de soude (Stassano et son collaborateur), empêche la lyse, fait confirmé, d'ailleurs, par Bordet, Bordet et Renaux (B. dysentérique), et, tout récemment encore, par Wollmann (*B. megatherium*). On sait, de plus, que certains ions intensifient les processus enzymatiques. Or, voici ce qu'observent, à ce propos, Krueger et West, dans le domaine des phénomènes lytiques : des solutions diluées de $MnCl^2$, ou de $MnSO^4$, augmentent l'action lytique des phages sur les staphylocoques sensibles. Dans les conditions de l'expérience, *les mélanges contenant le manganèse ont lysé régulièrement 1/2 heure plus tôt que les témoins*. Le phénomène est dû à l'abaissement du seuil lytique, c'est-à-dire de la quantité de phage-bactéries nécessaire à la lyse. Par contre, il ne semble pas y avoir augmentation même de la pullulation du bactériophage, ni d'effet sur la vitesse de la multiplication bactérienne.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si nous ajoutons à cela que, d'après Ivo Lominski, les filtrats de cultures de staphylocoques lysés par les bactériophages correspondants décomposent l'eau oxygénée, ce qui indique l'intervention d'une catalase, nous sommes portés à admettre que *si rien ne nous contraint à identifier les agents lytiques à des enzymes lysogènes, par contre, nous devons admettre, tout au moins avec quelque vraisemblance, qu'une des phases du phénomène de Twort-d'Hérelle, pour mieux préciser, la phase ultime, est un processus diastasique.* Une telle conception offre l'avantage d'être conforme à la nature organisée et vivante du phage en particulier, des ultravirus en général. Nous savons, en vérité, que tout acte vital comporte une phase enzymatique; or, il serait pour le moins surprenant qu'il en fût autrement des unités virulentes ou lytiques, leur seule manière de s'extérioriser, afin de devenir accessibles à nos moyens d'investigation, étant, précisément, le déclenchement soit d'une lyse (histiolyse avec certains ultragermes, bactériolyse avec les phages), soit d'une prolifération cellulaire (ultravirus néoformatifs), toutes deux entrant dans le cadre des phénomènes diastasiques.

Il s'agit là, d'ailleurs, d'une conception qui n'a rien de surprenant, ni même d'invraisemblable. Elle n'est pas neuve non plus. D'Hérelle paraît l'adopter dès l'instant qu'il admet, à côté du bactériophage corpusculaire et vivant, l'existence d'une « lysine », que les recherches actuelles confirment, en ce sens que l'expérimentation permet de la dissocier de l'agent lytique proprement dit (Sertic, Lominski).

Retenons donc de l'hypothèse de Bordet et Ciuca ce qu'elle offre d'apparemment exact, et passons à la *troisième conception*, celle de la nature organisée et vivante des ultravirus et des phages.

*
* *

L'hypothèse des ultravirus éléments corpusculaires organisés et vivants est la première en date. Personne, du temps où E. Roux décrivait les principales caractéristiques des ultragermes, ne doutait de la nature « microbienne » de ces « êtres de raison ». D'Hérelle en fut le promoteur sur le plan de la bactériophagie. Pour ce savant, le bactériophage est un ultravirus (protobe), parasite du microbe lysable, qu'il contamine, venant du dehors, et qui est constitué par de la matière organisée vivante. Depuis, des discussions sans fin, sources d'innombrables expériences, sont venues compliquer cette conception, si simple et si logique il y a à peine quelque dizaines d'années. De là, la nécessité de l'examiner à nouveau sous tous ses aspects.

Ce qui constitue, sinon des preuves absolues, tout au moins de sérieuses présomptions, en faveur de la nature corpusculaire, organisée, et, par conséquent, vivante, des ultravirus et des bactériophages, ce sont leur activité discontinue, leur visibilité, la pluralité de leurs dimensions établie par l'ultrafiltration, leur comportement à l'égard de la plupart des agents physiques et chimiques, etc. L'étude de leur constitution qualitative et quantitative s'ajoute aux faits déjà relatés précédemment. Nous avons vu ce qu'il en est sur le plan des ultravirus. Voici ce

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que nous enseignent les données analytiques se rapportant aux agents lytiques, préalablement purifiés : d'après Schlesinger, l'analyse élémentaire permet de déceler N = 13,2 p. 100; H = 6,4 p. 100; C = 42 p. 100 et P = 3,7 p. 100. Ces chiffres indiquent que les corpuscules bactériophagiques sont constitués, principalement, par des matières protéiques, la présence de P 3,7 p. 100 plaidant en faveur de leur teneur en nucléoprotéides (absence de polysaccharides, présence de graisse). C'est là, à peu de chose près, la constitution chimique de la matière organisée, et, tout particulièrement, celle des bactéries.

Mais cela ne suffit guère. D'autres arguments outrepassent, en valeur, ceux-ci, et, notamment, la capacité proliférative des ultragermes. Que les ultravirus et les agents lytiques soient, en effet, susceptibles de pulluler en quantités parfois pondérables, sitôt qu'ils se trouvent au contact d'éléments cellulaires réceptifs (peu importe s'il s'agit de cellules animales ou végétales), personne ne saurait en douter en l'état actuel de nos connaissances. Et cela est bien le propre de la matière vivante. Certes, se multiplier, pour ainsi dire, à l'infini, si les conditions s'y prêtent, n'est pas suffisant pour que cette matière vivante s'affirme comme telle; il lui faut, au surplus, être, à la fois, adaptable et plastique. Or, l'adaptabilité des ultravirus et des phages est indubitablement prouvée par l'expérience. Nous en avons dit un mot précédemment. Nous citerons, en outre, les considérations de Schultz, et les expériences de son collaborateur Beard, se rapportant à l'adaptabilité des agents lytiques. D'après le chercheur américain, « le bactériophage ne possède le pouvoir de s'adapter lui-même à une nouvelle espèce bactérienne que s'il offre, à l'origine, une certaine capacité latente pour attaquer la nouvelle espèce sur laquelle on l'entraîne ». Grâce à ce potentiel adaptif préexistant, un agent lytique donné peut, par entraînement et cultures successives, acquérir une activité nouvelle.

Quant à la « plasticité », elle ressort nettement du caractère réversible de certaines influences atténuantes exercées par des facteurs physiques ou chimiques sur les agents lytiques. Sans aller trop loin, souvenons-nous des dernières recherches de Lominski montrant que « le bactériophage, avant d'être détruit par l'élévation de la température, subit une inactivation spontanément réversible », le pouvoir de se fixer sur les bactéries restant intact. « Sans prendre position, dit l'auteur, pour aucune des théories actuelles, nous pensons que si, d'une part, la disparition du titre lytique, sans atteinte du pouvoir fixateur, rappelle des phénomènes du même ordre chez les toxines, au contraire, la plasticité des éléments, permettant leur réactivation spontanée, semble être plutôt un caractère du protoplasme vivant ». Souvenons-nous, également, des recherches déjà citées de Stassano et de Beaufort ayant trait à l' « endormissement » passager du bactériophage par l'éther et le chloroforme. Enfin, si l'on ajoute à tout cela l'extrême pluralité, la variabilité des éléments virulents spécifiques et des bactériophages, nous aurons complété le faisceau de présomption et de preuves plaidant en faveur de la conception d'après laquelle *ces éléments sont constitués par de la matière vivante organisée, si tant est qu'il soit possible de définir, à l'heure actuelle, avec toute la certitude désirable, ce qu'est, en réalité, la vie elle-même.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Dès lors, un nouveau problème se pose. S'il est exact que nous pouvons, pour le moins, nous imaginer les conditions requises pour qu'un complexe protéo-lipido-hydrocarboné puisse se prévaloir du titre matière vivante organisée, nous concevons également l'existence de multiples degrés dans l'organisation d'une telle matière, depuis la plus simple jusqu'à la plus parfaite. Nous sommes conduits ainsi à nous demander sur quelle marche de cette vaste échelle de valeurs se placent les ultravirus et les agents lytiques.

Ici, la capacité de prolifération *in vitro* de ces éléments nous fournit un précieux renseignement. Nous avons vu, dans ce qui précède, que ni les ultragermes, ni les agents lytiques, ne sont capables de se multiplier dans des milieux inertes, et que, seules, les cellules vivantes et les bactéries en voie de multiplication accélérée tolèrent et facilitent cette multiplication. Ils sont donc, les uns et les autres, des *parasites obligatoires*. Incapables de réaliser des synthèses aux dépens de principes inanimés, inorganiques ou organiques, ils ont besoin du monde animé pour vivre et se multiplier.

Quelles en sont les raisons? On doit, évidemment, incriminer, au premier chef, l'imperfection de nos méthodes de culture. A cela, seul l'avenir fournira une réponse satisfaisante. En attendant, nous sommes, pour ainsi dire, contraints de considérer ce parasitisme comme une nécessité inéluctable, et en déduire la seule conclusion qui vient à l'esprit, à savoir que *l'organisation de la matière vivante, entrant dans la constitution des ultragermes et des agents lytiques, n'est pas la même que celle des cellules animales et végétales autonomes, attendu qu'il lui manque l'essentiel : le potentiel assimilatif pouvant s'exercer dans des milieux inertes.*

*
* *

S'il est vrai qu'ultravirus et bactériophages sont des êtres organisés et vivant une vie tant soit peu particulière, on doit se demander s'il y a compatibilité entre leurs dimensions et l'ensemble des molécules de matières protéiques, de lipoïdes, d'hydrates de carbone, de minéraux qui, par définition, doivent participer à l'échafaudage d'un élément, si minime soit-il, susceptible de vivre. Le problème est difficile à résoudre, pour la bonne raison que la définition de la « molécule » de matière vivante elle-même est des plus imprécises. Physiciens, aussi bien que chimistes, sont loin d'être d'accord sur ce sujet, en sorte que nous sommes limités à comparer les tailles calculées des ultragermes et des bactériophages aux dimensions des molécules de matières protéiques et, en premier lieu, de l'hémoglobine, ou de l'hémocyanine, ce qui est manifestement insuffisant. Or, de ce point de vue, Bechhold nous enseigne ce qui suit : une molécule de protéine, aurait, d'après Svedberg, au moins 5 mμ de diamètre; si l'on ajoute les lipoïdes, l'eau, les sels, le ou les catalyseurs, il en résulte qu'un globe de 20 mμ (environ le volume du virus de la fièvre aphteuse) peut, théoriquement, contenir 60 molécules de protéines. Si, d'autre part, nous admettons, avec Svedberg et Nichol, Northrop et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Anson, qu'une molécule d'hémoglobine a un diamètre de 5,5 mμ, l'unité du virus aphteux pourrait contenir 10 à 20 de ces molécules (Galloway et Elford).

Une certaine compatibilité existe donc entre les plus petits corps élémentaires virulents, ou lytiques, d'une part, les dimensions des molécules de matières protéiques, d'autre part, mais il n'en est pas moins vrai que cette compatibilité est des plus serrées. Que savons-nous, cependant, exactement de ce qui est indispensable pour que la vie, en soi, existe et se manifeste sous certains de ses aspects? Nous sommes ici en face du plus sombre inconnu. Aussi, Schultz a-t-il raison lorsqu'il se demande : « pourquoi s'acharner sur le problème du nombre des molécules de protéines nécessaires pour former la plus simple unité vivante? Peut-être l'unité ultime de vie ne dépend-elle pas de la présence, ou de l'absence de protéines ». Gaskell a récemment suggéré que « la vie » pourrait être une « quantité intra-atomique ». Attendons donc, avant de conclure, des données plus précises, que les physiciens et les chimistes nous apporteront tôt ou tard.

*
* *

La nature organisée et vivante des ultravirus et des bactériophages est admise par un grand nombre de chercheurs, entre autres, Burnet et Andrewes. Quant à Bechhold, dont personne ne songe à discuter la compétence en la matière, voici comment il envisage le problème de la vitalité des ultravirus et des bactériophages :

« Jusqu'il y a trois ans, on discutait la question de savoir si les agents pathogènes infravisibles étaient des diastases ou des êtres vivants. On a réussi, depuis, à calculer les dimensions des virus infravisibles par des méthodes offrant toute garantie. Les valeurs ainsi obtenues montrent qu'il n'y a plus aucune raison d'admettre la nature diastasique de ces éléments. »

Toutefois, d'autres expérimentateurs ne partagent pas cette manière de voir, en particulier Hetler et Bronfenbrenner, Mc Kinley et Marg. Holden. Attendons de nouvelles preuves contraires, avant d'abandonner la *conception* « ultravirus et bactériophages = matière vivante organisée ».

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

L'ensemble des constatations morphologiques et biologiques exposées jusqu'ici plaide en faveur de la nature corpusculaire, organisée et vivante des ultravirus et des bactériophages. La question est de savoir quel est, en réalité, le degré de cette organisation, si celle-ci est identique, ou tant soit peu différente de celle de la matière parfaitement organisée, matière capable d'assimiler, de se reproduire et de conférer à sa descendance les caractères innés ou acquis dont elle renferme les supports (gènes). Tout porte à croire que la conception de l'identité devra être abandonnée. Le principal argument plaidant contre une telle conception est celui du parasitisme rigoureux, pour ainsi dire inéluc-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

table, des ultravirus et des agents lytiques. Ce parasitisme suggère l'idée que *la matière organisée de ces êtres de raison est incomplète*, en ce sens qu'elle est incapable d'assimiler, par ses propres moyens, les éléments nutritifs que lui fournit le monde inanimé, et, par conséquent, de se multiplier à l'infini aux dépens de ces éléments; il lui manque ce potentiel assimilatif, sans quoi l'utilisation de l'énergie extérieure est inopérante.

*
* *

Mais ce n'est pas tout. Il nous suffit de considérer l'ensemble du comportement à l'égard des agents physiques et chimiques, pour nous persuader des différences, souvent considérables, du point de vue du degré de l'organisation, entre les ultragermes et les phages, d'une part, les cellules autonomes, d'autre part. Infiniment plus fragile, plus délicatement engencée dans ces cellules autonomes, la matière imparfaitement organisée des ultravirus et des agents lytiques se révèle, généralement, plus rude. Rares sont, en effet, les êtres infravisibles dont la labilité, hors de l'organisme, soit comparable à celle des éléments cellulaires parfaits.

Ainsi, *constitués par de la matière pourvue d'une organisation plus simple, plus primitive, les ultravirus et les bactériophages paraissent appartenir à un monde vivant ignoré jusqu'à ce jour*. Le terme « formes précellulaires de la vie », créé par Twort, semble le mieux choisi pour désigner cette forme particulière d'organisation rudimentaire.

Il apparaît vraisemblable que, lors de la synthèse de la matière organisée et vivante à la surface du globe (par un mécanisme, d'ailleurs totalement inconnu), cette synthèse ne fut ni brusque, ni parfaite d'emblée. Elle a comporté des stades progressifs, ou alternants, et a procédé par tâtonnement, par étapes, du plus simple au plus complexe. Une pluralité qualitative s'en est suivie, ayant, pour corollaire, l'existence simultanée de variétés différentes les unes des autres, précisément par le degré de perfection de cette organisation. Parmi ces variétés, il y en eut de très simples, éphémères, sitôt disparues qu'ébauchées, et d'autres plus complètes, quoique insuffisamment autonomes, et qui n'auraient pas survécu sans le concours de cellules douées d'une vie totalement indépendante. Il s'est créé, de la sorte, un état de parasitisme obligatoire, condition essentielle de la pérennité du « *plasma ancestral inachevé* ». Les représentants actuels de ce plasma ancestral sont, on le devine, les ultravirus et les bactériophages, et aussi peut-être, d'autres états de la matière organisée vivante ignorés de nous. L'adaptation de ces éléments virulents ou lytiques aux organismes complets, leur accrochage aux cellules ou aux bactéries, se sont effectués suivant les lois du pur hasard et ont, de toute évidence, suivi de près la différenciation évolutive, ou mutative, des espèces animales ou végétales. Il y eut, dans la circonstance, un véritable modelage, d'où est résulté ce caractère, apparemment imprévisible et tant soit peu arbitraire, qu'est l'affinité élective.

Il va de soi que, dans notre esprit, l'interdépendance des ultragermes et des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bactériophages, d'une part, de la matière parfaitement organisée, d'autre part, ne concerne que la multiplication. Elle cesse dès qu'il s'agit de la survivance à l'état statique, hors de l'organisme réceptif. Le plasma ancestral rudimentaire se conservera dans le milieu extérieur, mais ne se multipliera pas, aussi longtemps qu'il n'aura pas rencontré, fortuitement, la cellule à laquelle il est adapté, seule capable de lui fournir les élément nutritifs qu'il exige. Et si, par hasard, une telle rencontre ne survient jamais, la dite matière organisée incomplète est vouée à une fin plus ou moins prochaine. Ne serait-ce pas là l'explication de la vie, parfois éphémère, des maladies à ultravirus, dont parle Ch. Nicolle?

*
* *

S'il est vrai que dans la nature tout n'est que mouvement, que perpétuel changement, il apparaît, pour le moins vraisemblable, qu'à l'heure présente, nous assistons à une phase transitoire de cette évolution de la matière organisée incomplète. Les formes précellulaires de la vie tendent-elles vers des états plus parfaits, vers une certaine autonomie, qui, petit à petit, les dégagera de leur servitude actuelle? Verrons-nous, un jour, la transformation des infragermes en êtres plus complets, capables de vivre leur propre vie et de se multiplier, en assimilant la matière inanimée? La science réussira-t-elle, tôt ou tard, à se substituer à la nature, afin de réaliser, *in vitro*, cette évolution à un rythme plus accéléré, et briser ainsi les chaînes qui, actuellement, entravent ces éléments primitifs? Tout est possible. L'avenir seul nous édifiera sur ce sujet.

*
* *

Reconnaissons que, quelle que soit l'ingéniosité des hypothèses proposées pour résoudre le problème, si complexe et si passionnant, de la nature et du mécanisme d'action des ultravirus, aucune ne saurait se prévaloir d'une vérification expérimentale rigoureuse. Elles sont toutes à la merci d'une nouvelle technique, d'un imprévisible dispositif expérimental, capables de démolir tout l'édifice que nous avons peut-être construit, à notre insu, sur du sable. Ce ne serait là qu'un nouvel exemple, entre tant d'autres, de ce que peut réaliser la pensée humaine dans l'évolution, sans cesse étonnante, de nos conceptions biologiques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

APPLICATIONS DE L'ÉLECTROTECHNIQUE AUX MACHINES-OUTILS (*)

par M. Pierre BLANCHET, *administrateur-délégué de « La télémécanique électrique »*.

Les applications de l'électrotechnique aux machines-outils sont à vrai dire très récentes, et leur extension ne date en réalité que de la période d'après guerre.

L'utilisation des machines-outils, d'une façon générale, s'est développée au cours du XIX^e^ siècle qui a vu, au point de vue de la force motrice, le règne de la machine à vapeur alternative.

Les solutions mécaniques de toute espèce se sont seules imposées, et beaucoup d'entre nous ont dans la mémoire ces longues lignes de transmission, qui existent encore dans beaucoup d'usines non rajeunies, avec l'attaque par la machine à vapeur, placée dans une salle contiguë. Tous les problèmes de changement de marche, de changement de vitesse, l'attaque des mouvements auxiliaires étaient réglés par voie mécanique transmise par pignons, arbres à cardans, et, surtout, transmise par courroies avec poulies à gradins, afin de réaliser les changements de vitesse. L'atelier se présentait avec une forêt de courroies, qui constituaient une dépense inutile de force motrice et exigeaient des frais d'entretien très élevés.

Lorsque les transports de force électrique se sont développés, on a débuté en attaquant tout simplement les transmissions par des moteurs électriques de puissance convenable, et il existe encore un grand nombre d'usines, en particulier des filatures, ainsi équipées.

Des discussions techniques très nombreuses s'élevèrent sur l'intérêt de la commande par transmission fractionnée et de la commande individuelle, et, en général, avec de bons arguments, chacun resta sur ses positions.

Je m'efforcerai de montrer pourquoi la commande individuelle d'abord s'imposa peu à peu, mais surtout, comment cette commande individuelle est arrivée de nos jours à la commande des différents mouvements d'une machine par des moteurs spécialisés.

COMMANDE INDIVIDUELLE

DÉVELOPPEMENT. — Quelles étaient donc les causes s'opposant au développement de la commande individuelle des machines-outils, qui nous paraît aujourd'hui si simple, si nette, si pratique?

Dans une usine entièrement installée à commandes individuelles, on constate la netteté des bâtiments, l'agencement des charpentes, les facilités de surveillance, les facilités d'éclairage, tous avantages qui nous paraissent maintenant évidents.

(*) Conférence faite par l'auteur en séance publique le 13 novembre 1937. Voir la discussion qui a suivi cette conférence dans le *Bulletin* de novembre-décembre 1937, p. 537 à 741.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dès l'apparition des moteurs électriques, on a envisagé de commander les machines-outils par ces moteurs, et je pense aux ateliers d'une grosse firme parisienne, spécialisée pour la Marine, qui possède des machines-outils électrifiées depuis bien longtemps. Mais on ne disposait que de moteurs à courant continu, coûteux, encombrants, fragiles au début, d'un démarrage délicat.

Le développement des réseaux à courant alternatif, les facilités de transport de force, le prix de plus en plus réduit du courant électrique, et surtout la simplicité des moteurs d'induction, particulièrement des moteurs à cage d'écureuil, ont permis aux constructeurs électriciens de réduire le prix de revient, d'en éliminer les défauts et les pannes, et de rendre l'emploi des moteurs de plus en plus aisé, d'autant plus qu'il est extrêmement facile de mettre ces moteurs en route.

On prit ainsi l'habitude de munir chaque machine de son moteur propre, puis, par extension, chaque mouvement d'une machine d'un moteur spécialisé.

Avant d'entamer la partie descriptive de mon exposé, je désire attirer l'attention sur la nécessité, pour les constructeurs mécaniciens qui entreprennent l'étude d'une nouvelle machine, de comparer attentivement dans chaque cas les avantages techniques et financiers de la solution mécanique, hydraulique, ou électrique, ou de ces solutions combinées s'il y a lieu.

GÉNÉRALITÉS SUR LA COMMANDE INDIVIDUELLE. — La commande individuelle permet de disposer des avantages suivants :

1° La suppression des lignes d'arbres retire aux charpentes une charge importante et leur évite les fatigues dues aux vibrations ;

2° La suppression des courroies permet de mieux desservir les machines par les ponts roulants et engins de manutention ;

3° Les courroies et les arbres de transmission étaient la cause d'accidents fréquents et souvent graves, qui sont éliminés ;

4° L'installation d'une machine nouvelle est simplifiée, tous les éléments nécessaires à la marche de la machine lui sont incorporés ; il suffit de raccorder son circuit électrique au réseau de l'atelier ;

5° La consommation d'énergie est diminuée ; en effet, la transmission générale avait un rendement médiocre ; elle absorbait, quand l'atelier tournait à vide, une fraction importante de la puissance en charge. Avec la commande individuelle, au contraire, la puissance motrice est transmise par des organes de précision, fonctionnant à un rendement élevé, et ce rendement est stable. La consommation de lubrifiant est également réduite ;

6° L'atelier est plus clair, plus dégagé ; il semble qu'il y ait plus d'air. Les conditions de travail sont meilleures (fig. 1) ;

7° Le groupement des machines peut être étudié sans qu'il y ait à tenir compte d'autres considérations que celles qui intéressent la bonne organisation de la production. Ce groupement peut être ensuite modifié si cela est nécessité par une fabrication nouvelle.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

8° Il n'est plus nécessaire que l'axe des machines ait une position déterminée par rapport aux charpentes; cela permet souvent de réaliser un gain de place;

9° Chaque machine cesse d'être tributaire d'un moteur et d'une transmission uniques dont l'arrêt, pour une cause accidentelle, entraînait l'arrêt général;

10° Il est possible, enfin, en appliquant au moteur un équipement électrique perfectionné, d'obtenir une amélioration sensible du rendement de la machine,

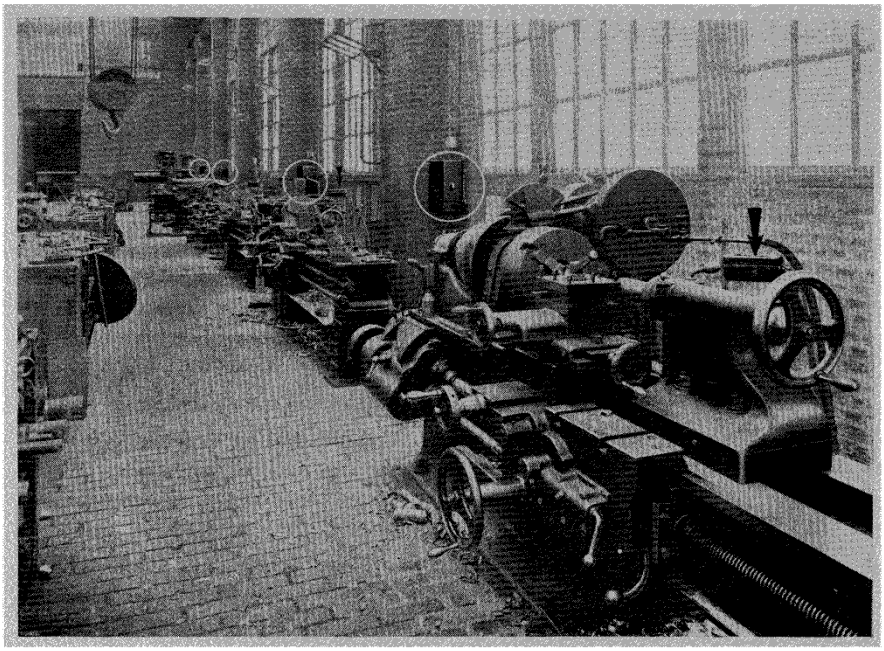


Fig. 1. — Vue d'une partie d'un atelier de mécanique à commande individuelle montrant le large dégagement des machines.
(En haut, à gauche, le crochet d'un pont roulant que l'absence de courroies a permis d'installer.)

par la réduction des temps morts qui représentent une fraction souvent importante du temps total d'usinage.

En définitive, un équipement électrique, bien adapté, valorise une machine en augmentant sa capacité productive.

Facteur de puissance. — L'objection principale faite à la commande individuelle est qu'elle a pour conséquence un abaissement du facteur de puissance. Cette affirmation est inexacte ou, tout au moins, la question ne peut être réglée par une formule aussi sommaire. En réalité, il a été vérifié que le facteur de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

puissance moyen représente, pour chaque atelier considéré, un cas particulier et dépend essentiellement du genre de machine et de leur service. L'étude de ces cas particuliers peut conclure en faveur de la commande individuelle ou, parfois, en faveur de la commande générale.

D'une façon générale, la commande individuelle est avantageuse quand la charge des machines est très variable ou quand un certain nombre de machines ne travaillent que par intermittence; et il faut reconnaître que ces conditions de marche sont fréquentes. Dans les cas moins favorables, la diminution du facteur de puissance ne peut être que faible et ne saurait constituer une objection à la commande individuelle, qui l'emporte par les avantages acquis d'autre part.

Cependant, il faut de toute nécessité que certaines règles soient observées, faute de quoi la commande individuelle entraînerait un avilissement réel du cos φ général. Ces règles sont les suivantes :

1° Il faut éviter les marches à vide, pendant lesquelles les moteurs absorbent inutilement de la puissance réactive et fonctionnent avec un facteur de puissance extrêmement faible. L'arrêt d'une machine doit donc être obtenu, non par le désaccouplement mais par l'arrêt du moteur. Cependant, si des nécessités de l'utilisation imposent le débrayage (pour obtenir un arrêt rapide par exemple), il faut que, simultanément, le moteur soit mis hors circuit. Cette condition permet aussi d'améliorer le rendement en éliminant les pertes de marche à vide;

2° Il faut choisir des moteurs possédant un bon facteur de puissance;

3° Il est très important que la puissance nominale des moteurs soit bien adaptée à la puissance effective qu'ils ont à développer. Cette règle est souvent négligée, et l'utilisation de moteurs trop puissants constitue fréquemment la raison principale d'un mauvais facteur de puissance.

Il est de l'intérêt des utilisateurs de procéder à une vérification de la puissance réelle prise par leurs machines, et de ne pas hésiter à remplacer les moteurs reconnus trop puissants; cette vérification peut se faire au moyen d'un wattmètre enregistreur avec lequel on détermine la puissance moyenne absorbée et la puissance maximum en pointe; la connaissance de ces deux éléments permet de déterminer la puissance d'échauffement et la valeur maximum du couple développé et, par suite, d'évaluer la puissance nominale du moteur convenant exactement à la machine.

Une machine-outil fonctionne généralement au-dessous de sa pleine capacité de puissance et celle-ci n'est utilisée qu'exceptionnellement; il faut que le moteur soit capable de cette puissance exceptionnelle, mais il faut qu'il travaille, en service normal, au voisinage de sa puissance nominale. Pour concilier, dans la mesure du possible, ces deux conditions contradictoires, on admettra que le moteur soit légèrement surchargé pendant la marche à puissance exceptionnelle, mais cela nécessite qu'il soit exactement protégé contre les valeurs dangereuses que pourrait atteindre la surcharge.

Si les conditions que nous avons posées sont remplies, le facteur de puissance

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sera le meilleur qu'il soit possible d'atteindre, mais restera généralement inférieur à la limite au-dessous de laquelle les secteurs de distribution pénalisent l'énergie réactive consommée. Cette faiblesse relative du facteur de puissance est une conséquence inévitable de l'emploi des moteurs d'induction, qui prennent au réseau le courant magnétisant nécessaire à leur marche. Aussi jugera-t-on souvent intéressant de relever le cos φ général au moyen, par exemple, d'une batterie de condensateurs (l'amélioration du facteur de puissance exige une étude attentive des différentes utilisations d'énergie électrique existant dans l'usine et une complète connaissance des moyens applicables).

ADAPTATION DE L'ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE AUX MACHINES. CENTRALISATION DES COMMANDES

La qualité essentielle d'un équipement électrique de machine-outil est de satisfaire à la condition de *centralisation des commandes*, qui constitue l'un des prin-

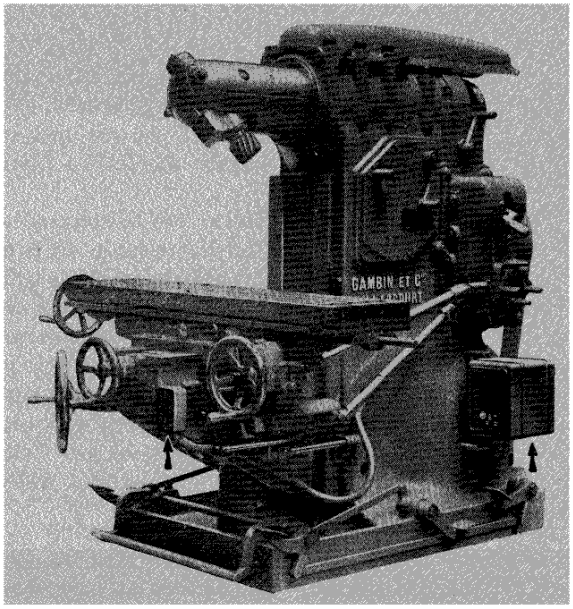


Fig. 2. — Fraiseuse Gambin à commande individuelle par contacteurs.
Centralisation des commandes : boîte à boutons-poussoirs et volants, bien à la portée de l'ouvrier.

cipes directeurs de l'étude des machines modernes et que l'on peut énoncer ainsi : le conducteur doit pouvoir commander, du poste de travail qu'il occupe ou, éventuellement, de chacun des postes qu'il peut occuper, toutes les opérations que comporte le service de la machine; il faut donc que les organes de commande

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

soient groupés pour éviter que le conducteur ait à se déplacer, et leur disposition doit permettre que les manœuvres soient assurées sans recherche et sans hésitation.

La centralisation des commandes permet au conducteur de porter toute son attention sur la pièce en usinage et elle facilite le montage et le réglage des pièces et des outils; elle contribue pour une large part à l'obtention des hauts rendements de production atteints par les machines actuelles.

Le moteur est un des éléments de la machine; il est inséparable des autres dans la considération du but à atteindre qui est : obtenir le meilleur service. Les organes assurant le contrôle de l'équipement électrique ne sauraient donc être différenciés de ceux qui contrôlent le fonctionnement d'un mécanisme et doivent être compris dans l'étude générale du groupement des commandes. Il serait paradoxal, d'ailleurs, de réaliser des machines à commandes mécaniques perfectionnées mais dont l'équipement électrique négligé affaiblirait les gains de rendement acquis par de coûteuses améliorations mécaniques.

COMMANDE ÉLECTRIQUE DIVISÉE.

L'idée de commande individuelle a été de diviser la puissance électrique fournie aux ateliers et de la répartir aux moteurs incorporés à chacune des machines; on peut pousser plus loin cette division et affecter, sur une même machine, un moteur particulier aux mouvements entre lesquels une liaison positive n'est pas nécessaire.

La commande individuelle divisée peut éviter des liaisons mécaniques complexes et permettre, ainsi, une simplification intéressante de la machine; elle s'applique, par exemple, aux avances, au déplacement rapide de tables ou de chariots, aux mécanismes de blocage, aux pompes de graissage ou d'arrosage.

La multiplication des moteurs semble se généraliser sur les grosses machines, dont la grandeur rend plus difficiles les liaisons mécaniques; d'autre part, la suppression de ces encombrantes liaisons améliore l'aspect et facilite l'entretien.

Enfin, la commande électrique divisée est utilisée systématiquement sur certaines machines de production constituées par l'assemblage d'éléments autonomes dont le groupement peut être modifié pour permettre différentes opérations d'usinage.

Moteurs à vitesse variable. Emploi de courant continu. — Le mouvement du moteur est transmis à la broche par une boîte de vitesses. Le rapport des vitesses extrêmes est en général élevé : pour l'usinage de matériaux dont les caractéristiques de dureté sont très différentes; pour effectuer à l'allure convenable les opérations de dégrossissage et celles de finition; pour permettre, enfin, l'utilisation éventuelle des outils extra-rapides au carbure de tungstène. Il faut, d'autre part, que le nombre des vitesses intermédiaires soit suffisamment grand pour approcher dans tous les cas la vitesse de coupe la plus favorable par rapport aux caractéristiques relatives de l'outil et du métal travaillé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On peut conclure de cela qu'il est avantageux d'employer des moteurs à vitesse variable; ces moteurs, en effet, permettent de simplifier la boîte de vitesses, ou réciproquement, étendent l'action d'une boîte de vitesses déterminées. Si la vitesse du moteur est réglable par variations très fractionnées, il est possible de réduire le nombre des étages mécaniques; d'autre part, on réalise un réglage pratiquement continu entre les vitesses extrêmes, ce qui permet d'obtenir dans tous les cas la vitesse de coupe exacte convenant au travail envi-

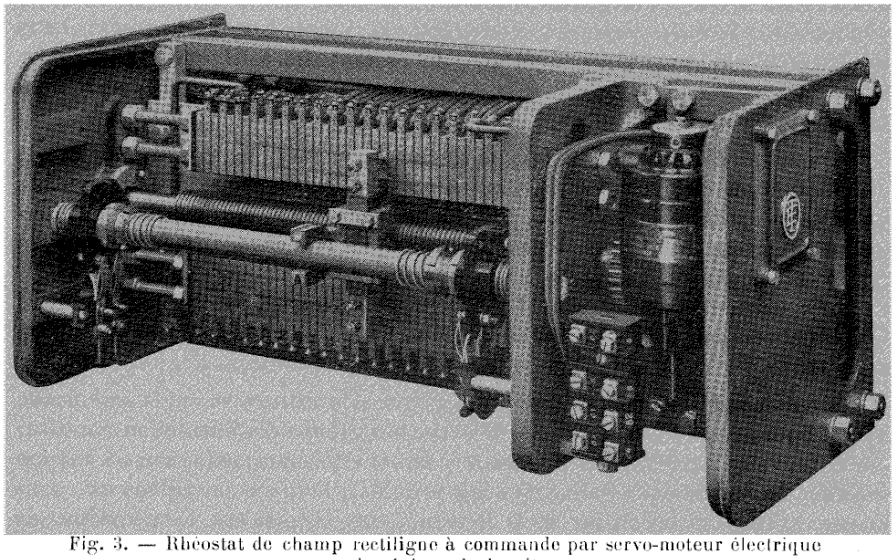


Fig. 3. — Rhéostat de champ rectiligne à commande par servo-moteur électrique pour le réglage de la vitesse.

sagé. Sur certaines machines même, le réglage continu du moteur permet, s'il est suffisamment étendu, de supprimer la boîte de vitesses; c'est le cas, par exemple, des raboteuses.

Mais, le plus souvent, l'alimentation des ateliers est assurée par du courant alternatif et les possibilités du moteur d'induction, en ce qui concerne la variation de vitesse, sont fort limitées; elles se réduisent pratiquement à deux valeurs de vitesse obtenues par couplage de pôles, dans le rapport de 1 à 2 et sans qu'un réglage intermédiaire soit permis. D'autre part, il est préférable, pour conserver un appareillage de démarrage simple, que les moteurs soient à rotor à cage ou à double cage.

On peut reprocher à ces moteurs que leur puissance de régime varie comme la vitesse, tandis que les machines-outils fonctionnent habituellement à puissance constante; il en résulte que le moteur travaille à demi-puissance sur son couplage de grande vitesse, c'est-à-dire dans des conditions défavorables de rendement et de facteur de puissance. Mais, en général, on estime que l'avantage des deux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vitesses domine les inconvénients d'ordre électrique, et ces moteurs reçoivent des applications assez nombreuses.

Les moteurs alimentés en courant continu permettent un réglage progressif de la vitesse dans un rapport qui peut atteindre 1 à 3 et même 1 à 4; on peut donc penser qu'il serait préférable de distribuer du courant continu dans les ateliers; mais, en dehors des frais importants que nécessiterait la transformation du courant alternatif fourni par les secteurs, on renoncerait alors, pour l'ensemble des machines, aux avantages de rusticité et de robustesse qu'offrent les moteurs d'induction. D'autre part, les constructeurs étudient nécessairement leurs machines de série pour fonctionner avec du courant alternatif, que l'on rencontre le plus généralement, et, par suite, l'intérêt d'une modification de la distribution serait souvent illusoire.

Une solution mixte, parfois adoptée, consiste à installer, parallèlement à la distribution alternative, une distribution en continu sur laquelle sont branchés les moteurs à vitesse variable. On peut aussi conserver l'unique distribution alternative et prévoir, pour chacune des machines qu'il faut alimenter en continu, un groupe convertisseur particulier.

Cette dernière solution offre l'avantage de permettre le couplage Leonard (alimentation sous tension variable) qui autorise un réglage de vitesse beaucoup plus étendu que celui qui est possible avec l'alimentation sous tension constante.

La commande Leonard présente de très grandes analogies avec la commande hydraulique. Avec l'une et l'autre, il existe un groupe d'alimentation constitué par un moteur entraînant un générateur; celui-ci est électrique (dynamo à tension variable) ou hydraulique (pompe à débit variable); l'organe de réglage est, dans un cas, le rhéostat de champ de la dynamo, dans l'autre cas, le mécanisme de variation du débit de la pompe; enfin, les arrêts en fin de course sont obtenus par des contacts agissant sur des relais électriques, ou par des taquets manœuvrant les tiroirs ou valves de distribution.

Il semble que la commande Leonard pourrait recevoir des applications plus nombreuses et parfois se substituer avantageusement à la commande hydraulique. En tout cas, la solution électrique aura toujours pour elle : de faciliter la bonne disposition des organes de manœuvre en éliminant toute servitude d'ordre mécanique, de permettre la multiplication de ces organes pour constituer différents postes de commande, d'offrir, enfin, des possibilités plus grandes pour développer l'automatisme des cycles d'usinage.

Freinage électrique des moteurs. — L'analyse des temps improductifs d'une machine met en évidence l'intérêt des arrêts rapides.

Pour obtenir l'arrêt, il faut annuler la puissance vive des organes en mouvement, qui est fonction de leur vitesse et de leur inertie; ce dernier terme peut prendre une grande importance sur les machines dans lesquelles la pièce à usiner et son support se déplacent tandis que l'outil est fixe (tour vertical ou horizontal, par exemple). Quand l'arrêt de la machine est obtenu par l'arrêt du moteur,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'inertie de celui-ci s'ajoute à celle de la machine, mais le moteur apporte alors un moyen efficace de freinage, qui est le freinage électrique.

Dans le cas d'alimentation en courant continu, la réalisation du freinage électrique ne présente pas de difficulté : le moteur est couplé en « freinage rhéostatique » c'est-à-dire que son induit, isolé de la ligne, est branché sur une résistance dans laquelle il débite jusqu'à son arrêt.

Les moteurs à courant alternatif offrent moins de facilité; le seul procédé possible est le freinage en contre-courant, qui consiste à coupler le moteur sur la ligne pour un sens de rotation inverse de celui dans lequel il tourne.

Mais un inconvénient d'ordre électrique se présente, qui est la valeur excessive de l'intensité absorbée. Si le moteur est à bagues, il est facile d'y remédier en prévoyant dans le circuit rotorique une résistance calculée pour limiter le courant à la valeur désirée. Avec ce genre de moteur, la valeur moyenne du couple pendant le freinage est élevée et assure un arrêt très rapide.

Dans le cas des moteurs à cage, et si leur puissance nécessite de réduire la pointe de freinage dans le but d'éviter des à-coups inacceptables pour la distribution dans l'atelier, il n'existe d'autre moyen simple que d'introduire des résistances dans le circuit du stator; mais le couple de freinage, déjà faible avec ces moteurs, s'en trouve encore sensiblement réduit. Notons, enfin, que les freinages, s'ils sont fréquents, ont sur l'échauffement des moteurs à cage une influence dont il faut tenir compte.

Un autre inconvénient du freinage en contre-courant est que le moteur repart en sens inverse après son arrêt; il faut donc que le conducteur commande la mise hors circuit en temps opportun, et cette opération est facile si les organes de contrôle dont il dispose sont de manœuvre aisée et rapide.

Pour simplifier encore la conduite de la machine, il est possible de rendre entièrement automatique l'action du freinage. Cet automatisme comporte d'abord l'inversion du moteur, puis son débranchement quand la vitesse est annulée. La première opération peut être réalisée par des moyens purement électriques, mais il est nécessaire, pour accomplir la seconde, de disposer d'un appareil vérifiant l'état de marche ou d'arrêt du moteur. Cet appareil est du type centrifuge ou, plus généralement, utilise un système à friction accouplé au moteur et déplaçant un jeu de contacts.

APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE.

Nous avons vu, dans leur généralité, les conditions que doit remplir la commande électrique individuelle des machines-outils; elles sont, en résumé, les suivantes :

Conditions d'intérêt électrique : éviter les marches à vide, c'est-à-dire arrêter le moteur quand la machine est elle-même à l'arrêt, ou, plus généralement, obtenir l'arrêt de la machine par l'arrêt du moteur;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Faire travailler le moteur au plus près de sa puissance nominale, ce qui entraîne à admettre exceptionnellement sa marche en légère surcharge et implique, par suite, d'assurer une protection efficace contre les valeurs dangereuses que pourrait atteindre la surcharge.

Conditions d'intérêt mécanique : réaliser la centralisation des commandes et, éventuellement, la multiplicité des postes de manœuvre;

Dans le cas de commande électrique divisée, permettre les verrouillages ou asservissements nécessaires entre les différents moteurs;

Réaliser le freinage par le moteur quand il est nécessaire d'obtenir l'arrêt rapide de la machine.

Il convient d'ajouter que la commande électrique doit permettre, sur certaines machines spéciales, de réaliser l'automatisme d'un cycle de marche correspondant à une opération d'usinage déterminée.

Satisfaire à ces conditions est la tâche de l'appareillage électrique de la machine, qui commande la marche du moteur en conformité des ordres donnés par le conducteur et qui est soumis, d'autre part, aux actions exercées par les sécurités électriques et mécaniques ou par les organes déterminant un automatisme de manœuvre.

Le rôle de l'appareillage est donc essentiel. Il ne peut être rempli pleinement que par l'appareillage à contacteurs; en effet, celui-ci substitue à l'action directe sur les circuits de puissance une action sur des courants faibles parcourant des circuits en fil fin dits « de contrôle ». Les organes de commande deviennent simples, peu encombrants, de manœuvre aisée; leur disposition sur la machine est choisie sans préoccupations relatives aux liaisons, celles-ci ne nécessitant qu'un câblage toujours facile. Enfin, les opérations d'ordre électrique intéressant le moteur sont effectuées automatiquement et le conducteur peut réserver toute son attention à l'exécution de son travail.

Évitant toute étude relative à l'appareillage principal ou de fonction purement électrique, qui serait sans rapport direct avec le sujet, je me bornerai à décrire les organes installés sur la machine elle-même.

APPAREILS MANŒUVRÉS PAR LE CONDUCTEUR. — Le plus souvent, ce sont des contacts à boutons-poussoirs; ils sont d'exécution protégée ou étanche, cette dernière étant nécessairement choisie quand le poste reçoit des projections du liquide d'arrosage ou encore des poussières métalliques.

Sur certaines machines ou pour certains mouvements d'une machine, on préfère parfois la commande par combinateur, plus encombrante mais peut-être plus intuitive en ceci que la manette est dirigée dans le sens du mouvement désiré. Quand il existe plusieurs moteurs, le combinateur peut réaliser un ordre de mise en marche; par exemple, au premier cran, le moteur de la broche, et, au second cran, celui des avances. On assure ainsi, directement, l'asservissement nécessaire.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

APPAREILS MANŒUVRÉS PAR LA MACHINE. — Ce sont, en général, des contacts à ouverture ou fermeture de circuit, attaqués par un élément mobile de la machine et assurant, par exemple : l'arrêt en fin de course, le changement de marche, l'accélération et le ralentissement, ou encore, réalisant des verrouillages ; ils sont employés aussi pour le contrôle des différentes phases d'un cycle automatique d'usinage.

Ces contacts possèdent, dans leur forme la plus fréquente, une commande par poussoir ou par galet, cette dernière permettant l'attaque par une rampe fixée sur le mobile. Ils sont d'exécution protégée ou étanche. D'autres modèles comportent un levier à rappel par ressort, ou encore une lyre.

DISPOSITION DE L'APPAREILLAGE. — L'appareillage est habituellement groupé, suivant son importance, dans un coffret ou dans une armoire fixés sur la machine ou installés à proximité. Une autre disposition consiste à réserver dans le bâti de la machine des emplacements où sont introduits des châssis supportant l'appareillage (fig. 4).

Cette seconde solution apparaît séduisante ; elle permet de réaliser, par la suppression de tout élément séparé, des machines d'un bel aspect, laissant l'impression d'un ensemble homogène et dont l'étude a été conduite en tenant compte de la dépendance des éléments électriques et mécaniques.

Mais il faut reconnaître que l'incorporation de l'appareillage n'est pas toujours facile et qu'elle oblige parfois à des compromis qui sacrifient plus ou moins l'équipement électrique. Le bâti des machines, en effet, doit avant tout satisfaire à des exigences mécaniques, les cellules qu'il est possible de réserver ont des formes et des dimensions dont l'appareillage doit s'accommoder et qui sont rarement convenables ; il existe souvent dans ces cellules des nervures, des saillies, des bossages pour boulons d'assemblage ou de scellement, qui réduisent l'espace réellement utilisable ; enfin, il faut fréquemment diviser l'appareillage et placer chacune des parties en des endroits différents, ce qui multiplie le câblage et complique l'entretien.

Pour ces raisons, l'incorporation de l'appareillage aux machines n'est pas toujours une solution recommandable. Mais il est entendu que, pour cette question, il ne saurait exister de conclusion générale ; cette étude en montre seulement les différents aspects et il faut retenir que chaque machine représente un cas particulier d'équipement électrique.

APPAREILS DE MESURE. — Il est toujours utile de prévoir un ampèremètre mesurant l'intensité absorbée par le moteur ; cet appareil permet d'apprécie la puissance de coupe demandée à l'outil et, en conséquence, de régler dans les meilleures conditions le travail de la machine.

Quand le moteur est à vitesse variable par réglage continu (moteur à accélération par le champ ou groupe Leonard), la vitesse de la broche ou de la table n'est pas définie d'une façon précise et est laissée à l'estimation du conducteur Il

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

est cependant possible d'établir une graduation devant laquelle se déplace un index placé sur le volant de réglage, mais cette graduation ne peut tenir compte des différences dues à la charge; si, d'autre part, il existe, en plus de la variation électrique, une variation mécanique de la vitesse, il faut que la graduation soit multiple pour tenir compte des différentes combinaisons d'engrenages.

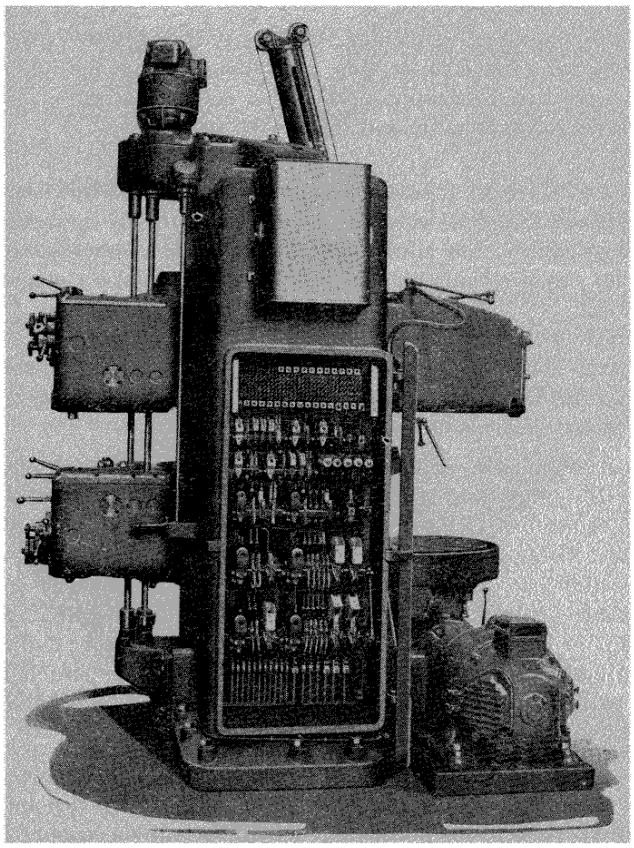


Fig. 4. — Tour vertical Berthiez, dans le bâti duquel est réservé un logement spécial pour l'appareillage à contacteurs.

Aussi juge-t-on souvent préférable de prévoir un tachymètre, dont les indications sont plus exactes et la lecture plus facile. Le tachymètre peut être mécanique ou électrique; ce dernier comporte un transmetteur actionné par l'organe à contrôler et un récepteur; il offre cet avantage que la situation du récepteur par rapport au transmetteur est quelconque, ce qui, par exemple, permet de grouper au poste de commande les appareils de mesure et ceux de manœuvre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

EXEMPLES DE COMMANDE ÉLECTRIQUE INDIVIDUELLE.

Tours parallèles. — La commande électrique des tours met en application la plupart des procédés d'appareillage que l'on peut retrouver sur les autres machines du type universel.

Le plus souvent, les manœuvres sont assurées par des boutons disposés sur le chariot ou sur chacun des chariots. Quand le tour comporte un seul moteur, les boutons sont au nombre de trois, permettant la marche avant, l'arrêt et la marche arrière.

La bonne utilisation d'un tour nécessite toujours le freinage de la broche au moment de l'arrêt. Le freinage est parfois obtenu mécaniquement par un levier assurant en même temps le débrayage du moteur; mais ce moyen est inapplicable quand la longueur entre pointes est suffisante pour que le levier, placé sur la poupée, soit hors de portée du conducteur. On a vu, d'autre part, que des conditions d'ordre électrique obligent à arrêter le moteur en même temps que la machine. Il est entendu qu'il s'agit de tours parallèles utilisés pour des travaux variés ou de petites séries; l'électricien admettra exceptionnellement la marche continue des moteurs des tours automatiques régulièrement approvisionnés et dont le temps d'arrêt, nécessaire au changement de la pièce ou à l'avance de la barre, est très court.

Il est donc rationnel d'obtenir le freinage de la broche par celui du moteur; le moyen le plus simple est de coupler le moteur en contre-courant par une impulsion sur le bouton de marche inverse. Une connexion particulière des boutons facilite cette manœuvre : elle consiste à brancher le bouton « arrêt » pour qu'il coupe l'auto-alimentation des contacteurs d'inversion, au lieu qu'il coupe le fil général; il suffit alors d'appuyer simultanément sur les boutons « arrêt » et « arrière » pendant le temps très court nécessaire au freinage, au lieu qu'il soit nécessaire de presser successivement « arrêt » « arrière » puis « arrêt ».

Les tours de grande puissance et de grande longueur de banc possèdent un poste à boutons sur chacun des chariots et un autre sur la poupée fixe. Les moteurs de ces tours sont généralement alimentés en courant continu, cela pour permettre l'emploi de moteurs à vitesse variable; la variation de la vitesse est alors commandée depuis les chariots au moyen de boutons « plus vite » et « moins vite » agissant sur un rhéostat d'excitation à servo-moteur. On donne ainsi au conducteur la possibilité de régler la vitesse de la broche sans qu'il doive quitter son poste de travail et cela présente, sur les grosses machines, un précieux avantage.

Ces tours possèdent, d'autre part, une commande électrique particulière pour le déplacement rapide des chariots qui est constituée, soit par un moteur unique entraînant une barre sur laquelle on embraye les mécanismes de déplacement, soit par un moteur particulier à chacun des chariots. Dans ce dernier cas, les moteurs ne sont pas installés à poste fixe, mais flasqués sur les chariots dont ils assurent le mouvement; ils sont utilisés parfois pour commander aussi les avances

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de chariotage, ce qui supprime toute liaison mécanique entre les chariots et la la poupée fixe.

Le contrôle de ces moteurs, ainsi que celui des autres moteurs auxiliaires que pourrait nécessiter le service du tour, est également assuré par des boutons groupés avec ceux qui sont relatifs à la commande principale.

La liaison électrique des postes à boutons des chariots pose un problème qui doit retenir l'attention. Ce problème comporte, dans son énoncé même, une difficulté de principe qui est de joindre deux points dont l'un est fixe et l'autre

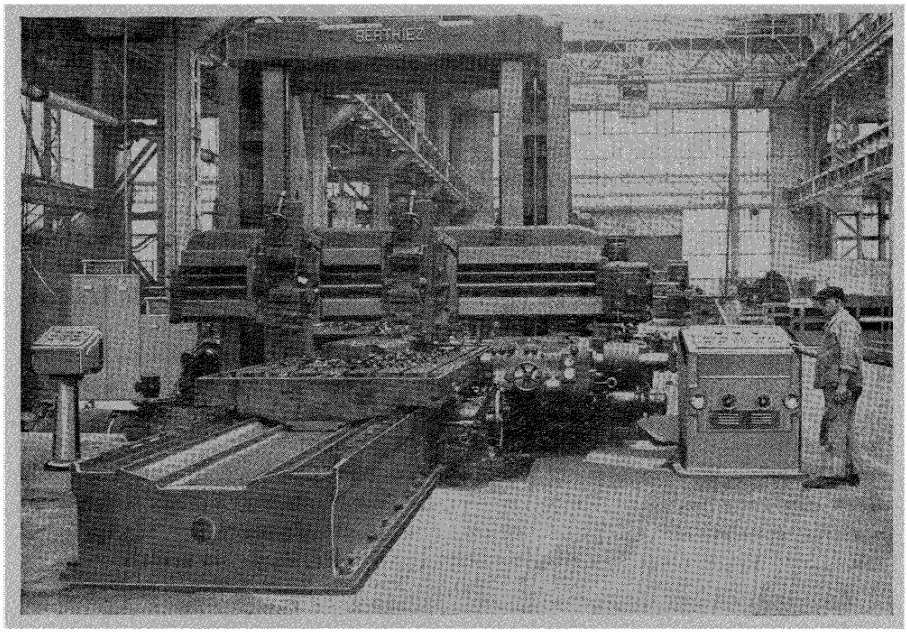


Fig. 5. — Raboteuse Berthiez à commande par groupe Leonard de 80 chevaux.
(De part et d'autre de la machine, les pupitres de commande et de contrôle.
Au fond, à gauche, les armoires à contacteurs.)

mobile; mais il se complique encore par la nécessité de placer la liaison à l'abri des projections du liquide d'arrosage et des copeaux, et par celle d'assurer une résistance suffisante aux contraintes mécaniques, normales ou accidentelles. D'autre part, la fonction remplie par cette liaison est essentielle et conditionne la bonne marche de la machine.

Sur les tours à faible ou moyenne distance entre pointes, il suffit d'un câble souple à multiples conducteurs, bien isolé par une gaine de caoutchouc vulcanisé et protégé par une tresse métallique; ce câble est attaché, d'une part, au chariot et, d'autre part, au banc. On apporte un soin particulier aux attaches, pour éviter

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que les conducteurs soient soumis à des tractions ou à des torsions qui entraîneraient leur rupture.

Quand la longueur du tour est importante, le moyen précédent ne peut convenir; il faut envisager, soit des trolleys, soit des enrouleurs, et le choix entre ces deux solutions nécessite une étude de chaque cas particulier.

Le montage des trolleys est parfois difficile, notamment quand les fonctions

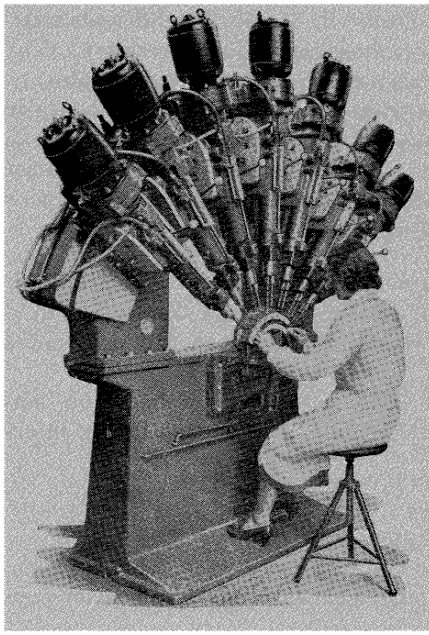


Fig. 6. — Machine S. P. M. pour le perçage automatique, en une seule opération, des segments de freins Ferodo.

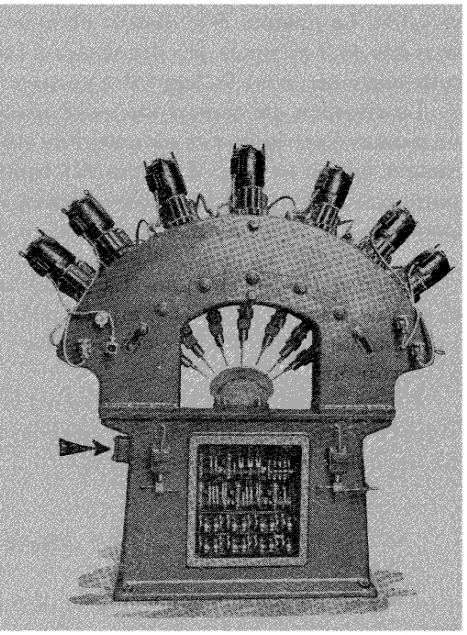


Fig. 7. — Vue arrière de la machine automatique S. P. M. montrant l'appareillage à contacteurs incorporé au bâti.

électrifiées de la machine sont nombreuses et nécessitent un nombre important de lignes de contact.

D'autre part, la tendance actuelle est de réduire autant que possible la hauteur des bancs, ce qui réduit parallèlement la hauteur disponible pour les trolleys. Enfin, il est indispensable que l'étude soit conduite en liaison étroite par le constructeur et par l'appareilleur.

L'enrouleur est d'un emploi plus général mais ne peut convenir que s'il est bien étudié et bien construit: en effet, cet appareil doit reprendre une longueur dépassant parfois 20 m de câble comportant fréquemment de 15 à 20 conducteurs et dont la rigidité relative nécessite l'application d'un effort de traction important; il doit assurer un enroulement régulier et posséder des frotteurs de prise de courant robustes et indéréglabes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

EXEMPLES RÉCENTS DE COMMANDE ÉLECTRIQUE DIVISÉE.

Raboteuse à blindage. — Cette machine (fig. 5) construite par la Maison Berthiez, de Lille, ne comporte pas moins de 13 moteurs différents, commandant chacun un mouvement, à l'exclusion de tout renvoi mécanique. La manœuvre de la table réversible de la raboteuse utilise la solution Leonard, à vitesse variable. La gamme des vitesses étant de l'ordre de 1 à 30, les différents mouvements sont attaqués par des moteurs individuels, mais, le plus curieux, dans cette machine, c'est l'attaque des porte-outils après chaque course de la table.

La vis-mère qui commande les chariots porte-outils est attaquée en bout par un moteur électrique avec réducteur de vitesse, et, à chaque course de la table, le moteur fait un nombre de tours déterminé, correspondant à l'avance du chariot porte-outils. Un cadran gradué permet de régler cette avance une fois pour toutes; ainsi, la solution est entièrement électrique.

Perceuse (fig. 6 et 7). — La perceuse moderne réalisée par la Société Parisienne de Machines-Outils comporte autant de têtes à moteurs standardisés qu'il existe de forets, chacune de ces perceuses étant disposée sur un bâti, de manière à pouvoir être réglée.

Un appareillage électrique convenable réalise la marche simultanée ou individuelle et permet ainsi des opérations d'ensemble, sans aucune liaison mécanique, entre les différentes broches.

CONCLUSION.

Les applications de l'électrotechnique aux machines-outils doivent avoir pour but :

1° La meilleure utilisation possible de la force motrice;

2° La plus grande simplicité d'emploi de chaque machine, grâce aux commandes par boutons-poussoirs centralisées;

3° Une simplification mécanique de plus en plus poussée par l'emploi d'un moteur séparé partout où il y a mouvement, chaque moteur étant placé le plus près possible de l'utilisation;

4° L'automatisme par voie électrique, de plus en plus simple, de plus en plus sûr;

5° L'extension d'une normalisation encore peu développée.

En définitive, ces progrès se traduisent par la diminution de la main-d'œuvre et surtout une conduite plus facile, plus automatique, de nature à utiliser plus couramment une main-d'œuvre inexperte.

Les progrès considérables de l'appareillage électrique, et en particulier de l'appareillage à contacteurs, ont permis d'en généraliser l'emploi et de confier

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les moteurs électriques, même les plus complexes, à des ouvriers qui n'en comprennent pas le fonctionnement.

L'électrification des machines-outils permet des modifications très rapides dans l'ordonnance des ateliers, dans la fabrication, et, à ce sujet, les applications les plus vastes ont été faites dans nos grandes usines d'automobiles.

Enfin, il convient d'attirer l'attention sur une possibilité sociale de l'électrification des machines-outils.

Je pense qu'après un siècle et demi consacré à des progrès scientifiques qui risquent d'engloutir notre civilisation, le rôle de l'ingénieur doit être de plus en plus de se pencher vers l'amélioration sociale, dans le sens le plus large du mot, que les progrès des sciences et de la technique devraient logiquement permettre de doter notre monde souffrant.

L'avenir doit maintenant être plus orienté vers ces recherches que vers l'amélioration brutale, sèche, du rendement, afin de limiter le hideux chômage technique, si difficile à guérir.

En dehors des commodités d'aménagement des ateliers, il est permis d'imaginer un retour vers un artisanat perfectionné.

Quoi de plus facile, en effet, que de placer à domicile, chez l'ouvrier, qui devient un artisan, une machine perfectionnée, qui lui permettra de donner chaque jour à l'usine de montage un certain nombre de pièces déterminées, avec un système de contrôle et de salaires correspondant. Il habitera la campagne et pourra, à temps perdu, cultiver son jardin. Il travaillera aux heures qui lui plaisent, et sera ainsi plus libre; on évitera l'agglomération d'un grand nombre d'ouvriers aujourd'hui prolétaires, dans de véritables villes industrielles, dont les événements récents font mieux comprendre et pressentir tous les inconvénients.

Je pense donc que le but des recherches des industriels et surtout des ingénieurs qui travaillent ces différentes questions doit être d'abord l'amélioration sociale, sans se borner à une recherche trop étroite du rendement: nous devons tous travailler en vue d'un idéal afin de ne pas être entraînés tous dans un chaos dont nous ne savons pas comment nous pourrions sortir.

C'est en exprimant ce rêve, dont j'espère la réalisation prochaine, que je terminerai mon exposé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ

Conférences publiques sur les progrès récents et l'état actuel de la constuction des machines-outils (*suite*).

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE DU 20 NOVEMBRE 1937

Présidence de M. M. Lacoin, *président.*

La séance est ouverte à 16 h. 30 m.

M. Lacoin, *président.* — L'ordre du jour de la séance d'aujourd'hui comporte deux conférences : l'une de M. P. Brucker, chef des ateliers, principal aux Chemins de fer P.-O.-Midi, l'autre de M. Paul Busson, Ingénieur des Arts et Métiers, directeur des Ateliers A. Aubry.

Avant de donner la parole à M. Brucker, je tiens à vous le présenter. J'y tiens d'autant plus que M. Brucker est chef d'un service important dans un réseau de chemins de fer auquel j'ai moi-même appartenu pendant 21 ans. Je suis particulièrement heureux de vous signaler aujourd'hui ses travaux extrêmement intéressants sur la réorganisation des ateliers de réparations, spécialement en ce qui concerne le travail des tubes de chaudières. Il s'agit de travaux extrêmement délicats étant donnée la constitution des métaux qu'on utilise, des travaux dans lesquels la pratique devance souvent la théorie et conduit parfois à des théories nouvelles.

L'outillage portatif des chemins de fer est d'ailleurs extrêmement important. Je n'en connais guère d'analogue que celui des chantiers et arsenaux de la Marine.

M. Brucker a eu l'occasion, non seulement d'utiliser un ensemble d'outillages portatifs très important mais de réorganiser son entretien. Il va vous faire une conférence intéressante, je lui donne la parole.

M. P. Brucker, chef des Ateliers, principal aux Chemins de fer P.-O.-Midi, fait une communication sur *L'outillage portatif, électrique et pneumatique, des ateliers de mécanique.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le manque de souplesse et de mobilité de la plupart des machines-outils fixes empêche que certains travaux puissent y être effectués. C'est le cas lorsque les pièces à travailler sont ou de forme compliquée, ou encombrantes, ou encore non transportables. Le dressage, l'ajustage et le polissage des surfaces, gauches notamment, les travaux de chaudronnerie, qui s'effectuaient autrefois exclusivement avec des outils à main, s'exécutent de plus en plus fréquemment avec des outils, sinon tenus en mains, du moins dirigés et commandés facilement à la main, et actionnés, soit électriquement, soit par l'air comprimé. Le conférencier donne une idée de l'importance prise par les outils portatifs en citant le cas des ateliers de chemins de fer où, malgré une proportion très forte de main-d'œuvre employée aux machines-outils (50 p. 100), l'outillage portatif occupe 25 p. 100 de la main-d'œuvre, et l'outillage à main aussi 25 p. 100.

Il classe et décrit les différents types d'outils portatifs. Dans l'outillage de choc ce sont les marteaux burineurs, riveurs, dériveurs, détartreurs-décalamineurs; dans l'outillage rotatif, ce sont les perceuses, aléseuses et taraudeuses, les machines à visser, ébarber, meuler, mandriner, à serrer et à desserrer les écrous, les scies et cisailles, les palans; dans l'outillage utilisant simplement la pression figurent les appareils de sablage et les pistolets à peindre.

M. Brucker donne, pour tous ces outils : leurs caractéristiques selon leur provenance (dimensions, poids, vitesses, consommation d'air comprimé ou d'énergie électrique, puissance, rendement, prix); leur mode d'entretien, leur vérification et leur essai. Les outils portatifs étant soumis à des conditions de travail très dures et très variées, pour que leur rendement ne baisse pas, il convient de procéder fréquemment et à intervalles réguliers, tous les mois par exemple, à des essais et à des vérifications.

E. L.

M. Lacoin, *président*. — La conférence de M. Brucker a été extrêmement complète, précise, détaillée, et a su à la fois envisager un domaine déjà assez large au point de vue technique, et ses répercussions sur le domaine encore plus large de l'économie des réparations dans son ensemble.

Je crois donc qu'une discussion sur ce sujet serait difficile, étant donné le peu de temps dont nous disposons. Néanmoins, nous avons ici des personnalités extrêmement compétentes dans ce domaine pour prendre la parole non seulement comme constructeurs, mais aussi comme utilisateurs : M. Marcel Bloch, Ingénieur en chef des Chemins de fer, qui a entrepris dans les ateliers de chemins de fer une œuvre si connue et si considérable; M. Robert Lelong, Inspecteur général du Génie maritime, qui a joué un rôle prépondérant dans la réorganisation des ateliers de l'arsenal de Toulon. S'ils avaient quelques suggestions à faire ou questions à poser, nous serions très heureux de leur donner la parole pour un temps très bref.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Je tiens à remercier spécialement M. Brucker des desiderata qu'il a exprimés à l'égard des constructeurs, ce qui est extrêmement utile. Un des buts des conférences que nous organisons ici, est précisément de provoquer, entre constructeurs et utilisateurs, des échanges de vues d'ordre général, intéressant non seulement leur spécialité, mais aussi les ingénieurs des autres industries.

Si quelques auditeurs ont des questions à poser, je leur demande de le faire par écrit; elles seraient reprises pour discussion lors de la conférence de M. Androuin. Je me permets d'en poser une, personnellement.

Les appareils électriques à haute fréquence qui nous ont été signalés sont-ils récents ou déjà anciens? J'ai vu récemment travailler dans des ateliers usinant des aciers coulés extrêmement durs, des outils très récents, dont on a peu parlé jusqu'ici et qui donnent des résultats remarquables. Il serait utile de les faire connaître.

M. Brucker. — J'ai parlé d'appareils mis en service il y a peu de temps, bien que leur création remonte assez loin. En effet, les appareils à haute fréquence existent déjà dans l'industrie depuis quelques années. Le développement n'en est pas extrêmement poussé, du fait de la nécessité d'avoir un réseau de distribution spécial, ce qui limite leur emploi. De plus, la dépense à engager pour leur utilisation est assez élevée.

Ces appareils permettent d'obtenir par rapport aux machines électriques ordinaires une puissance plus grande; mais ils ne sont appelés à se développer que si on dispose d'un réseau de distribution qui le permette.

M. Lacoin, *président*. — Une autre question importante serait celle de la définition des zones d'emploi les plus favorables à tel ou tel des groupes de machines dont M. Brucker nous a parlé.

M. Marcel Bloch. — Je crois utile d'insister sur l'un des points que M. Brucker a traités dans sa fort intéressante conférence : l'importance de l'entretien en matière d'outillage et spécialement en matière d'outillage pneumatique.

Il me revient que le directeur d'une usine de mécanique générale était à une époque saisi de doléances de la part de ses divers chefs d'ateliers, qui se plaignaient de l'insuffisance de la pression d'air comprimé, résultat, semblait-il, d'un accroissement sensible du nombre des perceuses et des marteaux simultanément en service.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le directeur en question allait souscrire à l'achat d'un nouveau compresseur quand il se dit qu'il serait peut-être bon, avant d'immobiliser de nouveaux capitaux, de se rendre compte du rendement de l'outillage en service.

Il fit mesurer le rendement de ses compresseurs, mesurer l'importance des fuites aux joints des canalisations fixes, des tuyauteries souples... et il découvrit ainsi qu'il pouvait déjà, moyennant des dépenses minimes, obtenir un accroissement de la pression aux points d'utilisation.

Il alla plus loin. Il fit vérifier au banc d'essai (un banc d'essai sommaire et économique) toutes ses machines portatives et fit remettre en état celles dont la chute de rendement et donc la consommation d'air avaient atteint des proportions importantes.

Le résultat de ces mesures lui permit d'éviter l'achat d'un nouveau compresseur et de faire fonctionner toutes ses perceuses et tous ses marteaux à la pression prévue.

Inutile de dire que ce directeur ne se borna pas à faire une seule fois ces vérifications. Il en prescrivit la répétition aux cadences : hebdomadaire, pour la recherche des fuites, et mensuelle, pour le contrôle des outils portatifs.

M. M. J. Androuin. — La création de l'outillage pneumatique n'est plus récente puisqu'à l'Exposition de 1900 il en a été fait de nombreuses démonstrations pratiques, notamment en ce qui concerne le burinage, le matage, le rivetage, le perçage, le taraudage, la pose des entretoises de foyers, etc....

Ce matériel subit néanmoins, à l'heure présente, une évolution importante, surtout dans le sens de l'accroissement de la vitesse. Il en est de même du matériel électrique.

L'accroissement des possibilités de vitesse d'action des outils et les besoins qui sont nés du développement de l'emploi des métaux légers ont conduit à l'élaboration des machines rotatives à très grande vitesse. A chaque pas en avant des machines pneumatiques a correspondu une riposte des machines électriques, et l'ensemble est certainement encore loin d'avoir dit son dernier mot.

Nous retrouvons là une manifestation d'une loi d'évolution, qui est tout à fait générale, à savoir que *le perfectionnement d'une technique suscite immédiatement celui des techniques concurrentes.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

De l'intervention de M. Bloch à propos de la nécessité de bien entretenir les installations nécessaires à la production et à la distribution de l'air comprimé, se dégage aussi la manifestation d'une loi générale. Pourquoi certaines usines ont-elles eu besoin d'augmenter leurs installations de compresseurs?

C'est que l'organisation de l'entretien des installations existantes était insuffisante. Et cela montrerait une fois de plus, s'il en était besoin, que *l'inflation du machinisme est toujours une conséquence directe de l'insuffisance d'organisation.*

M. Lacoin, *président.* — Je remercie M. Bloch et M. Androuin de leur complément d'informations, qui peut avoir des perspectives très pratiques pour des domaines autres que les chemins de fer.

Je donne la parole à notre second conférencier, M. Paul Busson, Ingénieur des Arts et Métiers, directeur des Ateliers A. Aubry, qui s'est spécialisé depuis de nombreuses années dans l'emboutissage et le découpage des métaux en feuilles. Ces opérations, qui font aujourd'hui l'objet d'une véritable industrie, ont pu se perfectionner grâce au développement de l'automobile qui est pour elle son principal débouché; elles posent des problèmes que la métallurgie doit résoudre, et que le plus souvent elle a résolus assez vite, de sorte que les métaux spéciaux trouvent leur application dans d'autres industries. M. Busson a donc eu à organiser les fabrications les plus variées, et le sujet qu'il va traiter est à la fois très important et de la plus grande actualité.

M. Paul Busson, Ingénieur des Arts et Métiers, directeur des Ateliers A. Aubry, fait une communication sur le *Matériel et outillage pour le travail des métaux en feuilles.*

La construction automobile utilise de plus en plus des pièces embouties qui, autrefois, étaient obtenues par forgeage, moulage ou usinage sur les machines-outils. Grâce aux débouchés de l'automobile, on a pu perfectionner grandement les méthodes et le matériel d'emboutissage et étendre son application, non seulement en carrosserie, mais à l'obtention d'un grand nombre de pièces de petites ou moyennes dimensions; leur fini et leur solidité ne laissent en effet rien à désirer. La substitution de l'emboutissage aux autres modes d'exécution se traduit par une économie de matière première (par suite d'une diminution considérable des déchets) et de main-d'œuvre (par suppression des opérations d'usinage). L'emboutissage peut se compléter par un nervurage et un poinçonnage exécutés par les mêmes procédés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les pièces ainsi embouties sont des plus diverses; le conférencier décrit, à titre d'exemples, en montrant les passes successives auxquelles la feuille est soumise, l'exécution de carters divers, de couvercles, boîtiers, de socles, poulies et leviers, d'un cric de voiture, d'un réflecteur de lampe électrique, de réchauds et fourneaux à gaz, d'un genou en alliage léger pour jambe de prothèse.

On ne connaît pas encore très bien les propriétés des métaux en feuilles. Tout l'art de l'emboutisseur consiste à ne demander au métal, à chaque passe, que des déformations admissibles, et à savoir quand et comment il faut le régénérer par traitement thermique pour faire disparaître l'écrouissage qu'il a subi par traction au cours des passes d'emboutissage. Ces considérations déterminent le choix des aciers pouvant convenir à l'exécution par emboutissage d'une pièce donnée.

Le conférencier, après avoir décrit les différents types de presses à emboutir les plus récentes et de l'usage le plus courant, signale l'intérêt qu'il y aurait à organiser un enseignement de l'emboutissage en France. Son étude méthodique n'a jamais été entreprise et il n'a fait l'objet que de recherches isolées et sans grande coordination. L'emboutissage ne paraît être enseigné que depuis peu. C'est surtout aux frais énormes qu'il comporte que la création de cet enseignement paraît se heurter en France. E. L.

M. Baclé. — M. Lacoin, obligé de partir, m'a prié de l'excuser auprès de vous et de le remplacer à la présidence. J'en profite pour remercier M. Busson de sa conférence et de ses explications, si claires, sur toutes ces questions d'utilisation des métaux en feuilles par emboutissage.

Si quelqu'un demande la parole, je la donnerai si vous croyez demander quelques explications complémentaires au conférencier.

M. Androuin. — La difficulté de l'étude méthodique de l'emboutissage ne nous a pas échappé.

Depuis longtemps, l'attention de l'Enseignement technique a été attirée sur la nécessité de prendre en mains cette question et d'organiser dans les écoles où l'on forme les ingénieurs l'enseignement du travail des métaux en feuilles. Cet enseignement ne doit pas être seulement descriptif et énumératif; il doit être orienté dans le sens de la recherche comme le demande M. Busson.

Il est d'ailleurs entrepris depuis plusieurs années, mais son développement a été retardé par diverses causes, parmi lesquelles on retrouve, comme toujours, le manque de moyens financiers. Pour donner un tel enseignement, il y a lieu de former des maîtres. C'est un travail de longue haleine auquel nous nous employons.

M. Busson a aussi insisté sur la nécessité d'une bonne littérature tech-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nique sur le travail des métaux en feuilles. Nous nous en préoccupons; prochainement paraîtra un ouvrage destiné aux écoles et à l'industrie. Cet ouvrage a été rédigé par des spécialistes; il répondra assez exactement aux désirs exprimés par M. Busson.

M. Busson. — Je suis heureux d'apprendre qu'on se préoccupe d'organiser l'enseignement du travail des métaux en feuilles. Il me semble que l'attention devrait se porter surtout sur celui des écoles. J'ai appris indirectement que l'emboutissage est enseigné depuis peu dans au moins trois écoles en Allemagne. J'aurais voulu savoir comment il l'est et quels résultats il a donnés; mais la personne qui m'avait renseigné n'a pu le faire. Il serait intéressant aussi de savoir ce qu'on a fait dans le même ordre d'idées dans d'autres pays étrangers.

M. Marcel Bloch. — J'ai été assez désagréablement surpris d'apprendre que jusqu'ici, l'enseignement de l'emboutissage s'est heurté à une question d'argent. Il semble que les chambres syndicales intéressées pourraient assez facilement organiser des laboratoires d'essai à frais communs, comme en Suède. On m'a dit que l'enseignement technique, en ce qui concerne le travail des métaux, est organisé par les syndicats suédois, qui disposeraient de 35 millions de francs par an à cet effet.

Nous avons d'ailleurs la preuve de ce que peut donner une semblable organisation puisque la chose a été réalisée en France depuis longtemps pour la soudure autogène. L'Office central de l'Acétylène et de la Soudure autogène, aujourdhui très prospère et qui a fait faire des progrès considérables à la soudure, grâce notamment à un enseignement excellent, est un modèle dont on pourrait s'inspirer.

M. Baclé, *président*. — Je remercie vivement M. Busson de son intéressante conférence et de ses suggestions en ce qui concerne l'enseignement de l'emboutissage. Je remercie de même MM. Androuin et Bloch des renseignements complémentaires qu'ils nous ont donnés sur ce second point, dont l'importance ne nous échappera pas. Nous espérons que cet enseignement sera organisé très prochainement dans notre pays, et nous en attendons les meilleurs résultats.

La séance est levée à 19 h.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Conférences publiques sur les progrès récents et l'état actuel de la construction des machines-outils (*fin*).

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 11 DÉCEMBRE 1937.

Présidence de M. M. LACOIN, *président*.

La séance est ouverte à 16 h. 30 m.

M. LACOIN, *président*, rappelle que la réunion est une assemblée générale ordinaire des membres de la Société, assemblée annuelle de fin d'année, au cours de laquelle, conformément aux statuts, il doit être procédé à l'élection des membres du Bureau pour 1938 et à la ratification de la nomination, pendant le courant de l'année 1937, de nouveaux membres du Conseil d'administration. Le scrutin sera clos à 17 h., ainsi qu'il a été annoncé sur la convocation qui a été adressée aux membres de la Société.

M. WALCKENAER, *président du Comité des Arts mécaniques*. — Un nouveau deuil frappe notre Comité des Arts mécaniques. Après Édouard Sauvage, c'est Léon MASSON qui disparaît. Ils étaient les deux plus anciens membres du Conseil de la Société d'Encouragement, y étant entrés respectivement en 1891 et en 1898.

Léon-Noël Masson, né le 17 mars 1852, était fils d'un notaire d'Orléans. Sorti ingénieur de l'École Centrale des Arts et Manufactures en 1875, nous le trouvons en 1878, rédacteur au secrétariat du Comité central des Congrès de l'Exposition universelle. Il est ensuite attaché au Conservatoire national des Arts et Métiers et, pendant vingt ans, son nom est inséparable de l'Administration du Conservatoire. Il commence par y remplir les fonctions d'inspecteur, sous la haute direction du général Morin et sous les ordres immédiats de Tresca, ingénieur sous-directeur. Au général Morin, décédé en 1880, succèdent Hervé Mangon, puis le colonel Laussedat, de 1881 à 1900. C'est pour le Conservatoire une période de brillant développement : l'institution étend ses branches d'activité, accroît la popularité de son enseignement par les conférences publiques du dimanche, multiplie ses cours du soir, agrandit ses installations, met à profit toute occasion d'enrichir son musée.

Dans cette œuvre multiple et féconde, Masson a été le collaborateur intime de Laussedat, dont il avait toute la confiance. Son titre d'inspecteur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fut remplacé en 1883 par celui d'ingénieur du Conservatoire, qu'il garda jusqu'en 1897, époque où il fut nommé ingénieur sous-directeur et membre du Conseil de Perfectionnement.

Lors de l'Exposition universelle de 1900, il faisait partie du Comité du groupe IV, classe 21 (appareils divers de la mécanique générale).

A la même époque, la direction de Laussedat prit fin et de notables changements intervinrent dans l'organisation du Conservatoire. Deux organismes spéciaux, distincts du reste des services, furent institués par décret : le Laboratoire d'Essais mécaniques, physiques, chimiques et de machines et l'Office national des Brevets d'inventions et des marques de fabrique. Masson fut nommé directeur du Laboratoire d'essais. Mais, au bout de quelques mois, il fut amené à se démettre de ce poste, auquel fut appelé le professeur A. Pérot, qui, par la suite, a eu pour successeurs Cellerier et M. Boutry. Masson se trouva placé dans la situation de directeur en congé, titre remplacé ultérieurement par celui de directeur en congé hors cadre, qu'il a conservé pendant le reste de sa vie.

Léon Masson s'est consacré alors à des travaux divers, notamment comme arbitre expert près les tribunaux de la Seine, ainsi qu'à l'administration de plusieurs grandes sociétés industrielles. C'est ainsi qu'il entra au conseil de la Société du Gaz Lebon en 1908, en fut secrétaire pendant quinze ans (1914-1929) et, en 1929, à la mort du président Herbette (ambassadeur de France à Bruxelles) fut investi à son tour de la présidence, qu'il a exercée jusqu'à son décès. Il a été, d'autre part, administrateur de la Compagnie de Saint-Gobain jusqu'en 1936.

Durant toute sa carrière, il n'a cessé de se dévouer aux intérêts du génie civil. Il a été président de l'Association amicale des anciens Élèves de l'École centrale de 1909 à 1913, et membre du Conseil de cette école de 1913 à 1923. Pendant la guerre, il s'attacha à se rendre utile, en toute occasion, aux anciens Centraux mobilisés. D'autre part, il dirigea l'une des sections du Congrès général du Génie civil, qui fut organisé en 1917 comme suite à la Conférence économique interalliée de 1916, et qui tint ses assises en 1918 sous la présidence de M. A. Millerand.

D'une grande bienveillance et d'une extrême courtoisie, Léon Masson faisait bénéficier ses amis et ses collaborateurs, dans tous les groupements dont il faisait partie, d'une grande abondance de souvenirs sur les hommes et les choses, à la faveur d'une mémoire remarquablement fidèle.

Ses dernières années ont été douloureusement attristées par la mort de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sa fille, victime d'un accident d'automobile. Ce nous est une raison de plus pour exprimer avec émotion nos condoléances à la famille de cet excellent collègue.

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

M. DAUTRY (Raoul), (C. ✻), directeur général honoraire des Chemins de fer de l'État, 19, rue Casimir Périer, Paris (7e), présenté par M. Georges Risler et M. Lacoin;

M. DURIEUX (Jean), licencié ès sciences, industriel, 18, rue Pavée, Paris (4e), présenté par M. Lemaire (1938).

M. DURIEUX, fils de notre regretté collègue, lauréat de la Société, bien connu pour sa fabrication des filtres en papier pour analyse dans les laboratoires de chimie, a tenu à succéder à son père parmi nous.

M. Albert THULOUP (O. ✻, O. ❂), Ingénieur général du Génie maritime (C. R.), correspondant de l'Académie des Sciences, membre ordinaire de notre Société depuis 1929, s'est fait inscrire comme membre à vie.

Nous remercions vivement ces deux collègues de la nouvelle marque de l'intérêt qu'ils portent à notre Société.

Notre collègue, M. Jean FRESSINET, membre du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, a été nommé chevalier de la Légion d'honneur. Nous lui adressons nos très vives félicitations.

M. M. J. ANDROUIN, Ingénieur des Arts et Métiers, membre du Conseil de la Société d'Encouragement, fait une communication sur *L'évolution récente de la machine-outil en France et à l'étranger.*

Après un bref historique sur l'évolution de la machine-outil, d'abord très lente à ses débuts, le conférencier signale les facteurs qui ont déterminé ses progrès récents, progrès qui ont été extrêmement rapides dans ces toutes dernières années; puis, à l'appui de ces facteurs déterminants, il présente, sous forme de projections, des exemples concrets et tout à fait à jour de réalisations dans plus d'une centaine de machines-outils les plus diverses, dont il commente les particularités; l'ensemble présente ainsi un tableau complet de l'état actuel de la technique de la machine-outil en France et à l'étranger. Il ne s'agit là que de machines fixes ou semi-fixes et non pas de l'outillage mécanique portatif.

Voici quelques-uns des facteurs dominants qui ont déterminé l'évolution récente :

1° L'impulsion qui a été donnée par les États-Unis; leurs constructeurs,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

poussés par le besoin, n'étaient pas liés par des traditions. Auparavant, les Anglais étaient à peu près les seuls constructeurs de machines-outils. L'Allemagne a subi la première cette impulsion; la France ne l'a guère subie qu'après 1918. Le manque de machines-outils pendant la guerre a aussi contribué aux nouveaux progrès. Cependant, avant 1914, d'assez nombreux constructeurs français, que M. Androuin cite, avaient déjà à leur actif de très belles réalisations;

2° Le rationalisme technique, dont le développement a été facilité par celui de l'enseignement technique, qui a rendu nos ingénieurs capables de s'affranchir de celles de nos traditions technologiques qui ne répondaient plus aux nouvelles conditions d'existence. Nos ingénieurs ont pu ainsi déterminer les principales qualités que devait posséder avant tout une machine-outil répondant à un besoin ou à une destination donnés;

3° Le développement de l'organisation méthodique du travail, et notamment de la normalisation, qui ne sont qu'une des formes du rationalisme technique : la machine-outil est en effet un produit direct de cette organisation du travail, et elle ne vaut que par la manière dont elle répond aux exigences de cette organisation. Il s'en faut, et souvent de beaucoup, que toutes les transformations que les constructeurs de machines-outils ont fait subir à leurs productions procèdent rigoureusement de l'idée de l'organisation scientifique du travail; mais on peut affirmer sans réserves que dans tous les cas où il n'en a pas été ainsi on a construit moins bien. Il est arrivé en effet que, dans ce domaine comme dans d'autres, le snobisme et les caprices de la mode ont quelquefois joué un rôle. Systématiquement, M. Androuin a écarté ces cas de ses présentations;

4° La normalisation a porté à la fois sur les qualités et sur les dimensions. Ces dernières peuvent être facilement contrôlées et le sont effectivement; quant aux qualités (rigidité, productivité, etc.), elles devraient l'être tout autant, et, sauf la durabilité, elles peuvent être vérifiées le plus souvent en quelques heures. M. Androuin indique par quelles méthodes. Une qualité dont on commence seulement à se préoccuper est l'interchangeabilité des ouvriers, des opérateurs des machines-outils, c'est-à-dire la possibilité pour eux de conduire des machines-outils de même espèce, mais d'origines différentes; elle ne peut être assurée que par une normalisation des outils, des allures de marche, du sens de manœuvre des organes de commande, etc.

M. Androuin termine son exposé par des considérations sur l'opportunité d'apporter de nouveaux perfectionnements à un type de machine existant : il est rare, en effet, qu'un perfectionnement substantiel ne se traduise pas par une augmentation notable du prix de revient de la machine; il convient dans chaque cas, compte tenu du régime d'exploitation de la machine et de son prix d'achat, de déterminer ce qu'il appelle le prix de revient rationnel des pièces qui seront fabriquées avec cette machine. E. L.

M. Lacoin, *président*. — En remerciant M. Androuin de sa conférence si complète, dans laquelle il a fait défiler sous nos yeux tous les types de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

machines-outils les plus récents et les plus divers, je dois tout d'abord mettre en évidence une première impression qui me paraît se dégager de cet ensemble de projections : c'est le très bel aspect esthétique de la plupart des machines-outils françaises, qui sont venues sur le marché dans ces dernières années. Simples dans leur forme, avec des organes bien groupés, elles se présentent non seulement comme des ensembles pleins de logique, mais également comme des exemples d'esthétique industrielle.

M. Androuin s'est fait auprès de nous l'apôtre du développement des machines-outils. Vous savez combien son action a été efficace pour introduire dans l'apprentissage, à côté du travail artisanal et manuel, la pratique de la machine-outil.

Il est bien certain que, de plus en plus, le travail à la machine-outil tend à remplacer avec succès, et remplace totalement dans les fabrications en série, l'ancien travail exécuté à la main avec des outils très sommaires. Mais, en même temps, cette introduction de la machine-outil crée dans les ateliers un nouveau personnel, qui doit être doué à la fois des qualités anciennes de l'artisan mécanicien, et de qualités nouvelles. Je parle des régleurs, de ceux qui étudient le montage des pièces sur les machines de série, des ouvriers qui fabriquent l'outillage ou qui entretiennent les machines.

Personnellement, j'ai été obligé de créer dans l'Usine Citroën une école de la machine-outil, où nous recevions chaque année cent élèves : Polytechniciens, Centraux, Arts et Métiers, refusés aux Arts et Métiers, bacheliers, qui travaillaient un an sur la machine-outil et à la fabrication des montages, et ensuite six mois à la fabrication et à la réparation des machines-outils.

Si nous ne développons pas méthodiquement la formation des opérateurs de la machine-outil, et de ceux qui en dirigent et en perfectionnent l'emploi, tout l'ensemble de l'industrie de la machine-outil et de l'industrie française en souffrira.

Enfin, il me semble nécessaire de relever le fait qu'en France nos industriels sont relativement mal placés pour créer de nouveaux types de machines-outils, étant donnée l'étroitesse de notre marché. Les Américains, avec leur immense domaine intérieur, les Anglais avec leurs dominions, les Allemands avec leur très grosse industrie métallurgique et tous les encouragements donnés par leur gouvernement à l'exportation, sont certainement mieux placés pour le développement de la machine-outil.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il faut donc doublement féliciter les industriels français qui sont arrivés à créer et à placer des modèles nouveaux, non seulement en France, mais également à l'étranger, malgré tous les obstacles qu'ils avaient à surmonter.

M. Lacoin rappelle que, conformément à une tradition de la Société d'Encouragement, le texte des six conférences sur les machines-outils dont la dernière vient d'être donnée, texte complété le cas échéant, ainsi que le compte rendu détaillé des discussions que ces conférences ont provoquées, paraîtront dans le *Bulletin* de la Société. L'ensemble constituera ainsi une documentation détaillée et mise à jour de l'état actuel de la construction des machines-outils, qui pourra être consultée avec fruit pendant plusieurs années.

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

1° *Bureau pour 1938.*

Ont voté par correspondance.		251	sociétaires
Ont voté à la séance		4	—
Total		255	sociétaires
Bulletins blancs ou nuls.		5	
Reste		250	sociétaires.
Ont obtenu :			
comme président :	M. Lacoin. . .	250	voix
comme vice-présidents :	M. Dumanois .	247	voix
	M. Loebnitz . .	250	—
	M. Carpentier .	250	—
	M. Hitier . . .	250	—
	M. J. Fressinet.	250	—
	M. Dantzer . .	1	—
comme secrétaires généraux :	M. Servonnet .	250	voix
	M. Rolley . . .	250	—
comme trésorier :	M. Matheron. .	249	voix
comme censeurs :	M. Caziot . . .	250	voix
	M. Alby. . . .	250	—

En conséquence, le *quorum* statutaire de 100 membres votants étant atteint, sont déclarés élus membres du Bureau de la Société pour 1938 :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Président : M. LACOIN; — *Vice-présidents* : MM. DUMANOIS, LOEBNITZ, CARPENTIER, HITIER et J. FRESSINET; — *Secrétaires généraux* : MM. SERVONNET et ROLLEY; — *Trésorier* : M. MATHERON; — *Censeurs* : MM. CAZIOT et ALBY.

Ont signé comme scrutateurs : MM. M. GARNIER et J. FIEUX.

2° *Nouveaux membres du Conseil.*

Ont voté par correspondance.	251	sociétaires
Ont voté à la séance	4	—
Total	255	sociétaires
Bulletins blancs ou nuls.	10	
Reste	245	sociétaires.

Ont obtenu :

M. Berr. . . .	243	voix
M. Roger . . .	245	—
M. Demorlaine.	244	—
M. Olivier. . .	244	—

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

M. BERR (*Comité des Arts chimiques*); — M. ROGER et M. DEMORLAINE (*Comité d'Agriculture*); — M. OLIVIER (*Comité de Commerce*).

Ont signé comme scrutateurs : MM. M. GARNIER et J. FIEUX.

La séance est levée à 18 h. 45 m.

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE DU 15 JANVIER 1938.

Présidence de M. P. DUMANOIS, *vice-président*.

La séance est ouverte à 17 h.

M. H. SERVONNET, *secrétaire général,* présente et analyse les ouvrages suivants entrés récemment dans la *Bibliothèque.*

Organisation rationnelle des entreprises de construction de bâtiments, par Otto RODÉ. Traduit de l'allemand par A. SCHUBERT. Paris, Dunod,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

92, rue Bonaparte (6e), 1937. (Don de M. A. Schubert, membre de la Société);

La méthode radio-physique, par Henri Mager. Paris, chez l'auteur, 11, rue Bosio (16e), 1937. (Don de l'auteur);

Leçons de mécanique physique des fluides. Notions élémentaires, théoriques et expérimentales, sur les grandeurs physiques concernant l'écoulement des fluides, leurs actions de contact (sustentation et traînée), les pertes d'énergie.... Première partie à l'usage des élèves de l'enseignement du second degré moderne et technique, par A. Tenot. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1938;

Introduction à l'étude des soudures, par E. Warnant et D. Rosenthal. (Publication du Laboratoire de Connaissance des Matériaux de l'Université libre de Bruxelles, Bulletin n° 1). Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1937. (Don des auteurs);

Les nouvelles règles des commissariats S. A. et les délits à connaître, par E. René Delaporte. Paris, Chambre des Experts comptables E. S. C., 23, rue Notre-Dame-des-Victoires (2e) 1937. (Don de l'auteur);

Comment calculer les temps d'usinage, par E. Delb. Paris, Desforges, 29, quai des Grands-Augustins (6e), 1937;

Efforts transversaux exercés sur la voie par les locomotives 221.A et 231.D de la Compagnie P. L. M., par M. Chan. (ex *Revue générale des Chemins de fer*, 1er juin 1937). Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1937. (Don de la Cie des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, membre de la Société);

Relevé des diagrammes dynamométriques sur les cylindres des locomotives, par H. Gaubert. (ex *Revue générale des Chemins de fer*, 1er juillet 1937). Paris, Dunod, 1937. (Don de la Cie des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, membre de la Société);

Les deux locomotives Diesel-électriques à grande vitesse du réseau P. L. M., par M. Tourneur. (ex *Revue générale des Chemins de fer*, 1er juillet 1937). Paris, Dunod, 1937. (Don de la Cie des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, membre de la Société).

M. Dumanois, *président.* — M. de Fonbrune n'est pas un inconnu pour la Société d'Encouragement à laquelle il a déjà prêté son concours. Vous savez que c'est dans cette même salle, que, le 22 mars 1895, M. Louis Lumière projetait pour la première fois en public les films du cinémato-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

graphe qu'il venait d'inventer. En l'occurrence, comme elle l'avait déjà fait pour Beau de Rochas, la Société d'Encouragement était fidèle à sa ligne de conduite. Or, en octobre 1935, le quarantenaire du cinéma fut fêté, dans cette même salle, à l'occasion de l'inauguration de la plaque qui figure derrière notre Bureau; puis, pour montrer l'étape accomplie, on reprojeta les mêmes films que 40 ans auparavant et un film de microbiologie, sur la phagocytose, qui, pour beaucoup, constituait une véritable révélation.

Ce film, réalisé à l'annexe de Garches de l'Institut Pasteur, était dû au Dr Comandon, le véritable créateur du cinéma microbiologique et à son assistant M. de Fonbrune. Il est facile de concevoir la difficulté que présente une telle œuvre quand on réfléchit qu'il s'agit de mouvements très lents et d'une amplitude de quelques microns.

Certes, on peut s'étonner *a priori* que la Société d'Encouragement s'intéresse particulièrement aux dispositifs qui permettent de telles réalisations.

Mais il ne faut point oublier que le règne du micron n'est plus spécial à la microbiologie et qu'il s'est étendu à la mécanique de précision : la seule différence est que les microns que, nous autres, mécaniciens, considérons, sont des microns morts, alors que les appareils que nous allons voir permettent d'étudier des microns vivants.

Je donne la parole à M. de Fonbrune.

M. DE FONBRUNE, du Laboratoire de Cinémicrographie de l'Institut Pasteur de Paris, présente et décrit de nouveaux *appareils de micromanipulation* de son invention.

Les techniques préconisées jusqu'ici pour la micromanipulation ou l'expérimentation *directe* sur les objets microscopiques, quoique anciennes, étaient restées si délicates que seuls d'adroits spécialistes, et très entraînés, pouvaient les appliquer avec succès. La méthode et les appareils imaginés et mis au point par M. de Fonbrune évitent toute difficulté, grâce à la fabrication simplifiée d'instruments microscopiques (aiguilles pleines et à injections, scalpels, boucles, électrodes, ampoules, etc.) et à l'emploi d'un micromanipulateur pneumatique, qui permet de diriger ces instruments sous le microscope avec la plus grande précision.

Le micromanipulateur réduit l'amplitude et la vitesse des mouvements, donnés à la main, dans des rapports variables que l'on ajuste aux grossissements qu'exigent les objets observés au microscope. Cet appareil est complété par une microforge avec laquelle, sous le contrôle du microscope, on réalise avec sûreté les micro-instruments précités.

On peut, grâce à la micromanipulation ainsi facilitée, effectuer des recher-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ches sur la cellule, faire des micro-analyses sous le microscope, ou essayer des corps qui entrent dans la composition de produits industriels.

Les opérations effectuées et les phénomènes observés se prêtent à l'enregistrement cinématographique. Sur les films, les dimensions des objets et les vitesses de leurs mouvements sont très amplifiées. A titre de démonstration, le conférencier présente un film sur les *Globules rouges du sang de grenouille parasités par une hémogrégarine.*

M. GRIMAUD. — Est-ce que l'appareil permet de mesurer les débits?

M. DE FONBRUNE. — Rien n'est plus facile et aussi bien pour les gaz que pour les liquides : on opère suivant une technique courante en microbiologie en utilisant un micro-tube calibré préalablement, dans lequel se trouve un index d'huile ou de mercure.

M. FERVAL. — Quel est le prix de l'appareil et peut-on se le procurer facilement?

M. DE FONBRUNE. — Les appareils ont été réalisés grâce au concours de l'Office national des Inventions. Les constructeurs sont MM. P. Beaudouin et H. Goudet, à qui je suis redevable d'une précieuse et amicale collaboration pour la mise au point du micromanipulateur et de la microforge. Ils en ont fait des appareils simples, robustes, précis, très pratiques, et d'une belle présentation.

M. A. PORTEVIN. — Jusqu'à présent, très ingénieux, cet appareillage n'a guère été utilisé que pour des études biologiques, mais il nous semble qu'il peut rendre de grands services en métallographie pour toutes les déterminations et études ponctuelles en des points repérés par rapport au dessin de la structure micrographique.

C'est ainsi que, grâce aux micro-pipettes, on pourra faire des attaques de constituants déterminés et ensuite mettre à profit les ressources que nous offre actuellement la micro-analyse pour trouver la composition chimique élémentaire du point considéré. Ceci pourra être utilisé pour avoir des renseignements sur l'hétérogénéité ou ségrégation dendritique, primaire ou secondaire.

Mais, pour l'étude de ce problème particulièrement intéressant et pour lequel les résultats quantitatifs font défaut actuellement, surtout dans les alliages complexes comme les aciers, on pourra aborder, non seulement l'exploration chimique directe, mais aussi, grâce à ce même outillage :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'exploration des potentiels de dissolution, au moyen d'une micro-électrode liquide, formée par une micro-pipette dont le liquide est en liaison directe avec une électrode de référence en calomel (type électrode de Tœdt);

l'exploration spectrographique, en faisant jaillir une étincelle condensée entre la surface et une électrode métallique et mettant à profit les très grands progrès accomplis récemment en analyse quantitative spectrographique;

enfin, pour les constituants fragiles ou sans cohésion, comme le graphite des fontes, on peut penser arriver à faire des micro-prélèvements pour les étudier ensuite.

En un mot, il apparaît que la technique de ces micro-manipulateurs ainsi mise au point est appelée à rendre de signalés services dans les études de métallographie microscopique quantitative.

M. Dumanois, *président*. — Les applaudissements que vous avez entendus témoignent mieux que ne pouvait le faire un discours l'intérêt, je dirai même la passion, avec laquelle a été suivie la conférence de M. de Fonbrune. D'ailleurs, il nous a montré que les appareils qu'il a imaginés rentraient en plein dans le cadre de la mécanique pratique.

Lorsque M. de Fonbrune exposait les principes de ses appareils de micro manipulation, je me demandais par quel moyen mécanique il avait pu réaliser sa machine à composer les déplacements. Je ne puis qu'admirer la simplicité et l'élégance de sa solution pneumatique, dans laquelle il ne vous étonnera pas qu'appartenant à l'aviation, j'apprécie tout spécialement le dispositif de manche à balai qui assure la commande asservie.

Ceci dit, je ne sais pas ce qu'il faut admirer le plus de la micro-tranche de vie qui nous a été montrée dans ce film, ou de la technique qui en a permis la réalisation. Certes, je ne m'aventurerai point sur le terrain de la microbiologie qui m'est totalement étranger et sur lequel je me borne à jouer le rôle de cobaye. En revanche, ce film, par son allure, ne le cède en rien à ceux mis en scène à grand orchestre avec une star photogénique et je doute fort cependant que le protozoaire qui en était l'étoile ait fait préalablement l'objet d'un dressage. Il est vrai qu'après la micromanipulation et la micro-forge, M. de Fonbrune a peut-être réalisé le micro-dressage.

Je voudrais bien vous poser une question :

Le champ représenté par votre appareil doit être de l'ordre de grandeur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'une dizaine de microns, c'est-à-dire de l'ordre de grandeur des vibrations normalement ressenties du fait des trépidations extérieures. Je serais heureux de savoir si vous n'avez pas eu de difficultés de ce côté et comment vous les avez résolues.

M. DE FONBRUNE. — Très simplement : nous avons établi les appareils sur des socles de maçonnerie très épais, enfoncés profondément dans le sol.

M. DUMANOIS, *président*. — M. de Fonbrune a eu l'amabilité d'apporter un second film de microbiologie. Je suis certain d'être l'interprète des auditeurs en lui demandant de vouloir bien le projeter.

M. DE FONBRUNE. — J'ai quelque scrupule à le faire, car j'avais complètement oublié qu'il vous a déjà été présenté ici, en octobre 1935, comme vous l'avez rappelé tout à l'heure, M. le Président. Il s'agit en effet de la phagocytose.

M. DUMANOIS, *président*. — Je crois que les scrupules de M. de Fonbrune sont exagérés. Un grand nombre de personnes, ici présentes, n'assistaient pas à la séance d'octobre 1935; quant à celles qui s'y trouvaient, elles reverront certainement le film avec plaisir, car en pareille matière : *Bis repetita placent*.

Sur l'insistance de l'auditoire M. DE FONBRUNE présente un film sur la *phagocytose* qui a été réalisé par le Dr COMANDON et lui.

M. DUMANOIS, *président*. — Au nom de la Société d'Encouragement et au nom de tous les auditeurs, je remercie bien vivement M. de Fonbrune de l'amabilité qu'il a eue de projeter ce film. Je puis l'assurer qu'il nous a été donné rarement d'assister à une séance de cinéma aussi prenante. Dirai-je enfin, comme je le pensais, que ses scrupules n'étaient pas fondés, car M. Lemaire, agent général de notre Société, dont vous connaissez tout le dévouement, vient de me confier que le film qui vient d'être projeté n'est pas le même que celui qui avait été passé il y a trois ans dans cette même salle.

Le séance est levée à 18 h. 45 m.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE EN DÉCEMBRE 1937 ET JANVIER 1938.

DUMAS (J.-B.). — **Leçons de philosophie chimique.** (Les classiques de la découverte scientifique.) In-12 (19 × 13) de XXVIII + 270 p., II pl. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1937. **18648**

LAVOISIER. — **Traité élémentaire de chimie.** (Les classiques de la découverte scientifique.) In-12 (19 × 13) de XXXVIII + 491 p., 53 fig., II pl. Paris, Gauthier-Villars, 1937. **18649**

VÖHLER, GERHARDT, BERTHELOT (M.), LE BEL, VAN'T HOFF, JUNGFLEISCH, LADENBURG, PASTEUR. — **La synthèse totale en chimie organique.** (Les classiques de la découverte scientifique.) In-12 (19 × 13) de VIII + 145 p., VIII pl. Paris, Gauthier-Villars, 1937. **18650**

OSTERTAG (P.). — **Les cycles frigorifiques.** Fonctionnement des machines et installations frigorifiques exposés à l'aide du diagramme entropique. Traduit de l'allemand par A. SCHUBERT. 2e édition, revue et augmentée. In-8 (25 × 16) de VI + 170 p., 72 fig., VI planches. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1938. **18651**

ROUYER (G.). — **Étude des gazogènes portatifs.** Historique. Description. Fonctionnement. Utilisation. In-8 (21 × 14) de V + 75 p., fig. Paris, Dunod, 1938. **18652**

SCHOOP (H. C. M. U.) et DAESCHLE (C. H.). — **La métallisation par projection.** Traduit de l'allemand par A. SCHUBERT. In-8 (21 × 14) de XVII + 211 p., 85 fig. Paris, Dunod, 1938. **18633**

CHAPELON (ANDRÉ). — **La locomotive à vapeur.** In-4 (28 × 22) de XXXIII + 913 p., 361 fig., XIV pl., 1 diagramme. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1938. (*Don de l'Office pour le Perfectionnement de la Traction autonome sur les Chemins de fer.*) **18654**

ESCANDE (L.). — **Barrages.** (Hydraulique générale et appliquée.) (Exposés publiés sous la direction de C. Camichel). (*Actualités scientifiques et industrielles, 476, 477, 478*). In-8 (25 × 16). I : *Calcul des barrages-poids à profil triangulaire*, de 93 p., 20 fig. — II : *Calcul des barrages-poids à profil triangulaire (Pratique du calcul, abaques relatifs au cas où $n = 0{,}05$)*, de 13 p., fig. 21 à 94. — III : *Profil optimum de barrage-déversoir. Tracé aérodynamique des piles*, de 78 p., fig. 95 à 141. Paris, Hermann et Cie, 6, rue de la Sorbonne (5e), 1937. **18655-6-7**

Agendas Dunod 1938. 2 volumes in-18 (15 × 10). Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), savoir :

Automobile, par Georges MOHR. 26e éd., de XXIV + 491 p., 343 fig. **18658**

Béton armé, par Victor FORESTIER. 11e éd., de XI + 324 p., fig. **18659**

RIVIÈRE (A.-JOSEPH). — **Un demi-siècle de physiothérapie.** Organisation mondiale de la paix. Souvenirs documentaires. In-8 (24 × 16) de XXV + 1 122 p. Paris, Imp. Chaix, 20, rue Bergère (9e), 1937. (*Don de M. Roger Coulhac Mazerieux.*) **18660**

DUPONT (G.). — **Cours de chimie industrielle.** Tome V : *Industries organiques (suite).* In-8 (25 × 16) de 279 p., 18 fig. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1938. **18661**

L'industrie du matériel de mines. In-4 (27 × 21) de 160 p., fig. Saint-Etienne (Loire), Édition de la Société de l'Industrie minérale. **18662**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

DÉRIBÉRÉ (MAURICE). — **La régulation automatique des fours électriques**. In-8 (21 × 14) de VI + 87 p. Paris, 92, rue Bonaparte (6e). 1938. **18663**

BUREAU DE NORMALISATION 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** (sept. 1937). **B. N. A. 28** : *Pare-choc (pour véhicules légers). Pare-choc sans barrettes verticales.* — **B. N. A. 261** : ..... *Pare-choc avec barrettes verticales de protection.* — **B. N. A 262** : *Dessins techniques. Automobiles (sens de présentation des dessins).* — **B. N. A. 263** : *Crochets d'attelage. Cotes d'interchangeabilité d'accrochage.* — **B. N. A. 264** : *Anneaux d'attelage. Cotes d'interchangeabilité d'accrochage.* — **B. N. A. 265** : *Crochets d'attelage. Fixation des crochets sur châssis.* — **B. N. A. 266** : *Bougie d'allumage de 10. Culot. Six pans. Clef. Fil.* — **B. N. A. 267** : *Bougie de préchauffage. Bipolaire. Lisse.* — **B. N. A. 268** : ..... *Bipolaire. Filetée (à siège plat sous six pans).* — **B. N. A. 269** : *Lampes électriques. Culot-bayonnette de 9, 2 ergots, 1 plot.* — **B. N. A. 270** et **271** : *Carrosseries. Dénominations (Coupé. Coach. Berline. Limousine).* **17497**

***

BORDAS (Dr F.) et BRUÈRE (S.). — **Désintégration de la matière organique par protéolyse microbienne.** In-8 (24 x 16) de 16 p., 4 tableaux, 16 fig. Paris, Imp. H. Geoffroy, 49, rue Monsieur-le-Prince, 1916. (*Don de M. Cagnard.*) **Pièce 14103**

***

BUREAU D'ÉTUDES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES COLONIALES. — **Annuaire 1937**. Paris, 13, rue de Bourgogne (7e). **Pér. 538**

ETABLISSEMENT D'EXPÉRIENCES TECHNIQUES D'ISSY-LES-MOULINEAUX. — SECTION DES ESSAIS AÉRODYNAMIQUES (Grande soufflerie). — **Catalogue d'essais d'hélices**. Fascicule n° **2** : *Familles d'hélices à pas variables.* **Pér. 117**

IRON AND STEEL INSTITUTE. — **Journal.** Vol CXXXVI, **1937,** n° II. London, 28, Victoria Street, S. W. 1. **Pér. 157**

IRON AND STEEL INSTITUTE. — **Carnegie Scholarship Memoirs**. Vol. XXVI, **1937**. London, 28, Victoria Street, S. W. 1. **Pér. 157**

INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS. — **Proceedings**. Vol. **136**, **1937** (June-November). London, Storey's Gate, St. James's Park, S. W. 1. **Pér. 114**

GEOLOGICAL INSTITUTION OF THE UNIVERSITY OF UPSALA. — **Bulletin**. Vol. XXVI. Upsala, 1937. **Pér. 221**

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (Washington). — **Technical Bulletin**, nos **484** (Dec. 1935) : *The composition and constitution of the colloids of certain of the great groupe of soils*, 38 p. — **490** (oct. 1935) : *Explosibility of agricultural and other dusts as indicated by maximum pressure and rates of pressure rise*, 24 p., 2 fig. — **517** (April 1936) : *Cotton fabrics as affected by variations in pressure and in length of exposure during ironing*, 32 p., 14 fig. — **538** (Jan. 1937) : *Effect of method and rate of grazing on beef production and plant population of pastures at Beltsville*, MD., 34 p., 16 fig. — **546** (Jan. 1937) : *Structure, occurrence and properties of compression wood*, 32 p., 8 fig., IX pl. **Pér. 410**

L'agent général, gérant, LEMAIRE.

BRODARD ET TAUPIN, Coulommiers-Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

137e ANNÉE. MARS-AVRIL 1938.

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

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE SOLENNELLE DU 2 AVRIL 1938

DISTRIBUTION DES RÉCOMPENSES DÉCERNÉES POUR L'ANNÉE 1937

Présidence de M. M. Lacoin, *président.*

La séance est ouverte à 16 h. 30 m.

Le fauteuil présidentiel est occupé par M. M. Lacoin, *président.* A ses côtés ont pris place : M. Gauthier-Maréchal, vice-président de la Caisse de Compensation des Allocations familiales de la Région parisienne; — M. de Lavergne, vice-président délégué de la Confédération générale du Patronat français; — M. Alamelle, président de la Fédération des Associations, Syndicats et Sociétés français d'Ingénieurs; — M. Liouville, président de l'Union sociale des Ingénieurs catholiques; — M. Delacommune, secrétaire général des Syndicats d'Ingénieurs salariés; — M. Bonvoisin, directeur du Comité central des Allocations familiales; — M. H. R. Savary, directeur de la Fédération des Industriels et des Commerçants français; — M. Ribard, Inspecteur principal adjoint du Service central du Personnel à la Société nationale des Chemins de fer français; — MM. H. Servonnet et P. Rolley, *secrétaires généraux* de la Société d'Encouragement, et les membres de son Conseil, rapporteurs des comités techniques sur la proposition desquels les récompenses ont été accordées.

S'étaient excusés : MM. Raymond Laurent, Bucaille et Gillouin, conseillers municipaux de la Ville de Paris; — M. Jules Franceschini, directeur de l'Hygiène du Travail et de la Prévoyance sociale à la Préfecture de la Seine; — M. Landry, député, président de l'Association française pour le Progrès social; — M. Leduc, secrétaire général de l'Association française pourle Progrès social; — M. Max Lazard; — M. Dubois, secrétaire général de la Fédération nationale des Syndicats d'Ingénieurs; — M. Étienne Villey, directeur du Groupe des Industries métallurgiques, mécaniques et connexes de la Région parisienne.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ALLOCUTION DE M. M. LACOIN, *président*.

Mesdames, Messieurs, mes chers Collègues,

Notre séance des récompenses revêt cette année un caractère exceptionnel. Nous allons, en effet, décerner notre grande médaille à M. Émile ROMANET pour la part qu'il a prise dans la création et le développement des allocations familiales avec caisses de compensation. Cette grande œuvre sociale, pour laquelle la France a donné un exemple au reste du monde, n'intéresse pas seulement l'industrie, mais le pays tout entier. C'est pourquoi vous voyez aujourd'hui, autour de nous, des représentants des principales œuvres sociales s'intéressant à la famille française. Je remercie tous ceux qui ont bien voulu répondre à notre appel.

Le progrès de l'industrie française est, comme l'indique son titre, le but direct de notre Société. Celle-ci n'oublie pas néanmoins que le progrès humain dépend à la fois d'éléments matériels, tels que le progrès technique, qui en sont les organes, et d'éléments spirituels, moraux et religieux qui sont l'âme de ce progrès.

Et c'est pourquoi, tout en poursuivant directement le progrès matériel, notre Société ne s'abandonne pas à penser, comme on le fait trop souvent aujourd'hui, que ce progrès matériel soit à lui seul un but. Pour elle, le progrès technique n'est qu'un des moyens d'améliorer la condition humaine. En récompensant aujourd'hui une grande œuvre sociale, elle tient à marquer toute l'importance qu'elle attache à l'élément humain du progrès.

Les difficultés contre lesquelles l'industrie française doit lutter nous frappent d'ailleurs également : difficultés budgétaires qui nous ont obligés à réduire le volume de notre *Bulletin*, difficultés de réunir nos collègues, tous de plus en plus absorbés par des préoccupations financières et par l'élaboration ou l'application des lois ouvrières ou fiscales nouvelles, nous obligent à préciser notre programme d'action en nous concentrant sur l'essentiel et en nous adaptant encore davantage aux besoins du temps présent.

Passer en revue, suivant l'usage, notre travail de l'année écoulée sera pour moi le meilleur moyen de caractériser cette évolution. Ayant encore à abuser de votre bienveillance pour vous présenter le rapport relatif à la grande médaille, je tâcherai d'être aussi bref que possible.

La plupart de nos *conférences* de cette année ont fait partie de trois cycles qui ont eu tous trois le plus légitime succès. Un premier cycle de six conférences a porté sur l'évolution de l'industrie de la machine-outil, par MM. MÉTRAL, BLANCHET, VROLIX, BRUCKER, BUSSON et notre collègue, M. ANDROUIN, avec le concours de la Société française des Mécaniciens; un second cycle a été consacré aux progrès de la soudure autogène, par MM. GRANJON, GERBEAUX et LEROY, avec conclusion de notre collègue, M. PORTEVIN. Il a été réalisé avec le concours de l'Institut de Soudure autogène.

Ces deux cycles manifestent notre décision de traiter spécialement ici princi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

palement des questions d'importance considérable, intéressant toutes les industries, en laissant aux très nombreuses sociétés spécialisées, qui se sont multipliées depuis le début du siècle, le soin de traiter dans leurs revues et leurs réunions les questions techniques qui intéressent spécialement leurs adhérents.

Un troisième cycle nous a permis de faire traiter des problèmes plus généraux encore. M. GIGNOUX, président de la Confédération générale du Patronat français, MM. WALINE et ARNAUD ont traité, avec la compétence que vous connaissez, le problème de l'organisation patronale en France et à l'étranger, celui de l'influence des lois sociales et des hausses de salaires sur les prix de revient. Enfin, une conférence de notre collègue, M. BLONDEL, sur les ressources mondiales en matières premières, a complété ces trois conférences. Nous avons pu réunir ainsi, dans un tirage à part, tous les principaux éléments économiques et sociaux de la situation industrielle française.

A ces cycles se sont ajoutées des conférences isolées sur des sujets plus spécialisés, mais mettant en évidence des progrès scientifiques et surtout des exemples de méthodes de recherches ou d'essais méritant d'être connus en dehors des branches industrielles où ils ont été réalisés et qu'ils intéressent plus spécialement. Ce sont, par exemple la *Conférence Carrion*, faite par le Professeur LEVADITI, sur les ultravirus. Plus récemment, celle de M. le Professeur JAVILLIER, sur les vitamines, celle de M. DE FONBRUNE sur de nouvelles méthodes d'études microscopiques, ont poursuivi le même objet.

Par ces conférences, nous essayons de répandre l'emploi dans l'industrie des méthodes scientifiques, et de faire connaître aux techniciens des différentes branches d'industrie, les méthodes employées dans d'autres branches, en leur ouvrant ainsi des aperçus souvent très suggestifs sur des méthodes nouvelles.

En mettant ainsi en évidence les exemples d'application de la méthode scientifique aux progrès de l'industrie, nous poursuivons l'œuvre de notre éminent et regretté collègue, Henry Le Chatelier. Notre collègue M. Portevin a bien voulu s'y intéresser spécialement et je tiens à l'en remercier ici.

Exposer périodiquement l'évolution récente des branches de l'industrie où des progrès importants viennent d'être réalisés; mettre en évidence l'exemple de recherches scientifiques dont les méthodes méritent d'être connues dans toutes les branches de la technique; documenter les lecteurs de notre *Bulletin* sur les éléments principaux de l'évolution économique; enfin, si nous en trouvons les moyens, rechercher aussi dans le passé les exemples d'évolution de la technique et de l'industrie qui peuvent faire mieux comprendre les difficultés actuelles et stimuler l'imagination créatrice des industriels; telles sont les tâches auxquelles vont se consacrer plus spécialement notre *Bulletin* et nos comités techniques, sans abandonner d'ailleurs les encouragements traditionnels, mais trop modestes à notre gré, que nos fondations permettent d'accorder aux chercheurs, aux inventeurs et aux hommes de progrès.

Notre *Bulletin* et nos conférences deviennent ainsi un organe d'information et d'éducation générale pour tous les industriels et ingénieurs, permettant de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

combattre la spécialisation nécessaire, mais souvent exagérée, qui est la conséquence du développement constant des diverses techniques et de l'isolement des individus. Nous espérons que cet effort intéressera un nombre croissant d'ingénieurs. Nous demandons à la fois aux industriels et aux groupements d'ingénieurs de nous aider à répandre largement notre *Bulletin* dans les usines et dans les bureaux. Nous leur demandons aussi de nous signaler toute initiative susceptible de compléter ce travail. Nous voudrions, sur ce terrain de la formation générale des techniciens, améliorer la collaboration des dirigeants et des cadres, et des techniciens, grâce à une meilleure compréhension de la situation des industries et du rôle que chacun y joue.

Notre action est hélas souvent limitée par nos ressources financières qui n'ont pas grandi avec les hausses générales des prix récentes. Je remercie ici très cordialement les généreux bienfaiteurs qui ont bien voulu apporter leur concours à notre *Bulletin*, et nous demandons à tous ceux qui peuvent le faire de nous aider à poursuivre et à développer notre action.

Je ne veux pas terminer cette revue sommaire de l'année écoulée, sans vous rappeler les deuils cruels qui l'ont marquée pour nous.

Dans notre Conseil, nous avons eu à déplorer le décès : de M. L. Mangin, ancien président de notre Société et membre de l'Académie des Sciences; de M. Torres y Quevedo, correspondant de notre Société en Espagne; de M. Gabriel Chesneau, ancien directeur de l'École des Mines; de M. Édouard Sauvage, président de notre Comité des Arts mécaniques, ancien président de la Société, qui fut un des membres les plus dévoués et les plus universellement aimés de notre Conseil; de M. Léon Masson, directeur hors cadre du Conservatoire des Arts et Métiers, qui fut un de nos collègues les plus fidèles; enfin la perte de M. Henry Watier, ancien directeur des Voies navigables au Ministère des Travaux publics, emporté prématurément au milieu d'une brillante carrière. Notre *Bulletin* a retracé leurs travaux; nous garderons fidèlement leur souvenir.

L'appel que je viens d'adresser aux ingénieurs et aux industriels a été devancé par la plupart des lauréats que nous allons récompenser aujourd'hui. Au nom de notre Société, je les remercie de la marque d'intérêt qu'ils donnent ainsi en s'associant aux travaux de notre Société et en devenant des nôtres. Je soumets donc à votre approbation l'admission des personnes suivantes.

M. Romanet (Émile) (✻, ✪), conseils techniques et représentations, 4, rue du docteur Bally, Grenoble (Isère), présenté par M. M. Lacoin;

M. Schueller (Eugène) (✻), industriel, 14, rue Royale, Paris (8e), présenté par MM. Alby et Matheron (membre à vie);

M. Milhaud (Jean) (✻), ancien élève de l'École polytechnique, ingé-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nieur, chef du Service d'organisation industrielle à la Confédération générale du Patronat français, 35, boulevard d'Auteuil, Boulogne-sur-Seine (Seine), présenté par M. Duchemin;

M. Arnaud (René) (✻, ✻), ancien élève de l'Ecole normale supérieure, directeur des Études économiques à la Confédération générale du Patronat français, 15 bis, rue d'Orléans, Neuilly-sur-Seine (Seine), présenté par M. Duchemin;

M. Lefol (Jacques), Ingénieur-chimiste I. C. P., docteur ès sciences, ingénieur-chimiste à la Royal Dutch Shell, Stadhouderskade, 150, Amsterdam/zd (Hollande), présenté par M. Dubrisay;

M. Roche (Jean-Baptiste), secrétaire particulier du Directeur des Usines de la Société Commentry-Fourchambault et Decazeville, 83, rue du Théâtre, Paris (15e), présenté par MM. Lacoin et Chevenard;

M. Le Même (Henry, Jacques), architecte S. C., S. A. D. G., membre de la Société centrale des Architectes, architecte, La Croix Saint-Michel, Megève (Haute-Savoie), présenté par MM. Bechmann et J. Fressinet;

M. Hugel (Georges) (✻), professeur à l'Ecole nationale supérieure du Pétrole et à la Faculté des Sciences de l'Université de Strasbourg, 19, rue du Conseil des XV, Strasbourg (Bas-Rhin), présenté par M. Bihoreau;

M. Jarriant (Jean) (✻), Ingénieur I. E. G., chef de zone à l'Énergie industrielle, 6, place de la Poterne, Chazelles-sur-Lyon (Loire), présenté par MM. Carpentier et Lemaire;

M. Delamarre (Ernest) (O. ✻), Ingénieur des Arts et Métiers, ingénieur à la Société Als. Thom, 7, rue Bargue, Paris (15e), présenté par MM. Pernollet et Androuin;

M. de Fonbrune (Pierre), lauréat de l'Académie des Sciences, biologiste, attaché au Laboratoire de Cinémicrographie de l'Institut Pasteur; Institut Pasteur, à Garches (Seine-et-Oise), présenté par MM. L. Lumière, Lacoin et Lemaire.

Ces messieurs sont nommés membres de la Société.

M. Lacoin, *président*. — Avant de procéder à la distribution des récompenses, je dois vous transmettre : les excuses des personnes que nous avions invitées à cette réunion et qui n'ont pu y assister; celles de plusieurs de nos collègues du Conseil, retenus par leurs occupations, et aussi celles de quelques-uns de nos lauréats qui habitent la province, l'étranger, voire même des colonies lointaines. Cependant, je dois féliciter et remercier

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ceux d'entre eux qu malgré l'éloignement, comme M. Le Même, ou leur mauvais état de santé, comme M. Boulassier, ont tenu à assister à cette séance.

M. SERVONNET, *secrétaire général*, procède ensuite à la distribution des récompenses décernées par la Société d'Encouragement pour l'année 1937. Lecture ou résumé est donné des rapports, reproduits ci-après, présentés à l'appui des récompenses.

La séance est terminée par la projection de trois films de 16 mm présentés par la Fédération française des Clubs de Cinéma d'Amateurs. Ce sont :

Sondages aérologiques, film d'enseignement, réalisé et commenté par son auteur, M. René BEAULIEU, aide-météorologiste à l'Office national météorologique :

La Creuse, par M. Émile CORVÉE, industriel :

Sous la neige, par M. Raymond BRICON, président de la Fédération.

M. LACOIN, *président*, adresse ses très vifs remerciements à la Fédération française des Clubs de Cinéma d'amateurs, lauréat de la Société d'Encouragement, à laquelle, pour la troisième fois, elle vient de prêter son gracieux concours. Il félicite les auteurs des trois films et remercie spécialement les opérateurs, MM. Bricon, Acher, Beaulieu et Salardon, qui viennent de les présenter. Ces trois films sont extrêmement intéressants et remarquables à divers titres, mais tous trois possèdent en commun deux qualités qui peuvent être appréciées de tous : le goût, qui se révèle par le choix des sujets et la façon de les traiter; la valeur artistique, tant par la composition que par la beauté des images.

La séance est levée à 18 h. 30 m.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RAPPORTS RELATIFS AUX RÉCOMPENSES DÉCERNÉES PAR LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT, ANNÉE 1937.

Grande Médaille annuelle.

La Société d'Encouragement décerne chaque année, sur la proposition de l'un des six comités techniques de son Conseil, une grande médaille portant l'effigie de l'un des plus grands hommes qui ont illustré les arts ou les sciences, *aux auteurs, français ou étrangers, des travaux qui ont exercé la plus grande influence sur les progrès de l'industrie française*, pendant le cours des six années précédentes.

Cette grande médaille, à l'effigie de Chaptal pour 1937, est décernée, sur la proposition du Comité de Commerce à M. Émile ROMANET.

Rapport présenté par M. Maurice LACOIN, au nom du Comité de Commerce, sur *la création des allocations familiales*, par M. Émile ROMANET.

M. Émile ROMANET à qui la Société d'Encouragement décerne aujourd'hui sa grande médaille d'or, ne se doutait certainement pas en 1916, lorsqu'il a lancé à Grenoble les Allocations familiales avec Caisses de Compensation, que cette révolution dans le salaire familial allait rencontrer en France un si extraordinaire succès.

En 1936, le régime des allocations familiales touchait en France 6 millions de salariés de l'industrie, et distribuait 2,5 milliards d'allocations à 1.900.000 familles. La loi du 2 avril 1937 a étendu l'application de ce régime au salariat agricole. En 1937, la France pouvait, conviant les autres nations à la 1re Journée internationale des Allocations familiales [1], leur montrer quelle admirable floraison d'œuvres sociales avait amenée la création des Caisses de Compensation des Allocations familiales.

Vingt ans ont donc suffi, malgré toutes les difficultés qu'une pareille révolution comporte, pour porter les allocations familiales à leur pleine extension. Voici les étapes et les raisons de ce succès.

Déjà avant la guerre, quelques entreprises et administrations avaient accordé à leur personnel des allocations, tenant compte du nombre des enfants, et destinées à aider la famille (voir Annexe I).

En 1916, la hausse des prix rendant très difficile la situation des ouvriers chargés de famille, il devenait nécessaire de généraliser ces organisations sporadiques. Dans les administrations d'État la généralisation n'offrait pas de difficultés, et était réalisée en 1917. Au contraire, dans l'industrie privée, la concurrence opposait un obstacle presque insurmontable à l'extension du régime des allocations familiales. Les patrons désireux de se lancer dans cette voie risquaient

(1) Voir son compte rendu dans le *Bulletin* de novembre-décembre 1937, p. 519.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'attirer dans leurs ateliers tous les chefs de familles nombreuses, de faire seuls les frais de l'opération dans toute leur région, au bénéfice de leurs concurrents, et de se ruiner [2].

M. Romanet eut le mérite de ne pas reculer devant les difficultés, et, une fois en face d'elles, de les résoudre, en faisant créer dans le Syndicat des Constructeurs, Mécaniciens, Chaudronniers et Fondeurs (C. M. C. F.) de l'Isère, une caisse de compensation, répartissant la charge des allocations sur toutes les entreprises de la région.

La genèse des allocations familiales ne saurait être mieux exposée qu'en reprenant mot pour mot ce qu'exposait déjà, au second Congrès des Caisses de Compensation françaises, tenu en 1922 à Grenoble, M. Vialis, président du Syndicat des C. M. C. F. de l'Isère, le premier groupement patronal qui généralisa, parmi ses membres, le régime des allocations familiales.

« Le coût de la vie, lentement mais inlassablement s'élevait. Le 4 octobre 1916, au sein d'un groupement mutualiste, La Ruche populaire de Saint-Bruno, dont le siège est à Grenoble, dans le vivant quartier du Cours Berriat, le Président fut abordé par un des adhérents, lequel se plaignit en termes amers, non seulement des difficultés qu'éprouvait le travailleur pour vivre avec son seul salaire, mais aussi de l'indifférence du patronat, quel qu'il fût, vis-à vis de la classe ouvrière. »

Ce président était M. Romanet.

« Directeur de la maison Régis Joya, il convainquit aisément son patron. Et, le 26 octobre 1916, celui-ci fit connaître, par lettre personnelle à chacun de ses ouvriers, qu'à partir du 1er novembre, il verserait à tous les chefs de famille, et le dernier jour de chaque mois, une bonification calculée à raison de 0,20 fr par jour et par enfant de moins de 13 ans. »

« Les débuts furent évidemment modestes; mais, lorsqu'on s'engage sur une route nouvelle, la prudence n'est-elle pas de rigueur? Peut-on demander beaucoup lorsqu'il s'agit d'une contribution bénévole? Non : l'important est de faire accepter le principe du versement à titre onéreux, la majoration vient ensuite avec l'habitude et le temps, si l'expérience en démontre l'utilité. »

La réalisation faite aux Établissements Joya aurait pu rester isolée. M. Romanet voyait plus loin.

« Le 27 novembre 1916, après un exposé émouvant de la question devant le Syndicat des C. M. C. F. de l'Isère, l'adhésion unanime de tous fut acquise à l'œuvre présentée. Pour l'honneur de ce syndicat nous devons dire qu'elle ne se démentit jamais. »

« Fort de l'appui apporté par le Syndicat à l'œuvre naissante, son créateur en poursuivit sans arrêt la diffusion. Rien ne le rebuta, ni l'indifférence de la grande masse ouvrière, ni l'égoïsme de certains individualistes. Sa foi robuste et sa ténacité irréductible écartèrent tous les obstacles, eurent raison de toutes les objections. »

(1) La très remarquable étude de M. Robert Pinot sur les œuvres sociales de l'industrie métallurgique, parue en 1924, montre combien les œuvres sociales de cette industrie étaient développées et nombreuses, alors que les allocations familiales étaient en 1916 une rare exception.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Des causeries, des conférences un peu partout, des rapports, des articles de presse, des publications et, entre temps, une correspondance extrêmement active dans tous les coins de la France, débordant à l'étranger, constituant un dossier de plus de 1 000 pages, commencé en 1917, se continuant toujours, telle est la grande préparation de terrain, l'immense besogne que nous devons à l'apôtre dauphinois. »

Distribuée au début à titre bénévole par les membres du Groupement patronal grenoblois, les allocations familiales devinrent obligatoires à la suite d'un conflit ouvrier (voir Annexe II).

La caisse patronale de répartition, qui prit ensuite le titre définitif de Caisse de Compensation, sur la proposition de M. J. B. Neyret, fut créée en avril 1919. Elle a rempli son rôle à la satisfaction de tous.

Très vite après cette création, un conflit de salaires, né en mai-juin 1919, et consécutif à l'application de la Semaine de 40 heures, provoqua de la part des délégués ouvriers une demande de suppression des allocations familiales, en vertu de la formule : « à travail égal, salaire égal ». L'accord qui mit fin au conflit consolida la décision prise en 1918.

L'initiative du Syndicat des C. M. B. F. de Grenoble fut reprise par l'Association des Alpes françaises, dont le président, M. Aimé Bouchayer, accorda à l'initiative de M. Romanet son cordial appui, et provoqua l'extension des allocations familiales en Savoie et en Haute-Savoie. Il se créa ainsi à Grenoble, entre 1916 et 1922, sept caisses de compensation : métallurgistes, entrepreneurs, papeterie, ganterie, commerce de détail et divers.

L'extension des caisses de compensation à toute l'industrie française souleva de multiples questions de principe, concernant le mode des allocations et leur principe même. Elle a ensuite entraîné, au fur et à mesure de la généralisation des caisses de compensation, la création d'innombrables œuvres sociales, dont tout le patronat français peut être fier, et qui justifient à la fois l'esprit dans lequel les allocations familiales ont été appliquées, et la générosité sociale des dirigeants des caisses de compensation.

Nous n'énumérerons pas ici toutes les questions juridiques, parfois fort délicates que soulevèrent les allocations familiales. Seraient-elles ou non une partie du salaire au sens légal? Tiendraient-elles compte de tous les enfants, ou ne s'appliqueraient-elles qu'à des familles nombreuses? Montant et progressivité : diversité des taux suivant les industries et le personnel qu'elles occupent; suppression du paiement des allocations les jours de repos ou de maladie, et pendant la période suivant immédiatement l'embauchage; répartition de la compensation par industrie, ou par région, avec des taux uniformes ou variables suivant les cas; calcul d'après les salaires ou d'après les effectifs? Autant de questions qui auraient pu être des nids à contestations entre les patrons. En fait, malgré une grande diversité dans les modes d'application, l'œuvre n'a pas cessé de faire des progrès (Voir Annexe III).

On doit les attribuer avant tout à l'esprit de dévouement, à la modestie, au désintéressement total qu'ont montrés les protagonistes de l'œuvre, et à l'exemple

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'ils ont ainsi donné à tous ceux qui, après eux, ont pris la charge de développer et de gérer les allocations familiales.

Voici ce qu'est l'action des caisses de compensation. Certaines caisses se préoccupèrent d'assurer le bon emploi des sommes distribuées aux ouvriers, et, très vite, des primes de naissance et des primes d'allaitement sont venues dans la plupart des caisses de compensation apporter aux jeunes mères des encouragements. Tel fut le début de cette action sociale, dont le domaine s'étendit très rapidement.

Comme l'indiquait notre collègue Pierre Richemond, il y a quelques années [3], lorsqu'il était président de la Caisse de Compensation de la Région parisienne, les allocations pouvaient avoir une efficacité d'autant plus grande qu'elles étaient complétées par des conseils et par un appui moral. De là est née l'idée des visiteuses à domicile, qui est entrée dans la pratique courante des caisses de compensation.

Actuellement, grâce au Comité central des Allocations familiales et à l'action de son éminent directeur, M. Bonvoisin, les différentes œuvres sociales créées par les caisses de compensation se sont groupées, et l'ensemble forme un admirable faisceau d'institutions sociales.

Une cinquantaine de caisses de compensation occupent 300 infirmières visiteuses et assistantes sociales, qui effectuent annuellement près de 850 visites. Dans le personnel qui bénéficie de leur action, la mortalité s'est révélée inférieure de 30 p. 100 à celle de la moyenne de la population française, et la mortalité infantile de 0 à un an, inférieure d'environ 50 p. 100 à celle de la population totale. Le chiffre des naissances est supérieur de 22 p. 100 à celui de la statistique générale de la France.

Certaines caisses ont organisé des services d'orientation professionnelle et d'enseignement ménager; 17000 enfants sont envoyés chaque année en colonies de vacances. Les caisses de compensation les plus importantes ont groupé leurs services dans des maisons sociales, où les familles trouvent toujours les consultations médicales qui peuvent être utiles.

Une revue éducative a été créée par la Direction des Caisses de Compensation. Elle tire à 440000 exemplaires. Enfin, en 1928, le Comité central des Allocations familiales a créé l'Édition sociale française, qui publie notamment : la *Revue de la Famille*, *Le petit Guide de la Famille*, *Le petit Guide des Loisirs*, *La Famille rurale*; la revue *Éducation*, la revue des *Enfants et Jeunes de France*. Elle a édité le *Guide de la Jeune Mère*, et créé, en 1935, comme branche cinématographique *L'Écran français*. Enfin, récemment, a été constitué à Paris un Centre familial de Documentation professionnelle, donnant ainsi avec la collaboration et le conseil des associations de parents un service d'orientation professionnelle.

Aujourd'hui que son initiative de 1916 a pris en France toute son extension, et réalisé les merveilles sociales dont l'esquisse vient d'être donnée, M. Romanet

(3) Voir, dans le *Bulletin* de mars-avril 1920, p. 236 : *Caisse de Compensation de la Région parisienne. Allocations pour charges de famille.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

peut être heureux et fier de l'œuvre qu'il a lancée modestement dans son coin de province. Faisant violence à sa modestie, il convient de dire encore comment la création des allocations familiales avec caisse de compensation à Grenoble, en 1916, n'a été pour M. Romanet que le couronnement d'une carrière déjà longue d'apostolat social. Il faut le dire pour faire comprendre la cause profonde du succès de son initiative. D'ailleurs on en trouve tous les éléments dans les discours prononcés en 1920, lorsque la paroisse Saint-Bruno de Grenoble remit à M. Romanet la décoration de chevalier de saint Grégoire-le-Grand, qui donnait à toute l'œuvre sociale de M. Romanet et à son œuvre catholique, la consécration de la plus haute autorité religieuse.

A 17 ans, M. Romanet entrait à l'usine Joya dans l'emploi le plus modeste. Dès 1901, il commençait dans le quartier populaire de Saint-Bruno un apostolat social, charitable et chrétien. Il fonde tout d'abord la Ruche populaire de Saint-Bruno pour la famille ouvrière, et en fait un centre d'action sociale ; on n'y compte pas moins de 17 œuvres sociales ou religieuses, auxquelles il a apporté son concours. Parmi les œuvres purement sociales nous ne citerons que : la Société anonyme immobilière de Saint-Bruno, les commissions mixtes des patrons et des ouvriers, les conseils d'usine, les retraites ouvrières supplémentaires, la Commission d'Apprentissage de l'Union des Industries minières et métallurgiques à Paris, les cours des apprentis à Grenoble, l'Association des Écoles nationales professionnelles, l'Institut polytechnique de Grenoble, les Pupilles de la Nation.

M. Romanet a été un des catholiques qui n'ont pas hésité, malgré les difficultés, à appliquer les directives données par le pape Léon XIII dans son encyclique *De conditione opificum* de 1891, à laquelle se réfèrent maintenant tant de gouvernements et de groupements professionnels dans leurs tentatives d'amélioration sociale. M. Romanet est ainsi un des réalisateurs les plus heureux de ce mouvement social catholique, qui, par son travail continu, souvent obscur et critiqué, a exercé dans l'industrie française une action d'autant plus profonde qu'elle est plus désintéressée et plus modeste.

En un moment où ce mouvement a été très durement frappé par la disparition de M. Marius Gonin, fondateur en 1923, avec M. Henri Lorin, des Semaines sociales de France, et par celle, toute récente, de M. Adéodat Boissard, secrétaire général, dès leur fondation, de l'Association internationale et de l'Association française pour le Progrès social, créées par Albert Thomas, il a paru nécessaire de montrer les liens qui y rattachent M. Romanet.

En décernant à M. Romanet sa plus haute récompense, la Société d'Encouragement tient à rendre hommage à tous ceux qui l'ont aidé dans cette œuvre de progrès social : à ses collaborateurs, à ses inspirateurs, à ses amis de Grenoble. Elle tient également à rendre hommage à tout l'état-major des caisses de compensation, qui a consacré sa vie au service de la famille française.

*
* *

ANNEXE I. — Les inscrits maritimes en avaient bénéficié en 1860. Le personnel des Finances et des Douanes, des P. T. T., du Conservatoire national des Arts et Métiers

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et les instituteurs, à des dates échelonnées entre 1897 et 1908. Dans les Compagnies de chemins de fer, le P. O. et le P. L. M. avaient suivi l'exemple vers 1890. Les usines du Sud de la France vers 1884.

Enfin quelques usines isolées avaient également créé des allocations en faveur de leur personnel : l'Usine Klein, à Vizille, en 1884; M. Léon Harmel, au Val de Bois, en 1891, les avaient introduites dans un ensemble d'œuvres sociales, qui furent la première illustration du mouvement social catholique moderne, lancé par Albert de Mun et Latour du Pin. Enfin, de grandes entreprises : la Lyonnaise des Eaux, les Usines de Rozières, le Gaz de Lyon, les Papeteries de Rives, les Forges de Firminy, Michelin, Montgolfier, presque toutes de la région de Lyon et de Grenoble, avaient, elles aussi, fait bénéficier leur personnel d'avantages analogues.

ANNEXE II. — « Dans les premiers mois de 1917, pour adapter les salaires au coût de la vie, une commission mixte, aux travaux de laquelle participèrent le Préfet et le Contrôleur de la Main-d'œuvre militaire, élabora un bordereau, homologué par le Ministère de l'Armement le 12 avril. »

« En septembre de la même année, ce bordereau ne donnait déjà plus satisfaction. A nouveau fut réunie une commission, qui ne put d'ailleurs réaliser un accord, et ce fut le Ministre qui trancha le différend en fixant par arrêté du 18 novembre 1917, une indemnité de vie chère journalière, à la forme dégressive de 1,50 fr à la base. »

« Un conflit de salaires surgit encore en avril-mai 1918. La commission mixte parvint cette fois à une entente. L'indemnité de vie chère, qui devenait fixe, était portée à 2,50 fr, et, sur la demande patronale, certaines indemnités étaient accordées au ménage lorsque la femme ne travaillait pas. De plus, les allocations familiales versées à titre bénévole depuis 1916 devenaient obligatoires pour tous et étaient uniformisées sur les chiffres les plus élevés payés à Grenoble, ceux des Établissements Bouchayer et Viallet. »

« Il est juste de dire qu'aucune objection contre notre formule ne fut présentée à cette époque par les délégués ouvriers. C'est même avec leur concours que l'on chercha à rendre pratique le fonctionnement obligatoire des allocations familiales. Le besoin créant l'organe, c'est ainsi que germa l'idée de la caisse de compensation. »

« Cet organisme est donc l'œuvre du Syndicat des C. M. C. F. Il fut étudié par la délégation patronale qui siégea à la Commission mixte, dans le seul but de parer à l'égoïsme humain. Il ne fallait pas en effet qu'un patron pût être tenté un seul instant de ne pas embaucher un père de famille, en raison des charges supplémentaires que ce dernier lui apportait. »

« Dès le 29 avril 1918, comme en font foi nos procès-verbaux officiels, le président de la Commission, M. Jallifier, exposa en Chambre syndicale la nécessité de créer une caisse patronale de répartition, pour assurer l'aide aux ouvriers chargés de famille. »

« Le vote de principe fut acquis sur l'heure et à l'unanimité. La délégation patronale continua alors ses pourparlers, qui aboutirent à l'accord signé le 17 mai, par les deux parties, accord qui fut homologué par une assemblée générale extraordinaire, réunie à cet effet le 21 mai 1918. C'est donc à cette date que la décision prise dès le 29 avril 1918 entrait en applicaiton. »

ANNEXE III. — Dans la Caisse de Compensation de Grenoble et dans celle fondée quelques mois auparavant à Lorient par M. Marcesche, la caisse fut un simple service syndical, et l'allocation paraissait comme une modalité du salaire. Mais très vite, ainsi que l'indique M. Bonvoisin dans son rapport au Congrès des Allocations fami-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

liales de 1922, « l'institution s'est dégagée de ses origines pour constituer un système autonome. Cette évolution s'est faite dès que les partisans de la réforme eurent pris conscience du rôle que celle-ci était appelée à jouer, à la fois comme mesure d'assistance patronale, formule d'apaisement, enfin élément de la lutte devenue indispensable contre la dépopulation ».

« L'allocation familiale est devenue actuellement d'une façon presque générale une subvention, indépendante de la quantité comme de la qualité du travail, versée en dehors du service de la paie, souvent en d'autres mains que celles du salarié, quelquefois par un organisme étranger à la personne de l'employeur, maintenue dans bien des cas dans des périodes de chômage. C'est pourquoi la qualification de sursalaire familial, qui fut donnée fréquemment pendant les premières années aux allocations familiales, a-t-elle complètement disparu. »

L'organisation des caisses de compensation, conçue librement avec des formules souvent diverses et adaptées aux conditions locales, a permis de tenir un juste milieu entre les œuvres gérées directement par les patrons, que l'ouvrier accuse de « paternalisme », et les organismes d'État, qui manquent trop souvent de l'esprit de progrès et de la faculté de s'adapter aux conditions infiniment variées des groupes sociaux.

D'ailleurs, les règlements des différentes caisses d'allocations familiales présentent une extrême diversité, comme si, dans tous les coins de France, chaque groupement patronal s'était efforcé de réaliser un progrès sur ce qu'avait fait le voisin, et d'adapter l'œuvre aux besoins de sa région.

Certaines caisses se sont préoccupées plus spécialement de la famille nombreuse, ont estimé que la famille ouvrière n'ayant qu'un enfant trouve dans son salaire l'élément nécessaire à sa subsistance, et qu'il n'y a lieu de donner des allocations qu'à partir du second enfant. D'autres caisses envisagent la famille dans son ensemble et ont voulu encourager la naissance du premier enfant par des primes de natalité.

Certaines caisses versent directement les allocations par les mains du patron à ses ouvriers, d'autres préfèrent faire verser directement l'allocation à l'ouvrier, ou même à la mère, par le soin de la caisse de compensation.

Quelques caisses ont instauré dans leurs statuts des stages ne faisant bénéficier des allocations familiales que les ouvriers employés déjà depuis plusieurs mois. D'autres ont supprimé l'obligation du stage.

Le montant des allocations a donné lieu aussi à des pratiques fort diverses : dans certaines caisses, l'allocation est mensuelle; quelquefois, elle dépend du nombre des jours de travail.

Les cotisations patronales peuvent être basées sur des éléments très divers. Parfois, ce sont les effectifs; mais, ici, se présente la difficulté de la diversité des salaires, notamment entre hommes et femmes. Plus généralement, elles sont proportionnelles aux salaires totaux payés dans l'usine. En agriculture, le paiement par hectare exploité paraît avoir le plus de faveur.

*
* *

Prix Charles Fremont.

Le Prix Charles Fremont a été fondé par Mlle Fremont en souvenir de son frère, membre et lauréat de la Société d'Encouragement. Ce prix, en espèces, de 2 000 fr cette année, est destiné à *aider un jeune technicien, au début de sa carrière*,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à poursuivre des travaux de recherches s'ils peuvent être utiles ou glorieux pour la France. Cette fondation peut aussi aider à la publication du *Bulletin* de la Société d'Encouragement[1].

Le Prix Charles Fremont est décerné à M. Pierre LIÉNART, pour poursuivre ses recherches sur les *essais mécaniques sur les métaux.*

Rapport présenté par M. Léon GUILLET, au nom du Comité des Arts chimiques, sur les travaux de M. Pierre LIÉNART sur les *essais mécaniques des métaux.*

M. Roger Pierre LIÉNART, né le 31 janvier 1907, à Besançon (Doubs), est devenu titulaire du diplôme d'Ingénieur des Arts et Métiers en 1929. Attaché au Laboratoire du Service de la Voie de la C^ie^ P. L. M. depuis le 1^er^ mars 1931, il a été désigné par cette compagnie pour suivre au Conservatoire national des Arts et Métiers l'enseignement donné par M. L. Guillet et les travaux pratiques dirigés par M. Jean Cournot : il s'est classé second et premier aux examens de fin d'année en 1933.

Dans ses fonctions administratives, M. Liénart a prêté sa collaboration à de nombreux travaux ayant trait notamment à :

— l'étude de l'influence des différents traitements thermiques sur les caractéristiques mécaniques des aciers à rails; étude particulière de la variation de la résilience;

— l'établissement de tableaux de correspondance entre les résiliences type Mesnager et type UF, dans le cas de certaines catégories d'aciers donnant des cassures à nerf et à grain;

— l'analyse des phénomènes de fissuration se produisant systématiquement dans certains laitons (laitons spéciaux en particulier);

— l'étude des effets du rechargement par soudure, soit à l'arc électrique, soit au chalumeau oxy-acétylénique, sur l'état structural et les propriétés mécaniques des aciers à rails;

— l'application de la soudure électrique par étincelles à la confection des rails soudés.

Encouragé par M. L. Guillet à préparer une thèse d'ingénieur docteur en Sorbonne, M. Liénart a commencé en 1934 un travail sur les relations existant entre l'état structural et les caractéristiques mécaniques des aciers hypo-eutectoïdes et sur les phénomènes d'endurance, M. Liénart s'est documenté dès 1934, a fait des voyages d'études en Europe centrale où il est entré en relations avec le laboratoire du Dr Ludwik de la Technische Hochschule de Vienne, en vue d'approfondir la question des phénomènes de fatigue. Ses travaux ont été interrompus; c'est pour l'aider à les reprendre que la Société d'Encouragement lui décerne le Prix Charles Fremont.

(1) L'application du décret-loi de juillet 1935 a réduit le revenu annuel de la Fondation Fremont à 4 500 fr. En 1937, une somme de 2 500 fr a été portée au compte du *Bulletin*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Prix Meynot.

Rapport présenté par M. Louis TARDY, au nom du Comité d'Agriculture, sur l'attribution du prix Meynot en 1937.

Le prix Meynot, d'une valeur de 1 000 fr (réduite en 1937 à 900 fr en application du décret-loi de juillet 1935) doit être décerné cette année à un *cultivateur, viticulteur ou maraîcher d'un département situé dans le Sud-Est de la France. Le bénéficiaire doit cultiver son bien ou celui d'autrui en qualité de colon à mi-fruits ou à prix d'argent avec les bras de sa famille, soit seul ou soit avec un ouvrier au plus, avoir donné le meilleur exemple par sa conduite, son assiduité au travail, par l'ordre de son ménage, et, par l'application des meilleures méthodes de culture et de l'outillage le plus perfectionné, avoir réalisé le meilleur résultat dans sa petite exploitation.*

Les réponses aux enquêtes faites chaque année ont permis de constater combien sont nombreux dans nos campagnes françaises les petits agriculteurs répondant aux conditions du testateur, travaillant de leurs mains laborieusement pour acquérir un petit domaine. Épris de progrès, ils s'efforcent ensuite de l'améliorer et l'agrandir.

Les renseignements recueillis ont fait connaître des situations très émouvantes et montré qu'il y a encore beaucoup de familles nombreuses chez les petits cultivateurs mutilés de guerre.

L'enquête effectuée cette année dans les départements du Sud-Est a permis encore de constater combien les candidats proposés sont très méritants. Ils cultivent en général une petite exploitation n'excédant pas 15 ha comme propriétaires ou fermiers. Plusieurs ont 7 ou 12 enfants.

8 des candidatures d'anciens combattants ont particulièrement retenu l'attention; ce sont des mutilés de guerre ayant pu, par leur travail opiniâtre et leur esprit d'épargne, devenir petits propriétaires ou fermiers, cultivant leur bien uniquement « avec les bras de leur famille ». Le Comité d'Agriculture a choisi deux de ces candidatures qui lui ont paru tout à fait dignes d'intérêt. Ce sont celles de MM. BOUVIER et GILIBERT, entre lesquels le Prix Meynot est partagé par moitié.

M. Jean Marie BOUVIER, âgé de 48 ans, habite Sâles, canton de Rumilly (Haute-Savoie). Il est pensionné de guerre avec 100 p. 100 d'invalidité à la suite de l'amputation du bras gauche. Marié en 1918, il est père de 7 enfants.

M. Bouvier cultive une petite propriété rurale de 7 ha avec intelligence et compétence. Après avoir modernisé ses bâtiments, il a acquis un outillage assez important. Son exploitation comporte des cultures variées, mais il réserve une large place à l'élevage. Il possède un beau bétail; c'est un agriculteur modèle : l'ordre et la propreté règnent dans son exploitation. M. Bouvier est considéré comme un travailleur acharné, honnête et bon père de famille.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Ernest GILIBERT, âgé de 42 ans, habite à Cheyssieu par Auberives (Isère); il est pensionné de guerre avec 15 p. 100 d'invalidité à la suite d'une blessure à la cuisse droite. Marié en 1921, il est père de 10 enfants vivants dont l'aîné a 16 ans et le plus jeune un an.

M. Gilibert cultive, avec l'aide de sa femme et de ses deux fils aînés, la propriété familiale de 10 ha qu'il a pu conserver en remboursant, grâce à un prêt du Crédit agricole, des soultes de partage à ses frères et sœurs. Il est parvenu à acquérir par son travail opiniâtre un petit matériel moderne d'exploitation.

La moralité du ménage Gilibert est excellente, son assiduité au travail est parfaite.

***

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, à l'*ouvrier des exposants de la classe 47 ayant le plus grand nombre d'années consécutives de services dans la même maison*. Le montant de ce prix est réduit à 900 francs en 1937, en application du décret-loi de juillet 1935.

La Société d'Encouragement décerne, pour l'année 1937, le Prix Fourcade à M. Alexis BONTARD, sur rapport de M. H. SERVONNET, *secrétaire général*.

Né le 10 mai 1870, M. Alexis BONTARD est entré dans la maison Ch. Lorilleux et Cie le 20 août 1883; il y a donc accompli à ce jour plus de 54 ans de services continus. Sous la surveillance de son père, qui est lui-même resté 52 années au service de la maison Ch. Lorilleux, M. Bontard fut employé d'abord à l'atelier de broyage des couleurs; grâce à un labeur persévérant, il se perfectionna rapidement dans la technique de cette opération, se distingua par son activité, et devint en 1913 contremaître de l'atelier. Il occupa ce poste jusqu'en 1936, s'y fit remarquer par d'intelligentes initiatives, par son zèle et son dévouement. Très écouté de ses ouvriers, qui reconnaissent son autorité et sa compétence, il a toujours su obtenir d'eux une collaboration confiante et efficace.

Depuis 1936, M. Bontard, en raison de son âge, s'est vu confier par la maison Ch. Lorilleux un poste moins absorbant; il est attaché à l'atelier d'essais du Laboratoire où il rend encore des services très appréciés.

Le Prix Fourcade qui lui est décerné récompense une belle et longue carrière.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Médailles d'or.

Rapport présenté par M. Paul DUMANOIS, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur les *travaux d'aéronautique* de M. Antonin LAPRESLE, Inspecteur général de l'Aéronautique.

Comme les années précédentes, l'Association technique maritime et aéronautique a proposé à la Société d'Encouragement un candidat pour l'attribution d'une de ses récompenses. Son choix s'est porté sur M. Antonin LAPRESLE, Inspecteur général de l'Aéronautique, auteur de trois mémoires comportant l'un, un examen critique de la méthode de la girouette pour le contrôle au laboratoire aérodynamique de la stabilité de forme des avions, les deux autres la description de la grande soufflerie de Chalais-Meudon et de son aménagement, ainsi que l'énoncé des premiers résultats qu'on y a obtenus avec la balance aérodynamique à 6 composantes.

M. Lapresle est un de nos plus anciens aérodynamiciens, et, dans ce domaine, il ne s'est pas contenté d'être un théoricien : collaborateur de la première heure de M. Eiffel, lorsque celui-ci organisa son laboratoire expérimental, M. Lapresle n'a cessé d'apporter une contribution efficace au développement de la science aérodynamique, et c'est naturellement à lui que pensa M. Caquot, lorsqu'il voulut créer en France une soufflerie dont les dimensions devaient dépasser notablement tout ce qui avait été fait à l'étranger.

Le premier mémoire est l'aboutissement de toute une série de travaux antérieurs. De tout temps, l'étude de la stabilité, c'est-à-dire des moments des forces agissantes autour du centre de gravité, s'est imposée à l'avionneur. Longtemps cette étude est restée purement empirique et guidée par les seules impressions du pilote. Puis elle fut abordée au tunnel, et c'est alors qu'apparut l'importance insoupçonnée de certains facteurs comme l'angle d'incidence et l'angle de dérapage.

Malheureusement, avec le dispositif généralement utilisé pour la suspension de la maquette à l'intérieur du tunnel aérodynamique, on obtient les composantes de tangage et de lacet des forces aérodynamiques par la différence de deux quantités assez voisines. Ces grandeurs sont donc assez mal définies.

C'est pour éviter ces inconvénients que M. Lapresle imagina la méthode de la girouette, permettant la mesure directe des mouvements de lacet et de tangage. Ce procédé, très simple, devint rapidement d'un usage courant. En particulier, il a permis la détermination systématique des coefficients de stabilité statique, de tangage et de lacet, ainsi que l'étude de l'influence sur ces coefficients de divers facteurs : position et forme de l'aile, braquage des gouvernes, etc....

M. Lapresle a été aussi l'un des premiers à aborder expérimentalement au tunnel aérodynamique l'étude systématique de l'autorotation, qui est à l'origine d'une évolution très dangereuse, la vrille. En particulier, il a été le premier à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mettre en évidence l'influence de l'angle de dérapage sur la vitesse de rotation et sur l'incidence de départ. Le résultat de ses expériences a transformé complètement à l'époque les théories de la vrille et a été le point de départ des études modernes de ce phénomène.

Mais quel que puisse être l'intérêt des essais sur petits modèles, il est certain que la transposition aux avions réels des résultats ainsi obtenus ne va pas sans de nombreuses restrictions. La seule façon de lever le doute était de construire une soufflerie suffisamment grande pour y mettre un véritable avion, muni d'un véritable moteur et au besoin d'un pilote.

C'est M. Caquot, alors Directeur général technique au Ministère de l'Air, qui, en 1929, fit adopter le principe de la construction d'une telle soufflerie et en fixa les dimensions à une ellipse utile de 16×8 m permettant l'essai d'avions d'environ 12 m d'envergure.

On ne connaissait à l'époque que la grande soufflerie circulaire de 6 m de diamètre du National Advisory Committee for Aeronautics. L'étude et la réalisation de la nouvelle soufflerie posaient donc des problèmes tout nouveaux, pour lesquels M. Lapresle proposa des solutions hardies qui constituaient des innovations incontestables. L'une des plus importantes était d'adopter une soufflerie à retour d'air libre, ce qui exige que la chambre d'expérimentation soit en dépression; on voit immédiatement toutes les sujétions que cela entraîne au point de vue constructif, et cela explique pourquoi les Américains, les Allemands et les Italiens y ont renoncé. Cependant, ce dispositif possède les avantages suivants qui ont paru décisifs :

1° Quelle que soit la durée de l'expérience, le courant d'air qui passe est toujours frais et non turbulent, alors que, dans les souffleries à retour guidé, l'air en circulation est toujours le même; il s'échauffe donc au passage des ventilateurs et par frottement le long des parois des conduites; force est de le refroidir et de le régulariser artificiellement. Cela était particulièrement important pour la soufflerie envisagée dont les ventilateurs absorbent 6 000 ch;

2° Si l'on procède à un essai d'avion, moteur allumé, les gaz d'échappement sont évacués dans l'atmosphère automatiquement;

3° Enfin, la suppression de toute conduite de retour diminue beaucoup l'importance et le prix de l'installation.

Une autre particularité de la solution proposée par M. Lapresle est le groupement des ventilateurs et la disposition adoptée pour obtenir dans la chambre d'essai un courant d'air absolument régulier, quels que soient le nombre des ventilateurs en marche et la vitesse d'écoulement de l'air.

Le mémoire de juin 1935 décrit la petite soufflerie d'étude qui a été d'abord construite à Issy, à la dimension de $3 \times 1{,}50$ m, pour vérifier les hypothèses de M. Lapresle. Les essais de cette soufflerie furent pleinement satisfaisants et l'installation a été conservée pour le service courant. En outre, cette petite soufflerie a permis de déterminer expérimentalement les dispositions optima à adopter pour la grande soufflerie pour toutes sortes de détails. Ce fut une application remarquable des possibilités de la similitude judicieusement exploitée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, le mémoire de juin 1937 décrit la balance aérodynamique à 6 composants, imaginée et réalisée par M. Lapresle pour lui permettre de mesurer, sur un avion pesant plusieurs tonnes, toutes les forces et tous les moments en jeu, la machine étant aménagée pour permettre un enregistrement continu de tous ces éléments.

On voit que c'est toute une carrière d'ingénieur consacrée à l'aérodynamique, aussi bien à la théorie qu'aux réalisations pratiques, que la Société d'Encouragement entend consacrer en décernant une médaille d'or à M. Lapresle.

*
* *

Rapport présenté par M. Joseph PERNOLLET, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur les *travaux de normalisation* de M. Ernest DELAMARRE.

La normalisation est plus que jamais à l'ordre du jour; et, si elle n'est pas une panacée dans l'ordre économique comme certains paraissent le croire, elle est cependant capable d'y donner des résultats très importants.

Il est donc naturel que la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale s'intéresse tout particulièrement à toutes les questions de normalisation. Elle l'a d'ailleurs fait depuis fort longtemps : elle s'est occupée de normalisation bien avant qu'on en parlât dans le monde. Il suffit de rappeler, en effet, que dès 1891, elle a étudié en France l'unification des filetages métriques, et qu'elle a réussi en 1898, au Congrès de Zurich, à faire adopter son système de filetages à peu près sans modifications, par les nations industrielles rattachées, à cette époque, au Système métrique.

En 1934, la Société d'Encouragement a attribué une médaille d'or, grand module, à M. Le Besnerais, Ingénieur en Chef du Génie maritime, pour ses travaux de normalisation et d'architecture navale.

En 1935, elle a décerné une médaille d'or à M. Mériel-Bussy, secrétaire du Comité de Normalisation de la Mécanique, et une autre à M. Pierre Berger, directeur du Bureau de Normalisation de l'Automobile, à la suite d'un rapport établi au nom du Comité des Arts mécaniques par son président d'alors, M. Édouard Sauvage.

Rappelons ici, en passant, le rôle d'initiateur et de premier plan joué par M. Sauvage dans les travaux de normalisation faits par la Société d'Encouragement, et disons que notre regretté président doit être considéré comme le père de la normalisation en France.

C'est rendre hommage à sa mémoire et à ses travaux et c'est continuer son œuvre, en même temps que c'est rester dans l'objet social de la Société d'Encouragement que de décerner cette année une médaille d'or à l'un des meilleurs collaborateurs des comités de normalisation, M. Ernest DELAMARRE.

M. Delamarre, Ingénieur des Arts et Métiers, n'a cessé, depuis sa sortie de l'École d'Angers, en 1896, de s'occuper de construction mécanique, soit dans les bureaux d'études, soit dans les ateliers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Depuis 1908, il est ingénieur de la Thomson Houston, devenue Als-thom, et, dans cette société, de 1920 à 1933 il a été chargé des études de normalisation en liaison avec le Comité technique du Gros Matériel électrique et le Comité de Normalisation de la Mécanique. Il est donc un spécialiste de la normalisation.

Ceux qui ont connu M. Delamarre dans les différentes commissions dont il a fait partie, savent qu'il a toujours été un collaborateur assidu, attentif et dévoué, étudiant à fond tous les documents, et faisant preuve, dans ses interventions, de grandes connaissances théoriques et pratiques de toutes les questions techniques. Sa part dans le travail qui a été fait et dans les résultats obtenus est considérable.

***

Rapport présenté par M. Charles Bhoreau, au nom du Comité des Arts économiques, sur les *travaux sur les pétroles* de M. Georges Hugel, professeur à l'École nationale supérieure du Pétrole.

Les travaux de M. Georges Hugel se répartissent dans les domaines suivants : Études sur la pyrogénation des hydrocarbures purs à températures élevées, à la pression ordinaire et sous haute pression; — Études sur le mécanisme de l'hydrogénation; — Synthèse de carbures de poids moléculaires élevés; — Relations entre la constitution et la viscosité des hydrocarbures; — Recherches sur l'association moléculaire.

M. H. Weiss a déjà exposé à la Société d'Encouragement les travaux de M. Hugel sur la synthèse d'hydrocarbures de poids moléculaires élevés et de constitutions diverses, bien connues pour contribuer à l'étude de la structure des huiles minérales de graissage issues du pétrole.

La pyrogénation des hydrocarbures avait été entreprise dans le but d'apporter quelque lumière sur le procédé technique du craquage. M. Hugel a montré que cette pyrogénation commence par une isomérisation des molécules. Les chaînes aliphatiques sont ensuite sectionnées, de manière qu'en moyenne, à basse température, chaque molécule subisse une seule rupture. Cette rupture se produit suivant les lois du hasard à un emplacement quelconque de la chaîne de la molécule. Les composés cycliques ne souffrent pas d'autant de possibilités de rupture et permettent ainsi la détermination quantitative des produits de fragmentation. La formation des radicaux fut montrée sans doute possible et leurs tendances à décomposition furent déterminées. L'un des résultats importants de cette étude est que les molécules cycliques peuvent se décomposer complètement déjà à basse température. Les hydrocarbures non saturés se polymérisent sous haute pression et à 300°, exclusivement en composés di- et tri-polymérisés.

L'étude du mécanisme de l'hydrogénation catalytique fut tentée sur divers catalyseurs comme le nickel, le platine, l'hydrure de sodium. Il a été ainsi montré que le nickel complètement réduit n'est pas un catalyseur; cette qualité lui est conférée par une trace d'oxygène combiné. Au cours de cette étude, il fut également prouvé que les catalyseurs métalliques finement divisés diminuent la tension de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vapeur des substances organiques d'une manière appréciable; il semble que l'activité d'un catalyseur est d'autant plus grande qu'il diminue moins cette tension de vapeur. L'hydrogénation sélective de la naphtaline est complètement arrêtée par addition d'une petite quantité du corps saturé (décaline). L'hydrogénation au moyen de l'hydrure de sodium montre que l'hydrogénation catalytique se produit conformément aux principes des réactions intermédiaires. Sont seuls hydrogénés dans ces conditions les hydrocarbures qui forment une combinaison organique avec le sodium métallique, et, de plus, la saturation par l'hydrogène se fait uniquement aux endroits susceptibles d'additionner du sodium.

Les recherches de M. Hugel à l'École du Pétrole ont porté également sur des essais de détermination de la constitution du brai de goudron de houille de haute température en le soumettant à l'hydrogénation ménagée destructive et en analysant les produits de la réaction. Ceux-ci sont constitués de carbures hydroaromatiques polycycliques, qui sont reliés dans le brai entre eux par des noyaux cyclopentadiéniques, instables à l'hydrogénation destructive. Ayant remarqué que ces huiles de synthèse du brai ont un mauvais index de viscosité, M. Hugel a pensé que cette propriété défavorable est à rattacher à la constitution particulière de ces huiles, ce qui l'a amené à rechercher les relations entre la constitution et la viscosité des hydrocarbures lourds appartenant à toutes les séries. Des propriétés de ces hydrocarbures synthétiques se dégage un ensemble de conclusions, qui ont été ratifiées dans la suite par de nombreux autres chercheurs. Ces conclusions démontrent qu'un hydrocarbure ayant le maximum d'étendue linéaire pour un nombre donné d'atomes de carbone a aussi l'index de viscosité le plus élevé. Tout changement structural, soit ramification, soit cyclisation, soit disposition des atomes de carbone suivant deux ou trois dimensions dans l'espace, entraîne une diminution de la valeur de l'index. Ainsi, les molécules polycycliques ont une grande viscosité aux basses températures et accusent une chute rapide de cette viscosité lorsque la température s'élève. Cette forte viscosité aux basses températures est à mettre sur le compte d'une association moléculaire instable, et les dernières publications de M. Hugel donnent des indications sur la possibilité de déterminer la forme structurale de ces associations. Le poids moléculaire a une grande importance en ce sens que l'index d'un liquide est d'autant plus élevé que son poids moléculaire est grand et sa viscosité faible. Ces conclusions permettent d'envisager la synthèse d'huiles lubrifiantes de haute qualité alliant à un index de viscosité très élevé une stabilité remarquable à l'altération.

*
* *

Rapport présenté par M. Paul Vayssière, au nom du Comité d'Agriculture, sur les *travaux d'entomologie agricole* de M. Claudius Frappa.

M. Claudius Frappa, Ingénieur agricole et Ingénieur d'Agronomie coloniale, remplit, depuis 1928, la fonction de directeur du Laboratoire d'Entomologie de Tananarive (Madagascar). Il en est le premier titulaire et s'est consacré, dès son

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

arrivée dans la Grande Ile, à l'inventaire et à l'étude biologique des parasites animaux des cultures. Il l'a fait avec l'enthousiasme et la foi d'un néophyte, avec l'intelligence et la méthode d'un chercheur né. Aussi a-t-il pu, en près de dix années de travail laborieux et malgré les trop nombreux motifs de découragement dont la route des jeunes scientifiques coloniaux est hérissée, fournir une œuvre éminemment utile pour l'agriculture de notre belle colonie de Madagascar.

Les collections biologiques d'insectes qu'il a constituées, tant à la colonie que dans la métropole, les très nombreuses études qu'il a publiées en sont autant de preuves de son activité inlassable et raisonnée. Plus de 10 mémoires ont déjà eu pour objet les insectes nuisibles aux plantes productrices de tanin, les Cochenilles nuisibles au Caféier, les charançons du Cocotier, etc. Un volumineux travail sur les *Oryctes*, nuisibles aux Palmiers de Madagascar, est en cours d'impression ainsi que plusieurs autres de moindre importance.

Parallèlement à ces recherches englobant l'ensemble des parasites des végétaux spontanés et cultivés de Madagascar, M. Frappa a poursuivi l'œuvre entreprise par la Mission d'Études des Acridiens migrateurs : il développa le service de surveillance de l'aire grégarigène du Criquet migrateur (*Locusta migratoria capito*) dans la région de Betioky; il constata dans la Grande Ile la formation d'essaims importants de Criquet nomade (*Nomadacris septemfasciata*) bien connu du continent africain.

En récompensant M. Frappa, la Société d'Encouragement lui donne, bien plus qu'un satisfecit pour ses travaux passés, un encouragement pour l'aider à poursuivre sans défaillance des recherches dont l'importance deviendra chaque jour plus appréciée en raison des énormes services qu'elles peuvent rendre à l'agriculture coloniale.

*
* *

Rapport présenté par M. Lucien Bechmann, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur les *travaux d'architecture régionale* de M. Henry Jacques Le Même.

L'Exposition de 1937 a appelé l'attention sur les œuvres de M. H.-J. Le Même, architecte diplômé par le Gouvernement, dont le talent présente une saveur particulière. Alors que si souvent les jeunes espoirs de nos provinces viennent trouver à Paris le terrain propice au développement de leur carrière, M. Le Même est un provincial qui s'est transplanté en province. Né et élevé à Nantes, où il fit ses études à l'École régionale des Beaux-Arts, c'est à Megève, en Haute-Savoie, qu'il s'est installé et s'est fait connaître. Il est vrai qu'entre sa jeunesse bretonne et son développement savoyard, il passa près de dix ans à Paris, complétant avec succès ses études à l'École des Beaux-Arts et subissant l'influence des architectes et décorateurs d'avant-garde auprès desquels il fit des stages.

Lauréat du prix Florence Blumenthal en 1926, M. Le Même put, grâce à la bourse attachée à ce prix, s'installer dans ce village de Megève qui devait si rapi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dement devenir une brillante station alpestre. Il sut se pénétrer des traditions régionales, s'inspirer, des vieux chalets dont les formes, nées des conditions climatiques et des ressources du pays, s'allient si bien au charme des paysages montagneux, et, tout en restant fidèle à l'emploi du bois, marquer ses créations d'une note moderne personnelle.

Le Megève d'aujourd'hui est en partie son œuvre. Chalets et villas, hôtels et pensions, boutiques, garages, bars et dancings, homes et préventoriums pour enfants, écoles, M. Le Même a su interpréter de façon charmante tous ces programmes dans un heureux compromis entre les formes du passé, l'esprit et les nécessités pratiques de notre époque.

Parallèlement, il construisit aussi dans la région, en collaboration avec M. Pol Abraham, ces sanatoriums de haute altitude dont se sont peuplées les pentes ensoleillées qui dominent Sallanches et Le Fayet-Saint-Gervais.

Lorsque l'Exposition de 1937 fit appel aux architectes de province pour créer le « Centre régional », M. Le Même était de ceux qui devaient se présenter. Lauréat du concours, il réalisa le charmant « Groupe savoyard » et c'est en connaisseur qu'il construisit aussi le « Palais du Bois », une des œuvres remarquées de l'Exposition, réclame vivante pour l'emploi de nos bois nationaux et qui, heureusement, doit être conservée.

On constate avec regret la confusion que trop d'architectes ont faite entre la recherche de l'expression architecturale de notre époque et la tendance vers un style international. Aussi, en décernant à M. Le Même une médaille d'or, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale a-t-elle voulu rendre hommage à l'artiste, qui, tout en faisant preuve d'esprit et de goût modernes, a su conserver les fortes traditions de notre terroir français.

*
* *

Rapport présenté par M. Jean FRESSINET, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur M. Louis GIGOU, *décorateur-ciseleur et serrurier d'art*.

Parmi les métiers du bâtiment qui nous ont légué de véritables chefs-d'œuvre, il en est un dont le passé glorieux témoigne des recherches les plus ingénieuses pour l'utilisation du métal, c'est la serrurerie.

Les admirables mécanismes des anciennes serrures que nous pouvons admirer dans certaines collections publiques ou privées; les poignées et les heurtoirs qui ornent les portes des vieux hôtels; les espagnolettes et les crémones ciselées des fenêtres des palais et des châteaux historiques montrent combien les serruriers s'associèrent étroitement à la vie de leur époque et à ses possibilités.

Si les Romains et les Byzantins employèrent le bronze fondu pour réaliser leurs travaux de serrurerie décorative, les Gaulois utilisèrent le fer et, depuis Charlemagne, les forgerons, en particulier ceux des XI^e^ et XII^e^ siècles firent preuve en cette matière d'une adresse et d'une ingéniosité remarquables.

Les merveilleuses ferrures ou pentures des portes de nos cathédrales, ainsi

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que les serrures des coffres du Moyen Age n'affirment pas seulement l'habilité technique de leurs artisans, mais aussi leurs préoccupations artistiques.

A partir du XVI^e^ siècle, les ciseleurs remplacent les forgerons pour l'exécution de la serrurerie d'art, et les œuvres de certains d'entre eux peuvent rivaliser avec les travaux les plus délicats de l'orfèvrerie. Les belles serrures des châteaux d'Anet et d'Ecouen, qui figurent au Musée de Cluny, nous montrent le degré de perfection auquel parvinrent ces serruriers ciseleurs.

Au XVII^e^ siècle, si la serrurerie ordinaire est exécutée en province, particulièrement en Forez et en Picardie, la serrurerie plus compliquée ainsi que la serrurerie d'art sont en général l'œuvre des artisans parisiens.

Actuellement encore, c'est à Paris que l'on trouve les meilleurs créateurs et exécutants de modèles pour la serrurerie décorative.

Celui que la Société d'Encouragement récompense aujourd'hui, M. Louis GIGOU est un Parisien, ancien élève de l'École Boulle, où il reçut une formation de décorateur et de ciseleur avant d'apprendre à l'établi de l'atelier paternel le métier de serrurier.

Depuis 1903, M. Louis Gigou a créé pour le mobilier et le bâtiment plus de 4 000 modèles nouveaux qui témoignent d'un goût parfait associé à une technique irréprochable.

Si, dans ses créations, certaines entrées de serrures ou boucliers de meubles devant constituer toute l'ornementation de ces derniers, sont ciselés comme des médailles, d'autres, au contraire, dont le rôle est uniquement d'accompagner une décoration sans solliciter, *a priori*, l'attention, restent dans la sobre élégance qui s'impose. Mais, on ne peut reprocher à aucun de ces modèles, quel qu'il soit, des surcharges de mauvais goût.

Les séries de crémones, de paumelles, de béquilles et de boutons de portes créées par M. Louis Gigou pour le bâtiment ont été étudiées aussi consciencieusement et réalisées d'une façon aussi parfaite pour s'adapter aux expressions décoratives de l'architecture contemporaine.

Mais l'impression dominante qui se dégage de l'œuvre importante de cet artiste, c'est l'amour du métier tel que le concevaient les artisans d'autrefois. Son illustre prédécesseur, le célèbre forgeron et serrurier lorrain Jean Lamour, auteur des belles grilles de la Place Stanislas de Nancy, n'a-t-il pas gravé sur l'un de ses ouvrages la phrase suivante « Un ouvrier ne peut devenir habile s'il n'est pénétré des prérogatives de son art... l'intérêt seul n'est pas capable d'échauffer le génie ».

Cet amour désintéressé du métier, M. Louis Gigou l'a prouvé lorsqu'il créa en 1919, pour les artisans des régions libérées auxquels il abandonna ses droits d'auteur, une série de modèles simples pouvant être exécutés en petites séries avec de petits moyens mécaniques.

Outre ses créations artistiques, il perfectionna différents systèmes de fermeture et inventa en 1931 le système des portes à coulisse planes qu'il fit breveter en France et en Allemagne. Cette invention permet aux portes coulissantes des meubles et des vitrines de se trouver sur le même plan lorsqu'elles sont fermées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il commença en 1932 des recherches sur l'emploi des aciers inoxydables dans la serrurerie décorative, qui lui permirent de montrer à l'Exposition internationale de 1937 des pièces en acier mat, sablé et poncé, d'une forme et d'un effet décoratifs entièrement nouveaux.

M. Louis Gigou a participé depuis 1906 aux principales manifestations industrielles et artistiques qui ont eu lieu, tant en France qu'à l'étranger. Ses modèles y ont été appréciés et lui ont obtenu les plus vifs succès; ils lui ont valu un diplôme d'honneur aux Expositions de Londres et de Milan, un grand prix à Gand, à Turin et à l'Exposition coloniale de Paris en 1931. Il a été membre du Jury aux Expositions internationales de Paris en 1925 et en 1937, puis secrétaire-rapporteur au Jury du Concours des Meilleurs Ouvriers de France.

***

Rapport présenté par M. Jean FRESSINET, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur M. Auguste LABOURET, *artiste verrier et mosaïste*.

L'œuvre très importante et si variée de M. Auguste LABOURET représente 42 années de travail, d'efforts et de recherches basées sur une association étroite de l'art et des techniques.

Cet ancien élève de l'École nationale supérieure des Beaux-Arts, qui exposa dans les principaux Salons et obtint des récompenses, a trouvé dans l'art appliqué un moyen d'exprimer sa forte personnalité. Lorsqu'il utilise les matières translucides pour faire du vitrail, du verre gravé, de l'éclairage architectural ou du luminaire, comme lorsqu'il emploie des matériaux opaques pour faire de la mosaïque, du stuc, du granito ou un autre revêtement décoratif, on reconnaît toujours dans ces travaux l'originalité du tempérament de l'auteur et l'étendue de ses connaissances techniques.

Sa passion pour la couleur et surtout pour la lumière entraîna M. Labouret à la recherche d'effets inédits dans l'art du vitrail. Malgré sa vive admiration pour les verrières médiévales, il abandonna le procédé classique des verres sertis de plomb.

Ne désirant pas seulement laisser passer la lumière à travers le verre, il voulut l'accrocher, la transformer, la faire jouer et scintiller comme sur les facettes d'une pierre précieuse. Il réalisa alors, à l'aide de verres épais taillés au marteau et cloisonnés dans du béton, ses grands vitraux, vastes mosaïques transparentes dans lesquels la couleur prend une intensité, une puissance et une somptuosité incomparables : le béton remplaçant le plomb du vitrail classique donne des noirs plus épais; il fait paraître les tons plus vibrants et plus éclatants.

Les compositions de M. Labouret sont franches, bien équilibrées et, quoique volontairement simplifiées, elles restent humaines et émouvantes. Ses vitraux savamment ordonnés comme masse de couleurs montrent une heureuse alternance des grandes surfaces adroitement opposées aux surfaces divisées.

Lorsqu'il réalise des panneaux en verre gravé, c'est toujours avec une inter-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

prétation personnelle tant au point de vue artistique qu'au point de vue technique. Il grave de préférence des dalles épaisses avec lesquelles il obtient des effets de relief surprenants.

Les parois lumineuses d'une piscine qu'il exposa, il y a quelques années, au Salon d'Automne, y firent sensation : leur décoration gravée sur les dalles superposées représentait des poissons évoluant au milieu de végétations sous-marines auxquelles la tonalité glauque des verres donnait une belle coloration aquatique.

Sa passion pour la lumière entraîna aussi M. Labouret à s'occuper de l'éclairage architectural et même du luminaire. Là encore, il voulut s'évader des solutions banales et il employa avec succès des dalles aux faces polies et parfois taillées sur champ. Les grands lampadaires du salon du paquebot *Normandie* sont l'œuvre de cet intéressant artiste ainsi, d'ailleurs, que les revêtements de la salle à manger de 1re classe.

Ce n'est pas seulement les matières translucides, mais aussi les matières opaques qu'il utilise pour exécuter les fontaines, les vasques, les piscines et les nombreuses salles de bains qu'on lui demande. Il réalise de très belles mosaïques dans lesquelles il fait jouer tour à tour le grès, la faïence, le métal, la glace argentée, la marbrite ou l'opaline, tirant de l'opposition de ces matériaux de beaux et curieux contrastes.

Qu'il s'agisse de panneaux décoratifs ou même de simples dallages, tous les revêtements qu'il étudie sont harmonieux d'aspect et honnêtes de matière; le choix des éléments qui les composent est toujours heureux parce qu'il a été longuement étudié.

Il faut avoir visité l'atelier de M. Labouret pour se rendre compte de l'importance de ses recherches et de ses essais, dont il n'a cependant pu conserver tous les échantillons-témoins. On n'est alors nullement surpris d'apprendre que les principaux architectes modernes lui ont confié les travaux de mosaïque et de revêtement, non seulement des piscines publiques ou privées, mais aussi des halls de gare, d'hôtels, de casinos, de théâtres et de cinémas; il est tout naturel également que les grandes administrations, ministères, municipalités, banques et grands magasins lui aient demandé d'importantes décorations.

Si l'architecture contemporaine a une conception plus sobre du décor, subordonnant celui-ci au rôle essentiel des proportions, des plans et des volumes, il en résulte que le caractère d'exception ainsi donné à l'élément décoratif impose à ce dernier une tenue et une qualité d'exécution parfaites; de même que les grandes surfaces unies exigent un choix plus éclectique des matériaux de revêtement employés.

On voit ainsi combien est précieuse pour le maître d'œuvre la collaboration d'un artiste technicien tel que M. Labouret qui, quoique n'ignorant rien des aspirations esthétiques contemporaines, sait être moderne dans les limites de la tradition et sans avoir recours aux excès des excentricités faciles.

Si l'on ajoute à cela l'intérêt agissant qu'il prend à la formation artistique et technique de la jeunesse ainsi qu'au développement des sociétés d'art qui l'ont

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

appelé au sein de leurs comités, on comprend aisément que ses confrères l'aient choisi pour présider deux classes importantes à l'Exposition de 1937.

La médaille d'or que décerne aujourd'hui la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale à M. Labouret est la juste récompense que mérite sa laborieuse carrière, car elle honore grandement nos métiers d'art français.

*
* *

Rapport présenté par M. E. LEMAIRE, au nom du Comité des Construction et des Beaux-Arts, sur les *appareils de micromanipulation* imaginés par M. P. DE FONBRUNE.

Il faut entendre par micromanipulation toute opération exécutée sous le microscope et au moyen d'instruments spéciaux, sur des corps de très petites dimensions invisibles à l'œil nu. C'est dans le domaine des sciences naturelles, et notamment pour étudier les réactions de la cellule vivante aux diverses actions ou stimulus extérieurs, que la micromanipulation a tout d'abord été préconisée : elle paraît appelée, en effet, à y rendre les plus grands services. Cependant, elle a déjà trouvé des applications dans le domaine de la micro-analyse ou pour essayer des corps qui entrent dans la composition de produits industriels. C'est ce qu'a montré notre collègue, M. Portevin au cours de la présentation que M. de Fonbrune a faite de ses appareils dans la séance publique du 13 janvier dernier.

L'idée de la micromanipulation, ou l'expérimentation directe sur les objets microscopiques, remonte à 1844, époque à laquelle le Néerlandais Purkinjes en avait indiqué les possibilités. Toutefois, les premières micromanipulations n'ont été effectuées qu'en 1887 par le Français Chabry. Depuis cette époque, de nombreux appareils ou méthodes de micromanipulation ont été imaginés et réalisés; mais leur technique était restée si délicate que seuls d'adroits spécialistes, et très entraînés, pouvaient les appliquer avec succès. La méthode et les appareils imaginés et mis au point par M. de Fonbrune, attaché au Laboratoire de Cinémicrographie de l'Institut Pasteur, évitent toute difficulté, grâce à la fabrication simplifiée d'instruments microscopiques, le plus souvent en verre (aiguilles pleines et à injections, scalpels, boucles, ampoules, pipettes, électrodes) et à l'emploi d'un micromanipulateur pneumatique, qui permet de diriger ces instruments au moyen du micromanipulateur avec la plus grande précision.

Le micromanipulateur pneumatique réduit l'amplitude et la vitesse des mouvements, donnés à la main, dans des rapports variables que l'on ajuste aux grossissements qu'exigent ces objets observés au microscope.

L'appareil est complété par un micro-forge avec laquelle on exécute, avec sûreté, sous le contrôle du microscope, les instruments dont on veut se servir. La plus grande facilité est donnée pour réaliser les instruments nouveaux que l'on peut être amené à concevoir pour exécuter certaines opérations. On peut même mesurer des débits de liquide ou de gaz au moyen d'un index se déplaçant dans un micro-tube calibré.

Deux dispositifs évitent que les trépidations du sol, dont l'amplitude est du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

même ordre de grandeur que les dimensions et mouvements des objets observés ou manipulés, ne se transmettent aux instruments. Les opérations effectuées et les phénomènes observés se prêtent à l'enregistrement cinématographique.

Notre collègue M. Dumanois, qui présidait la séance précitée, a comparé l'appareil de commande du micromanipulateur pneumatique au manche à balai des avions : il agit avec autant de sûreté, de précision et de sensibilité ; de plus, il reste aussi bien en mains. Grâce à cet appareil, a-t-il dit, on opère sur les microns vivants avec la même aisance qu'en métrologie de précision on opère sur les microns morts.

Les appareils imaginés par M. de Fonbrune sont extrêmement ingénieux. Il a semblé à M. Portevin qu'ils peuvent rendre de très grands services en métallographie pour toutes les déterminations et études ponctuelles en des points repérés par rapport au dessin de la structure micrographique.

Grâce à des micro-pipettes ou à des micro-grattoirs, on pourra faire des attaques ou des prélèvements de constituants déterminés et, par micro-analyse, trouver la composition chimique élémentaire aux différents points considérés.

Grâce à ce même micro-outillage, on pourra aborder l'exploration des potentiels de dissolution, pour étudier la corrosion, et aussi l'exploration et l'analyse quantitative spectrographiques, en faisant jaillir une étincelle condensée entre la surface et une électrode métallique

La Société d'Encouragement décerne à M. de Fonbrune une médaille d'or pour ses méthodes entièrement nouvelles et pour ses appareils, si ingénieux et appelés à rendre les plus grands services, non seulement en biologie, mais dans plusieurs domaines de la technique industrielle.

***

Rapport présenté par M. René DUCHEMIN, au nom du Comité de Commerce, sur les *études économiques et juridiques* de M. René ARNAUD.

Né en 1893, M. René ARNAUD, après avoir fait ses études secondaires au lycée de Rochefort-sur-Mer, est venu en 1910 à Paris pour préparer le concours de l'Ecole normale supérieure (lettres). Après avoir suivi les cours des lycées Lakanal et Condorcet de 1910 à 1914, il a été reçu premier à l'Ecole normale en juillet 1914.

La guerre devait retarder de cinq ans son entrée à l'Ecole. Il allait passer en effet trois ans et demi en première ligne dans l'infanterie, y être promu finalement capitaine et être, en septembre 1918, envoyé en mission aux Etats-Unis. Il avait été blessé, était titulaire de trois citations et il est chevalier de la Légion d'Honneur au titre militaire.

En 1919 et 1920, il acheva ses études supérieures et fut admis en août 1920 au concours d'agrégation d'histoire et de géographie. Mais il ne prit point de poste dans l'Université. En effet, la Chambre de Commerce internationale, qui venait de se constituer à Paris, lui demandait son concours. Il y entra dès septembre 1920 et devait y demeurer treize ans.

Il y fut notamment le secrétaire du Conseil et le secrétaire de la Commission

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour la Protection internationale de la Propriété industrielle (brevets d'invention, marques de fabrique, dessins et modèles). Mais il s'occupa surtout d'y organiser le département de l'arbitrage commercial international, qui met ses services à la disposition des industriels et commerçants de tous les pays pour le règlement, sans frais de justice et avec le minimum de délai, soit par conciliation, soit par arbitrage, des litiges d'ordre commercial international. En sa qualité de secrétaire général de la cour d'arbitrage, M. Arnaud eut aussi à étudier plus de 600 différends internationaux et il put contribuer dans bien des cas à leur solution.

En 1933, à la mort du regretté Jean Duchenois, il est appelé à la Confédération générale de la Production française, devenue depuis Confédération générale du Patronat français, où il est directeur des Études économiques. Il est en même temps secrétaire général du Comité français de la Chambre de Commerce internationale.

M. Arnaud est l'auteur de nombreux articles et rapports d'ordre juridique ou économique dont voici les plus récents : Rapports au Congrès de Droit comparé de La Haye (1932) sur *L'exécution internationale des sentences arbitrales*; — Rapport au IIe Congrès des Chambres de Commerce et des Chambres d'Agriculture de la France d'Outre-Mer (1934) sur *Le régime des contingentements*; — *L'Angleterre et la stabilisation* (ex *Revue économique internationale* de novembre 1934); — Rapport général de la Commission spéciale des *Productions métropolitaines exportables vers la France d'Outre-Mer* à la Conférence économique de la France métropolitaine et d'Outre-Mer, dite Conférence impériale, 1935); — Rapport au VIe Congrès national des Conseillers du Commerce extérieur de la France (Lille, octobre 1936), *La politique économique*.

Enfin, vous avez entendu ou lu dans le *Bulletin* de la Société d'Encouragement de juillet-août 1937, la conférence qu'il a faite le 5 juin devant notre Société sur le sujet suivant : *Influence des hausses de salaires récentes sur les prix de revient et sur les conditions économiques générales*. Avec une clarté et une précision dont l'a loué notre président, M. Lacoin, M. Arnaud a montré dans cette conférence l'incidence économique des récentes lois sociales. Il a expliqué en particulier comment, alors que la charge des salaires s'est accrue pour les patrons de 75 p. 100, augmentant les prix de revient de 50 à 60 p. 100, le pouvoir d'achat réel des ouvriers ne s'est augmenté que de 50 p. 100. Il a conclu que le marché intérieur, malgré la séduisante théorie du pouvoir d'achat, ne pouvait pas recevoir le coup de fouet qu'on avait espéré. Quant à l'exportation, il a démontré que nous étions devenus une sorte de Japon à rebours avec les heures les plus courtes et les salaires les plus hauts.

*
* *

Rapport présenté par M. F. Blondel, au nom du Comité de Commerce, *sur les recherches géographiques et géologiques en Afrique française*, de M. Fernand Jacquet.

Venant après la citation à l'ordre de la Nation et la promotion dans l'ordre de la Légion d'honneur, ainsi qu'un prix de l'Académie des Sciences, une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

médaille d'or de la Société a paru nécessaire pour associer l'industrie nationale à l'hommage rendu au jeune géologue Fernand JACQUET, disparu mystérieusement en Mauritanie au printemps dernier.

Né le 10 janvier 1908 dans l'Isère et, après de fortes études dont notamment celles de la licence ès sciences, F. Jacquet fut, tout d'abord, professeur de mathématiques à Grenoble. Tenté par les sciences naturelles et surtout par la géologie, il entra à l'École nationale du Pétrole de Strasbourg; à la sortie, il accomplit une première mission géologique en Syrie et, à la suite de cette première mission, il donna en 1933 un compte rendu apprécié à la Société géologique de France sur la faune du Miocène moyen de la vallée du Nhar el Khebir (Nord de Lattaquié, Syrie).

Vint alors le service militaire qu'il termina en 1933 comme lieutenant aviateur. C'est à cette époque que F. Jacquet postule pour le Service géologique de l'Afrique occidentale française, qui recherchait de jeunes savants pour l'étude du grand territoire de l'Ouest africain; les notes particulièrement élogieuses de ses anciens professeurs, MM. Ch. Jacob, Gignoux, Jung, le font entrer dans ce service sans difficulté.

Il étudie, tout d'abord, avec un de ses camarades, M. Nicklès, les plages anciennes de la presqu'île du Cap Vert, recueillant une faune subfossile de plus de 60 espèces. Au cours de la même campagne (1933-1934), il étudie le Sénégal au Nord du parallèle de Bathurst et, au retour de sa mission, il peut déjà donner deux cartes au 1/1 000 000 de certaines parties de cette région.

Au cours de la campagne suivante (1934-1935), Jacquet continue ses recherches au Sénégal. Il étudie la cuvette marine lutétienne, qui explique les eaux semi-artésiennes de certaines régions comme à Kaolak. A cette époque, il découvre des gisements de phosphate. Puis, il s'enfonce au Nord dans l'Adrar mauritanien où il découvre toute une série d'horizons fossilifères qui précisent enfin l'âge d'une grande partie des terrains de ce pays. Les points acquis sont d'une extrême importance, tant au point de vue théorique qu'au point de vue pratique.

Après un court repos en France, il rejoint la Mauritanie en février 1936 par le Maroc. F. Jacquet établit la liaison entre les remarquables travaux des géologues sud-marocains et ses propres levés antérieurs. Il recoupe notamment la partie occidentale du synclinal du Tindouf; il relève de nombreux gîtes fossilifères qui permettent un raccord complet avec les travaux de N. Menchikoff.

Au cours de la même campagne, il complète ses études antérieures au Sénégal, examine de nombreux échantillons de puits et sondages et dresse une carte géologique du sous-sol de la majeure partie de la colonie au 1/1 000 000, interprétant les faits observés et pouvant servir de base aux travaux de recherches hydrologiques.

C'est enfin en Mauritanie qu'au début de la campagne suivante, entreprise pour compléter ses travaux précédents (qu'il ne considérait certainement que comme une introduction à une étude plus complète), F. Jacquet trouva la mort en avril 1937. Cette mort, encore un peu mystérieuse, a vivement ému le monde scientifique et, pour extraordinaire que soit maintenant une telle destinée, elle

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

montre que la vie du géologue colonial comporte encore des risques que la Nation doit connaître pour mieux apprécier le mérite de ceux qui la servent avec le même dévouement et les mêmes qualités intellectuelles et morales que celles déployées par F. Jacquet.

*
* *

Rapport présenté par M. René DUCHEMIN, au nom du Comité de Commerce, sur les travaux d'*organisation du travail* de M. Jean MILHAUD.

Né en 1898, M. Jean MILHAUD, après avoir obtenu le double baccalauréat (lettres et sciences) entre en 1917 à l'École polytechnique (il est capitaine de réserve du Génie). En 1924, il publiait un ouvrage sur *La téléphonie automatique* (Dunod, éditeur, préface de J. B. Pomey). Ce traité théorique et pratique a été adopté par l'Administration des P. T. T. et l'École supérieure des P. T. T. Il a écrit en outre de nombreux articles et études sur la téléphonie.

En 1926, il était chargé de mission d'enquête sur l'organisation industrielle en France, enquête entreprise sous le patronage du Bureau international du Travail et du Twentieth Century Fund, de Boston. Le résultat de cette enquête a été publié sous le titre *L'organisation scientifique du travail en Europe* (Collection du B. I. T., Genève).

De 1927 à 1937, il a fait de nombreuses études, conférences, communications, missions d'études industrielles, contribuant à répandre les principes d'organisation rationnelle dans les milieux dirigeant des industries, et plus particulièrement dans les milieux syndicaux. De 1929 à 1933, il a organisé des missions d'études industrielles aux États-Unis. De 1929 à 1937, il a également assumé diverses missions d'études d'organisation administrative (Résidence du Maroc, Présidence du Conseil, P. T. T., Ministère de l'Intérieur, Ministère de l'Air, Préfecture de la Seine).

Actuellement, M. Milhaud est chef du Service d'Organisation industrielle et commerciale à la Confédération générale du Patronat français et secrétaire général de la C. E. G. O. S. (Commission générale d'Organisation scientifique), centre d'études et d'échanges d'expériences fonctionnant auprès de la C. G. P. F.

Il est aussi conseiller technique du Bureau français pour l'Étude de la Distribution, conseiller de la Section Production-Distribution de la Chambre de Commerce internationale, administrateur du Comité national de l'Organisation française et membre du Comité du C. O. S. T. (Centre national d'Organisation scientifique du Travail, rattaché aux services de l'Économie nationale).

*
* *

Médailles d'argent.

Rapport présenté par M. M. J. ANDROUIN, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur les *dynamomètres* conçus et construits par M. R. BOULASSIER.

M. R. BOULASSIER a imaginé un dynamomètre dont la partie sensible est constituée par un tube de laiton placé sur une tige en acier qui le traverse de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bout en bout et le dépasse aux deux extrémités. Sur une longueur inférieure de 10 mm environ à celle du tube, le diamètre de la tige est réduit, de manière à être inférieur de quelques décimillimètres au diamètre intérieur du tube. Sur une longueur de 5 mm environ, à chaque extrémité, le tube s'ajuste à la tige, et il y est soudé. A chaque extrémité de la tige est percé un trou communiquant avec l'espace annulaire compris entre le tube et la tige. A l'une des extrémités s'adapte le serpentin d'un manomètre. A l'autre peut être raccordée une pompe à vide. L'intérieur de l'appareil est rempli d'un liquide peu compressible tel que l'eau glycérinée, puis est fermé par soudure. La surface extérieure du tube est légèrement conique.

Lorsque l'appareil est placé entre deux pièces ne se touchant pas tout à fait, et dont l'ensemble a été alésé suivant un axe situé entre elles, tout déplacement tendant à rapprocher ces deux pièces produit une augmentation de pression du liquide, qu'on lit sur la graduation du manomètre.

Les deux pièces peuvent être disposées pour une grande variété d'usages, et l'auteur a réalisé de nombreuses applications industrielles dont voici les principales : dynamomètres de compression ou traction; pesons; amplificateurs de déformation, et même indicateurs de variation de température. Chaque appareil est taré par rapport à un appareil de pesage. Le tarage est généralement fait au Conservatoire national des Arts et Métiers.

Par suite de l'influence de la température, un dispositif de mise à zéro est nécessaire pour employer l'appareil comme dynamomètre ou comme indicateur de déplacement. A cet effet, le cadran du manomètre est orientable.

Il résulte de nombreux essais que l'appareil n'est pas sujet au déréglage, le tube de laiton étant suffisamment écroui pour que les contraintes qu'il subit restent toujours très inférieures à sa limite élastique.

*
* *

Rapport présenté par M. René DUBRISAY, au nom du Comité des Arts chimiques, sur les travaux de M. Jacques LEFOL, sur les constituants des *liants hydrauliques*.

M. Jacques LEFOL, docteur ès sciences, Ingénieur-chimiste diplômé de l'Université de Paris, a poursuivi une étude sur l'hydratation des aluminates, silicates et silico-aluminates de calcium, ainsi que sur les sels doubles de ces corps avec le sulfate de calcium.

Cette étude a comporté tout d'abord la mesure des tensions de décomposition de ces hydrates et, par là même, de leurs zones de stabilité. Pour cela, M. Lefol a utilisé, d'une part une méthode cinématique indiquée par M. Guichard, d'autre part des méthodes nouvelles qui ont fait l'objet de communications particulières.

Ces recherches ont été complétées par l'examen micrographique et l'étude aux rayons X des différents produits.

M. Lefol a été conduit de la sorte à reconnaître, ce qui avait été antérieurement prévu, que l'eau de constitution de ces sels existe certainement à plusieurs états : à côté d'eau de cristallisation au sens propre du mot, il existe souvent de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'eau zéolitique qui peut être fixée ou éliminée sans changement de la structure cristalline du corps. L'auteur a d'ailleurs étendu cette remarque à certaines catégories de ciments, ce qui explique la stabilité des mortiers correspondants, soit à l'action de l'humidité, soit à l'action de la chaleur.

*
* *

Rapport présenté par le Dr Raymond NEVEU, au nom du Comité des Arts économiques, sur le *Guide des premiers secours dans les ateliers, usines, chantiers*, du Dr Henri RAYMONDAUD.

Le Dr Henri RAYMONDAUD, médecin principal de la Compagnie du Chemin de fer du Nord, a remis à la Société d'Encouragement son *Guide des premiers secours dans les ateliers, usines, chantiers*, qu'il vient de publier sous le pseudonyme de Dr Le Limousin. L'auteur a pensé faire œuvre utile en offrant aux chefs d'industrie, aux chefs de chantiers, aux contremaîtres, en un mot à tous ceux qui occupent un personnel exposé aux accidents de tous genres, un petit livre où il est facile de trouver rapidement l'essentiel des notions indispensables pour porter secours à un blessé ou un malade d'urgence. Il a pleinement réussi.

Le Dr Raymondaud a d'autant plus de mérite qu'il est très difficile de condenser en peu de pages des notions importantes aussi variées.

Tout d'abord, il traite de l'asphyxie, indique comment on doit pratiquer la respiration artificielle; des dessins très bien faits illustrent ce chapitre. Puis il montre comment on doit soigner les brûlures, la congestion cérébrale, la congélation, en attendant l'arrivée du médecin. Pour extraire les corps étrangers de l'œil, il indique des moyens fort simples et souvent efficaces.

Le chapitre des fractures, quoique très court, est traité avec beaucoup de soin, et les schémas d'appareils de fortune méritent tout particulièrement de retenir l'attention. La conduite à tenir en cas d'hémorragie est exposée d'une façon très claire. L'auteur a eu l'heureuse idée de réserver quelques pages à la composition de la boîte de secours. « Cette boîte ne doit pas être fermée à clef, dit-il, mais seulement plombée. Une clef s'égare facilement : on ne la trouve pas au moment voulu. » Cela est parfaitement exact. En cas d'accident, on perd souvent un temps précieux avant de pouvoir ouvrir la boîte de secours. L'ouvrage se termine par des instructions sur les premiers soins à donner aux électrocutés. On voit qu'il ne s'agit pas là d'un traité médical mais d'un guide appelé à rendre les plus grands services.

En médecine comme en hygiène, le *primum non nocere* est à la base même de la conduite à tenir, et c'est pourquoi M. Raymondaud, dans ses conseils généraux, a résumé, sous une forme lapidaire, ce qu'il ne faut pas faire. « Ne vous lancez pas dans des applications thérapeutiques, écrit-il. Ne touchez pas aux plaies elles-mêmes. Ne cherchez pas à les explorer. Eloignez du blessé les gens inutiles et les importuns. Non seulement leurs conseils, souvent contradictoires, vous gêneront, mais personne ne prendra plus la responsabilité du secours à apporter ». Conseils précieux, que l'on oublie trop souvent et que l'on croirait cueillis dans les écrits hippocratiques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Rapport présenté par M. Pierre CHEVENARD, au nom du Comité des Arts économiques, sur les travaux d'*administration rationnelle* de M. Jean-Baptiste ROCHE.

M. Jean-Baptiste ROCHE, né le 18 novembre 1872, à Commentry (Allier), entre aux Mines de Commentry le 13 août 1888, comme aide au Bureau des Plans. Son service militaire accompli, il revient, en septembre 1894, au Bureau des Plans, puis passe peu après au Bureau de la Direction. Le 1er janvier 1902, il est nommé secrétaire de la Direction de la Mine de Commentry.

M. Roche fait partie du groupe initial de collaborateurs que H. Fayol a formés et qui ont composé son état-major pendant une longue partie de sa carrière. En février 1909, M. Roche est appelé par H. Fayol au siège social de la Société de Commentry-Fourchambault et Decazeville, en vue d'une réorganisation des services : il est nommé secrétaire particulier du sous-directeur chargé des services des usines métallurgiques et devient son collaborateur direct pour l'application des méthodes administratives d'Henri Fayol.

Il est actuellement secrétaire particulier du Directeur des Usines et se trouve chargé, en outre, de fonctions importantes dans les services commerciaux. Ajoutons que, pendant une carrière de près de 50 ans, au service d'une même société, il a été appelé à traiter des questions souvent difficiles et toujours confidentielles, et qu'il les a toujours résolues de la façon la plus heureuse et à la satisfaction de tous les intéressés.

*
* *

Rapport présenté par M. Jean CARPENTIER, au nom du Comité des Arts économiques, sur la méthode d'*établissement des primes de travail au moyen des compteurs électriques*, imaginée par M. Jean JARRIANT.

M. Jean JARRIANT a préconisé une méthode de totalisation des primes de travail dans les usines, en utilisant des compteurs électriques.

Étant données une ou plusieurs machines ou un certain nombre d'organes de machines susceptibles de travailler simultanément sous la conduite d'un seul ouvrier, il s'agit de totaliser les temps effectifs de marche de ces machines ou de ces organes de machines, qui sont le résultat de la bonne surveillance de l'ouvrier ou de l'alimentation convenable de ces machines par ledit ouvrier.

Le système, imaginé et réalisé par M. Jarriant, consiste à relier certains organes de machines pendant le temps de travail à un compteur électrique, par l'intermédiaire d'interrupteurs placés sur ces organes, à travers des circuits électriques appropriés. Si l'ouvrier a plusieurs machines à conduire, l'ensemble de leurs temps de travail se trouve ainsi totalisé sur le compteur électrique, correspond au rendement total de l'ouvrier, et permet le calcul des primes.

Ce procédé a été employé avec succès pendant 6 années dans une industrie de tissage pour enregistrer le travail des broches dont la bonne alimentation incombait aux ouvrières chargées de les surveiller.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les critiques qui peuvent être faites, en particulier les erreurs dues aux compteurs électriques, ne sont pas de nature à faire écarter la méthode de M. Jarriant; cette méthode de contrôle du travail d'où découle l'octroi de primes, et sanctionnée par l'expérience, est donc intéressante et pourrait dans bien des cas être généralisée.

*
* *

Sur rapport présenté par M. G. Moussu, au nom du Comité d'Agriculture, une médaille d'argent est décernée à M. Vladimir de Sagareff pour ses travaux sur la *pigmentation des animaux domestiques*. [Voir, à ce sujet, la note rédigée par M. Moussu et ses compléments, dans le *Bulletin* de janvier-février 1937, p. 74-78).]

*
* *

Rapport présenté par M. Joseph Demorlaine, au nom du Comité d'Agriculture, sur les travaux de M. Emile-André Vautrin dans la *lutte contre la maladie de l'orme*.

M. Émile-André Vautrin, né à Bains-les-Bains (Vosges), le 28 octobre 1894, est, après sa sortie de l'Ecole nationale d'Horticulture de Versailles, entré au Service de la Ville de Paris, le 13 février 1925, comme ingénieur horticole au Bois de Vincennes, et nommé, le 1er octobre 1937, chef des Cultures aux Serres de la Ville de Paris.

Lors de son passage au Bois de Vincennes, M. l'Ingénieur Vautrin a été chargé d'assurer les expériences, faites par M. le Prof. Fron, de l'Institut national agronomique, et nous-même, en vue de trouver un remède à la maladie de l'orme, attaqué dans toute l'Europe depuis 1909 par un champignon, le *Graphium ulmi*.

Ces expériences, particulièrement délicates, devaient être faites avec un soin constant et une compétence toute particulière et, à cette occasion, M. Vautrin s'est montré un expérimentateur et un observateur de premier ordre, ce qui a permis de poursuivre les recherches avec tout le soin voulu, et, par suite, d'obtenir des résultats tels que, sans pouvoir l'assurer absolument, les expériences tentées semblent pouvoir autoriser à affirmer que le remède a été trouvé et que son application est devenue pratique.

Ces expériences ont consisté d'abord en l'introduction par gravitation d'un sel d'orthoquinoléine dans les vaisseaux des arbres attaqués, destiné à tuer le champignon. Malheureusement, le système de pénétration par gravitation est du domaine du laboratoire et n'est pas d'un usage pratique, puisqu'il faudrait placer près de chaque arbre un récipient permettant de faire pénétrer le liquide dans les vaisseaux.

On a pensé qu'il serait préférable d'introduire le liquide par arrosage pur et simple, à des doses variables, et de faire pénétrer le liquide fongicide avec la sève dans les tissus. Cette dernière méthode, avec arbres témoins, a donné depuis trois ans les meilleurs résultats, à la condition d'être appliquée avec beaucoup

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de soins et d'attention; M. Vautrin, fidèle et habile exécutant des prescriptions qui lui ont été données, a obtenu, grâce à l'attention apportée aux arrosages, des résultats concluants.

***

Médailles de bronze décernées aux contremaîtres et ouvriers des établissements industriels et des exploitations agricoles.

Rapport présenté par M. Hyacinthe SERVONNET, *secrétaire général* de la Société d'Encouragement.

Depuis 1846, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale décerne chaque année des médailles aux contremaîtres et ouvriers qui se sont distingués par la durée de leurs services, le zèle, le dévouement et l'intelligence dont ils ont fait preuve dans leur labeur journalier. C'est que, depuis longtemps, notre Société a reconnu le rôle essentiel du personnel d'exécution dans la prospérité des entreprises; aussi a-t-elle tenu à mettre à l'honneur les modestes mais précieux collaborateurs que sont les bons contremaîtres et ouvriers; elle sait — nous l'avons dit l'an dernier et nous devons le répéter — elle sait qu'au milieu des difficultés de l'heure présente, c'est en grande partie sur le labeur de ce personnel d'élite que repose le salut du pays.

Les candidats, désignés par des chefs d'établissement membres de la Société d'Encouragement, sont de plus en plus nombreux, et c'est bien à regret que nous nous voyons obligés, comme les années précédentes, d'en écarter quelques-uns malgré leurs mérites. L'ancienneté entre en ligne de compte pour le choix, mais nous considérons aussi d'autres éléments d'appréciation, et non moins importants: l'âge, la situation de famille, la conduite, la valeur morale, les initiatives heureuses manifestées au cours du travail.

Cette année, 27 lauréats ont été désignés; 15 comptent de 36 à 53 ans de services ininterrompus dans la même maison. Nous adressons un nouvel et pressant appel aux chefs d'entreprises industrielles et agricoles, membres de notre Société, pour que, généreusement, ils veuillent bien nous aider matériellement à augmenter le nombre des lauréats. N'est-ce pas pour eux l'un des meilleurs moyens de reconnaître hautement les vertus et les mérites de leur personnel?

Madame, Messieurs, en vous décernant la médaille destinée aux contremaîtres et 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 principales forces vives de notre pays. C'est avec fierté qu'elle proclame vos noms dans sa séance solennelle.

Liste des contremaîtres et ouvriers à qui est décernée la médaille de bronze en 1937.

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS BLANZY, POURE ET CIE, à Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais):

Mme GADEBLED, ouvrière coupeuse.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Société Anonyme des Anciens Établissements Pradel et Cie, 68, rue des Saints-Pères, Paris (7e) :

Henri Boisset, chef de service des imprimeries.

Compagnie des Forges de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons, 19, rue de La Rochefoucauld, Paris (9e) :

Établissements de l'Est, à Neuves-Maisons (Meurthe-et-Moselle) :

Sylvain Bru, vérificateur du service des stocks.

Établissements du Nord, à Isbergues (Pas-de-Calais) :

Jérôme Leprêtre, contremaître.

Chemins de fer de Paris a Lyon et a la Méditerranée, Service du Matériel et de la Traction, 20, boulevard Diderot, Paris (12e) :

Ateliers de Voitures de Villeneuve-Triage (Seine-et-Oise) :

Auguste Chassat, chef divisionnaire d'atelier.

Ateliers de Machines d'Oullins (Rhône) :

Charles Lamy, chef de brigade d'ouvriers ;
Bonaventure Bessenay, ouvrier tourneur ;
Claude Petit, ouvrier tourneur.

Société Nobel Française, 67, boulevard Haussmann, Paris (8e) :

Usine de La Rivière Saint-Sauveur (Calvados) :

Georges Demaret, directeur d'usine ;
Pierre Touzin, tuyauteur ;
Auguste Berrurier, contremaître de fabrication.

Usine de Paulilles (Pyrénées-Orientales) :

Georges Blanc, manœuvre.

Établissements Kuhlmann, 11, rue de La Baume, Paris (8e) :

Usine d'Hennebont (Morbihan) :

Laurent Simon, surveillant de purification d'acide sulfurique.

Usine de Loos (Lille) :

Constant Bunghem, ouvrier à la soudière ;
Isidore Vandecrux, ouvrier au service du chemin de fer ;
Henri Villez, ouvrier au service du chemin de fer ;
Henri Lambin, ouvrier emballeur.

Société Anonyme de Commentry-Fourchambault et Decazeville, 84, rue de Lille, Paris (7e) :

Mines de Decazeville (Aveyron) :

Abel Serre, chef d'équipe.

Usine d'Imphy (Nièvre) :

Jean Perreau, vérificateur aux traitements ;
Charles Velleret, dresseur aux traitements ;
Léonard Gaulier, surveillant aux laminoirs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Usine de Mazières (Cher) :
Étienne RICHARD, chef d'atelier à la fonderie.

MM. Charles LORILLEUX ET CIE, 16, rue Suger, Paris (6e);
Émile GENTHIER, manœuvre;
Victor TONNELIER, manœuvre;
Jérôme CAS, chef d'équipe;
Joseph HELLEQUIN, contremaître;
Alphonse RENARD, ouvrier spécialisé de fabrication.

LISTE DES RECOMPENSES DÉCERNÉES LE 2 AVRIL 1938 POUR L'ANNÉE 1937

Grande médaille.

Lauréats.	*Rapporteurs.*	*Objets.*
Émile Romanet.	M. Lacoin.	Allocations familiales.

Prix Charles Fremont.

Pierre Liénart.	L. Guillet.	Essais mécaniques des métaux.

Prix Meynot.

Jean-Marie Bouvier. Ernest Gilibert.	L. Tardy.	Petite culture modèle.

Prix Fourcade.

Alexis Bontard.	H. Servonnet.	Industrie chimique.

Médailles d'or.

Antonin Lapresle.	P. Dumanois.	Aéronautique.
Ernest Delamarre.	J. Pernollet	Normalisation industrielle.
Georges Hugel.	Ch. Bihoreau.	Chimie des pétroles.
Claudius Frappa.	P. Vayssière.	Entomologie.
H. Jacques Le Même.	L. Bechmann.	Architecture régionale.
Louis Gigou.	J. Fressinet.	Ciselure et serrurerie d'art.
Auguste Labouret.	J. Fressinet.	Verrerie et mosaïque d'art.
P. de Fonbrune.	E. Lemaire.	Appareils de micromanipulation.
René Arnaud.	R. Duchemin.	Études économiques et juridiques.
Fernand Jacquet.	F. Blondel.	Recherches géographiques et géologiques en Afrique du Nord.
Jean Milhaud.	R. Duchemin.	Organisation du travail.

Médailles d'argent.

R. Boulassier.	M. J. Androuin.	Dynamomètres.
Jacques Lefol.	R. Dubrisay.	Liants hydrauliques.
Dr Henri Raymondaud.	Dr R. Neveu.	Premiers secours dans l'industrie.
Jean-Baptiste Roche.	P. Chevenard.	Administration rationnelle.
Jean Jarriant.	J. Carpentier.	Établissement des primes de travail au moyen de compteurs électriques.
Vladimir de Sagareff.	G. Moussu.	Pigmentation des animaux domestiques.
Émile-André Vautrin.	J. Demorlaine.	Lutte contre la maladie de l'orme.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LES VITAMINES. NÉCESSITÉ PHYSIOLOGIQUE; NATURE CHIMIQUE; OBTENTION SYNTHÉTIQUE (*).

par M. M. JAVILLIER, *membre de l'Institut, professeur à la Sorbonne et au Conservatoire national des Arts et Métiers.*

Monsieur le Président, Madame, Mesdames et Messieurs.

Je suis très sensible à l'honneur que m'a fait le Conseil de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale en me priant de prendre la parole devant vous. Je le remercie très sincèrement, comme je remercie Monsieur le Président des paroles trop gracieuses et élogieuses par lesquelles il veut bien m'accueillir.

Ce sont des questions assez éloignées des préoccupations habituelles de votre Compagnie qui sont traitées dans les conférences que vous abritez, dans un pieux sentiment de reconnaissance, sous le nom d'un homme qui, savant et éminent technicien, fut un bienfaiteur de votre Société.

Mais, comme lors des précédentes Conférences Carrion, vous répondez à une idée qui lui eût été chère, en ouvrant aujourd'hui votre tribune à cette question des vitamines, qui intéresse la Biochimie et la Physiologie, la Médecine et l'Hygiène, l'Industrie chimique et la Pharmacie, s'impose à l'attention de tous par ses incidences pratiques et a fait, en ces dernières années, de si éclatants progrès.

Puisque je dois enfermer, en l'espace d'une heure, quelques notions et quelques idées sur les « vitamines », peut-être pensez-vous que ces substances, dites encore « mystérieuses » par tant de personnes, représentent un groupe homogène de principes biologiques, liés par un ensemble de propriétés communes, susceptibles d'être enveloppés dans une même et stricte définition. En vérité il n'en est rien. Les diverses vitamines appartiennent à des séries chimiques tout à fait différentes, remplissent des fonctions distinctes, préviennent ou guérissent des troubles de santé qui ne sauraient se comparer.

Aussi, cherchant, comme préface à cette causerie, à les définir, je ne vois point qu'il soit possible de dire autre chose que ceci : « ce sont des substances organiques dont l'apport alimentaire ou la formation dans l'organisme est, en quantité faible, nécessaire à la croissance, au maintien de l'équilibre physiologique, à l'aptitude à la reproduction de l'homme ou de l'animal. En leur absence, apparaissent des maladies dites de carence ». En somme, le fait que ce sont des substances organiques, qu'elles agissent à doses restreintes, qu'elles sont nécessaires et parent à certaines maladies, ce sont là, à peu près, leurs seuls caractères communs. Ce sont, on le voit, des caractères assez lâches et que l'on pourrait retrouver pour d'autres substances dont nous ne faisons point des vitamines.

(*) Conférence Carrion faite par l'auteur en séance publique le 12 mars 1938. Voir le compte rendu de cette séance dans le présent numéro du *Bulletin*, p. 190.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'idée de l'existence de telles substances ne s'est précisée que vers 1912 et résulte d'une longue série d'observations médicales ou physiologiques.

Les observations des médecins ont notamment porté sur les maladies que voici :

1° le *béribéri*, maladie fréquente en Asie orientale, dont l'on décrit la forme paralytique, caractérisée par de la paralysie et de l'atrophie musculaires, et la forme hydropique, caractérisée par l'œdème de la région sternale et de la face et toute une série de symptômes impressionnants qui conduisent rapidement le malade à la mort;

2° le *scorbut*, maladie déjà cataloguée par les Anciens, atteignant notamment les marins au cours de longues traversées, dont les premiers symptômes, gonflement, état douloureux et hémorragies des gencives, s'aggravent dans le scorbut confirmé, sont suivis de douleurs et tuméfactions articulaires, d'hémorragies généralement rebelles et d'un ensemble de symptômes dramatiques;

3° la *pellagre*, maladie observée surtout en Amérique du Sud, caractérisée par de l'érythème et des éruptions cutanées, une prostration progressive des forces musculaires, des troubles nerveux graves, au terme desquels il y a le délire, la folie, la mort;

4° la *kératomalacie*, marquée chez les enfants par des lésions oculaires plus ou moins sérieuses, la sécheresse de la peau et des cheveux, de l'amaigrissement, une susceptibilité particulière aux infections;

5° le *rachitisme*, maladie de l'enfance, dont le fait essentiel est le retard à la calcification osseuse, les troubles de morphogénèse du tissu osseux en une période de croissance rapide entraînant des déformations de la colonne vertébrale et des membres.

A toutes ces maladies, l'on fut conduit à attribuer une origine alimentaire : alimentation trop exclusive, ou comportant des substances ayant subi quelque purification inopportune. Le béribéri frappe des populations consommant surtout du riz décortiqué et poli, le scorbut des individus privés de végétaux frais, la pellagre des personnes consommant quantité excessive de maïs, la kératomalacie des enfants trop tôt et trop étroitement nourris de farines de céréales, le rachitisme de jeunes êtres mal nourris et plus ou moins privés de la lumière solaire. A toutes ces maladies, l'on trouva d'ailleurs assez vite des remèdes pratiques : riz entier au lieu de riz poli contre le béribéri; fruits et légumes verts contre le scorbut; régime plus varié contre la pellagre; huile de foie de morue ou foie d'animaux contre la kératomalacie; huile de foie de morue et cure solaire contre le rachitisme.

Aux physiologistes il appartient de définir quelles substances doivent nécessairement faire partie du régime alimentaire de l'homme et de l'animal, quelles quantités en sont utiles, quelles qualités ces substances doivent présenter — j'entends quelle constitution chimique elles doivent posséder.

Substances protéiques, glucides (ou hydrates de carbone), corps gras et matières minérales, tels sont les principes qui, en quantités judicieusement équilibrées et avec une composition appropriée, se doivent trouver en tous régimes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour, d'une part, assurer l'apport d'énergie indispensable, d'autre part, fournir les matériaux de construction ou de réparation des tissus. Un lest indigestible s'avère également indispensable pour des raisons d'ordre mécanique.

Vient-on à nourrir des animaux de laboratoire (souris ou rats, cobayes ou lapins) avec tel régime constitué par un mélange de substances pures, possédant toutes les qualités définies, l'expérience montre qu'un tel régime est incomplet; il ne couvre pas tous les besoins. Quelques exemples historiques.

Lunin (1881-1888), élève de Bunge, de Bâle, maintient, plusieurs mois durant, des souris en excellente santé avec un régime purement lacté. Si, au lait naturel il substitue les constituants isolés de celui-ci, c'est-à-dire, un mélange de caséine, de beurre, de lactose et cendres de lait, les souris ne vivent pas plus d'un mois. Ainsi, dit-il, le lait renferme des substances nécessaires à la vie autres que celles qui sont connues.

Stepp (1909-1912) nourrit des souris avec de petits pains fabriqués avec de la farine et du lait; les animaux restent en bonne santé. Si la matière grasse est supprimée par traitement à l'éther, les petits pains n'assurent plus l'équilibre des animaux et aucune addition de substance lipoïdique ou de substance minérale ne vient combler la déficience. Il y a, conclut-il, quelque chose d'inconnu et d'indispensable dans l'extrait éthéré.

Hopkins (1906-1912) met des rats à un régime comprenant : caséine, saccharose, amidon, lard, matières minérales: les animaux dépérissent. Leur fait-il ingérer un supplément de 3 cm^3 de lait par jour, ils croissent normalement. Or 3 cm^3 de lait représentent 0,36 g de matière sèche dont on croit connaître exactement la composition, par exemple : 0,09 g de caséine, 0,102 g de beurre, 0,15 g de lactose, 0,018 g de matières minérales.

En dehors de la tétralogie d'aliments fondamentaux (matières protéiques, grasses, hydrocarbonées, minérales), il en existe d'autres, peut-être, pense Hopkins, des complexes organiques que l'animal est capable de synthétiser et qui agissent catalytiquement. Il existe ce qu'il appelle des « facteurs accessoires de l'alimentation » (ou de la nutrition).

Observations médicales et physiologiques aboutissent donc à l'idée de l'existence de substances jusqu'ici inconnues, présentes en certains aliments naturels, telle accompagnant certains corps gras et soluble dans ceux-ci, telle autre hydrosoluble, toutes indispensables pour assurer la croissance, l'entretien, l'aptitude à la reproduction et pour éviter une série de maladies graves, souvent mortelles. Il s'agit de toute une gamme de nouveaux principes alimentaires, impérieusement utiles, mais à doses très petites, facteurs, en vérité, non « accessoires » dans le sens vulgaire du mot, mais essentiels.

Comment toutes ces observations se sont rapprochées, multipliées, diversifiées, je ne vous le dirai point, car j'ai hâte de vous rappeler la naissance du mot *vitamines*.

Je désire, limitant mon sujet, vous exposer ce que sont ces vitamines, dont l'on ne doit plus dire qu'elles sont « mystérieuses ».

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En 1890, le Dr Eijkman, chargé d'un service dans un hôpital de Java, constate, dans la basse-cour de cet hôpital, que les poules nourries avec du riz décortiqué et poli, font des accidents paralytiques et nerveux, rappelant ceux des malades béribériques; à l'autopsie, l'on observe des phénomènes de dégénérescence des nerfs périphériques. Il a l'idée que l'ingestion du riz poli et le béribéri humain, ou la polynévrite aviaire, sont liés par un rapport de cause à effet. Il guérit les poules en leur donnant du *son* de riz; il réalise avec le même succès des expériences sur des pigeons et des canards. Eijkman pense d'abord que la polynévrite est due à une substance toxique contenue dans le grain même, dont le contre-poison se trouverait dans les enveloppes. Mais il ne tarde pas à affirmer que le mécanisme est tout autre : la décortication et le polissage privent le grain d'une substance nutritive indispensable, substance qui est préventive et curative du béribéri humain et de la polynévrite aviaire.

C'est à la suite de cette découverte d'Eijkman que le chimiste polonais Funk tente d'extraire la substance curative du son de riz et parvient effectivement, en 1912, à isoler une substance active. Il lui attribue la formule $C^{17}H^{18}O^4N$ et la baptise « vitamine ». Ainsi naît à la vie scientifique un mot, dont le succès a été prestigieux, qui n'est pas resté à la première substance découverte par Funk, mais qui est devenu l'appellation générique d'une nouvelle série de principes alimentaires.

Le plus grand mérite de Funk a été de comprendre la valeur de cette découverte, de la généraliser, de rapprocher observations médicales et faits physiologiques, de saisir la relation entre les facteurs accessoires de la nutrition de Hopkins et les substances, simplement encore soupçonnées, qui peuvent guérir polynévrite ou scorbut, pellagre ou hikan. Les mots « vitamines » (au pluriel) et « facteurs accessoires de la nutrition » sont devenus synonymes.

Mais, délibérément, j'abandonne tout développement historique pour vous dire ce que sont les vitamines.

L'on a dit, avec raison, de la Science qu'elle est une langue bien faite. Aussi notre premier souci doit-il être de les dénommer. Au début, on a baptisé les « facteurs accessoires de la nutrition » par les lettres de l'alphabet, dans l'ordre de leur découverte. L'on a donc les facteurs A, B, C, D, etc., que des études plus poussées ont parfois conduits à fragmenter. C'est ainsi que la famille des facteurs B — disons des vitamines B — s'est multipliée à tel point que nous avons 6 vitamines B, de B_1 à B_6.

A ces noms sybillins s'adjoignent des expressions qui rappellent — avec certains caractères de solubilité — quelque côté de leur action physiologique ou de leur activité thérapeutique. Ainsi avons-nous une « vitamine liposoluble de croissance », une « vitamine d'utilisation des glucides », des vitamines « antinévritique, antiscorbutique, antirachitique », etc.

Enfin la nature chimique de chacune des vitamines se précisant, l'on est en mesure de substituer à ces désignations, des vocables plus savants. Ainsi la vitamine B_1 est le méthyl-2 amino-6 pyrimidyl-méthyl 5-3 méthyl-4 β hydroxy-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

éthyl 5 thiazolium, nom auquel on substitue un nom de fantaisie : *aneurine* ou *thiamine*.

Le Tableau I résume la classification des vitamines et mentionne leurs noms — sauf ceux dont l'énoncé est laborieux et se trouve remplacé en des tableaux voisins par les formules elles-mêmes.

Ce tableau vous montre aussi que le nombre de vitamines dont les recherches médicales et physiologiques conduisent à déceler l'existence est dès maintenant élevé; il y en aurait 15 ou 16 dont 6 ont aujourd'hui un état civil fortement établi et — abandonnant à quelque jeune collègue le soin de faire dans quelques années une conférence sur celles dont la physionomie ne nous est pas encore familière — je ne vous parlerai que des mieux connues.

TABLEAU I. — *Classification des vitamines.*

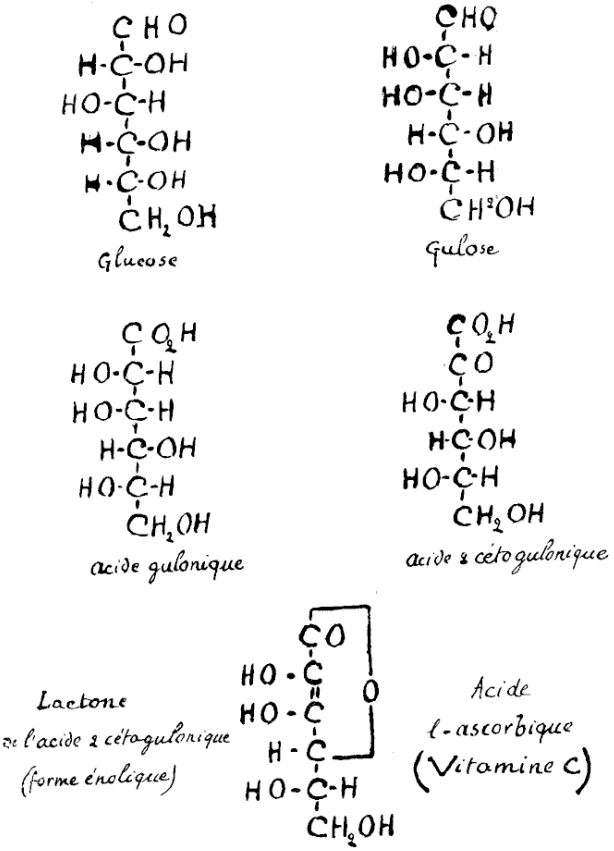
	Déjà bien ou assez bien connues.	Encore peu connues.
I. *Hydrosolubles.*	B_1 (antibéribérique, antinévritique) [*aneurine* ou *thiamine*].	B_3 (vitamine d'utilisation cellulaire).
		B_4.
	B_2 (vitamine hydrosoluble de croissance et d'utilisation des glucides) [*lactoflavine*].	B_5.
		B_6 (ou H) (guérit la dermatite du rat).
	C (*antiscorbutique*) [*acide l. ascorbique*].	P. P. (vitamine antipellagreuse).
		J (antipneumonique pour le cobaye).
		P (vitamine de perméabilité, guérissant certaines lésions du système capillaire sanguin).
II. *Liposolubles.*	A_1 (vitamine liposoluble de croissance, antixérophtalmique et anti-infectieuse) [*axérophtol*].	A_2 (mêmes propriétés physiologiques que A_1).
	D (D_2 et D_3) (antirachitique) [*calciférol*].	K (vitamine guérissant une maladie des oiseaux caractérisée par la diminution de la coagulabilité du sang).
	E (vitamine de reproduction) [*tocophérol*].	L (vitamine de lactation).

Vitamine C. — Des vitamines hydrosolubles, la plus simple est la *vitamine* C, qui prévient et guérit le scorbut. Sa découverte est due au savant hongrois SZENT-GYÖRGYI Je cite un nom, bien que, à propos de toute découverte il y ait quelque injustice à n'en citer qu'un, l'effort de ceux qui ouvrent la voie ne doit point rester inconnu; mais le temps est trop limité pour que, dans chaque cas, je précise le rôle de chacun.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cette vitamine se rattache au point de vue structure à un sucre, qui n'est d'ailleurs pas connu à l'état naturel, le *gulose*, $C^6H^{12}O^6$.

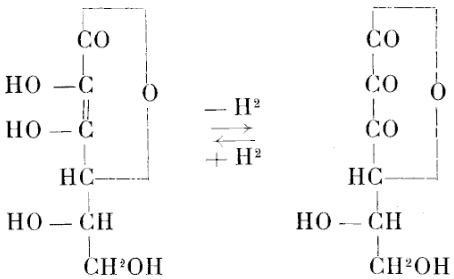
TABLEAU II. — *Relations de la vitamine C avec les sucres et notamment avec le gulose.*



Le Tableau II rappelle la formule aldéhydique de cet hexose (l'on a inscrit à côté, à titre de comparaison, la formule de son isomère, le glucose). Vous reconnaissez, en les acides gulonique et 2-céto-gulonique, des produits d'oxydation de ce gulose. Notre vitamine $C^6H^8O^6$ est le corps que voici (formule 5 du Tableau II), formule qui la représente comme la lactone de l'acide 2 céto-gulonique, la fonction cétone étant sous la forme énolique. On l'appelle *acide ascorbique* bien que, à strictement parler, elle ne soit pas un acide; mais elle se comporte à beaucoup d'égards comme un acide; c'est à l'atome d'H de l'oxhydrile fixé en 3 qu'il faut attribuer cette propriété. En dehors de sa fonction lactonique

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1-4, ce qui est essentiel dans sa constitution, c'est l'existence du groupement énediol HO.C = C.OH, qui lui confère son activité réductrice intense. Le rôle physiologique de la vitamine repose tout entier sur la propriété qu'elle possède de donner par déshydrogénation (perte de H^2) l'acide déhydroascorbique. La réaction est réversible.



acide ascorbique. acide déhydroascorbique.

La vitamine C est l'un des agents thermostables qui, dans les cellules vivantes, et en liaison avec les agents diastasiques, collaborent aux phénomènes d'oxydoréduction.

Présente dans tous les organes, la vitamine C est relativement abondante dans la partie corticale de la surrénale, dans le corps jaune ovarien, l'hypophyse, le testicule, etc. L'homme, à un régime moyen normal, en élimine quotidiennement une quarantaine de milligrammes — ce n'est point négligeable comme vous le voyez.

Nécessaire à tous et à tout âge, elle est particulièrement indispensable au nourrisson, à la femme en état de grossesse ou de lactation, au vieillard, aux sujets atteints de maladies infectieuses.

L'organisme humain est incapable d'en réaliser la synthèse ; il doit la trouver toute faite dans ses aliments. Certains animaux ne possèdent point cette infériorité, le rat par exemple parmi nos animaux de laboratoire. Les sources les plus simples de vitamine C sont les fruits frais (citron, orange, raisin, banane, tomate), les légumes et salades (épinards, choux, carottes, haricots verts, cresson, raifort, pissenlit, laitue, etc.). Elle est relativement abondante dans certains végétaux : feuille d'iris, de glaïeul, paprika (fruit du *Capsicum annuum*), sucs d'agrumes. Szent-Györgyi l'a notamment extraite du paprika.

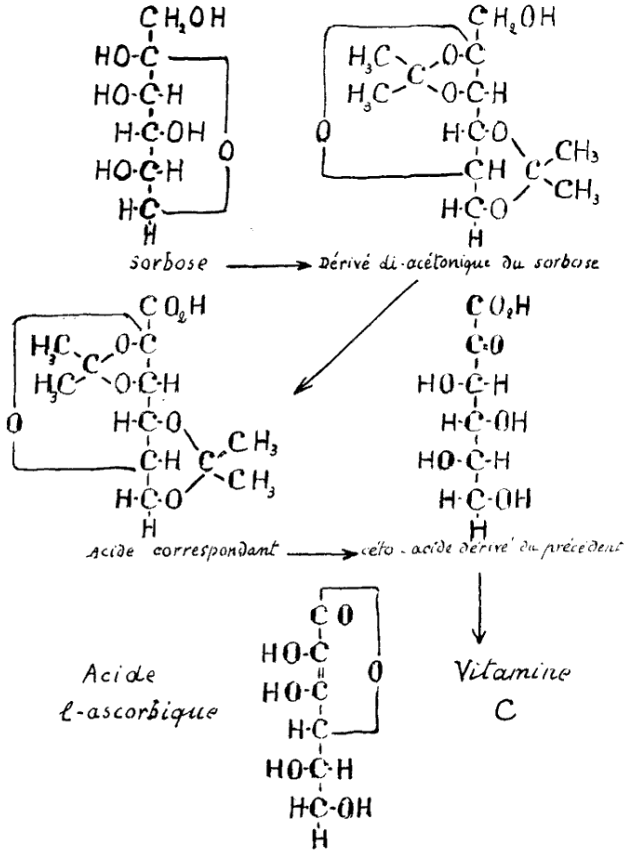
La constitution de la vitamine fixée, on l'a reproduite par synthèse (Rechstein) ; le Tableau III résume les voies de l'une de ces synthèses, réalisée à partir du sorbose, lui-même obtenu avec le sorbitol selon Gabriel Bertrand. Cette synthèse est industrielle. Je n'ai pas l'intention d'insister sur les faits chimiques que résument ce tableau et les suivants, assuré que ceux d'entre vous qui sont familiarisés avec la chimie les interpréteront aisément. Mais j'ai considéré comme indispensable de les mettre sous vos yeux pour que vous acquériez d'emblée cette

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

impression que, pour le chimiste, les vitamines sont des substances tout à fait concrètes dont il écrit les formules et réalise la synthèse.

La vitamine C, qui guérit le scorbut, sert à prévenir tout accident scorbutique chez l'enfant. Le lait maternel renferme une quantité variable de cette vitamine

TABLEAU III. — *Synthèse de la vitamine C à partir du sorbose.*



(2 à 5 mg pour 100 cm³), le lait de vache généralement moins et, tel qu'il nous est distribué, beaucoup moins encore.

Le jus d'orange renferme environ 60 mg de vitamine C pour 100 cm³. L'usage régulier et prolongé de jus de fruits, non seulement assure le ravitaillement en une substance indispensable, mais encore guérit, ou, du moins, atténue bien des affections mal caractérisées, par exemple certaines douleurs rhumatismales, anémies et tendances aux hémorragies.

Vitamine B_1. — La vitamine B_1, vitamine anti-béribérique ou antinévritique, celle dont Funk tenta le premier l'obtention, n'a cependant pas la composition

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que lui prêtait ce savant. Sa formule brute est $C^{12}H^{18}O^2N^4S$. Son obtention à l'état pur est surtout due aux Hollandais JANSEN et DONATH et au chimiste allemand WINDAUS.

Sa constitution est compliquée. Elle comporte deux parties : l'une est une pyrimidine, la diméthyl-2-5 amino-6 pyrimidine; l'autre est un dérivé du thiazol, le méthyl-4-β hydroxy-éthyl-thiazol.

La liaison se fait entre l'atome de carbone 5 de la pyrimidine et l'azote du thiazol par le carbone du groupement CH^3 fixé sur le carbone 5 de la pyrimidine (WILLIAMS). Sa formule est la suivante :

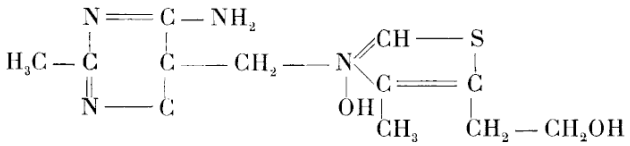
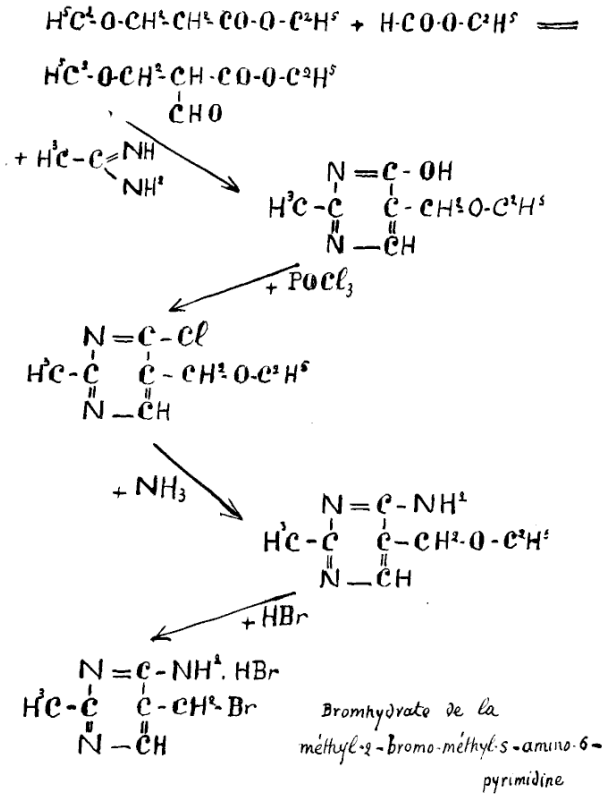


TABLEAU IV. — *Synthèse de la partie pyrimidique de l'aneurine.*

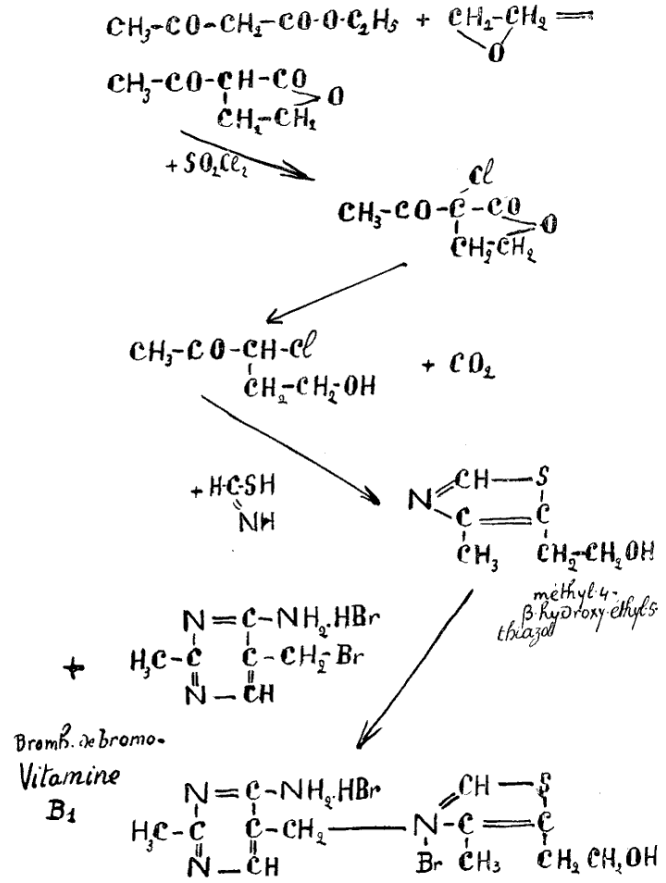


Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La vitamine B_1 est donc tout à fait différente de la vitamine C. C'est un corps azoté et sulfuré et de caractère basique.

Les matières premières qui permettent de l'obtenir — à la suite d'ailleurs de manipulations compliquées — sont les polissures de riz et la levure de boulan-

TABLEAU V. — *Synthèse de la partie thiazolique de l'aneurine.*
et synthèse de l'aneurine.



gerie. 100 kg de levure pressée fournissent environ 75 mg de vitamine B_1.

La synthèse en est aujourd'hui intégralement réalisée.

Le Tableau IV résume la marche de la synthèse de la diméthyl-2-5 amino-6 pyrimidine ; le Tableau V, celle du méthyl-4-β-hydroxyéthyl thiazol ; le chauffage pendant 15 minutes à 120° de ce dernier avec le bromhydrate de la bromo-pyrimidine conduit à l'*aneurine* ou *thiamine*, sous forme de bromhydrate, d'où la base elle-même est facilement libérée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il n'est pas de substances naturelles qui soient très riches en vitamine B_1. Les germes de céréales viennent en tête (blé, riz, orge, maïs), avec la levure de bière, les pois, les lentilles, puis le jaune d'œuf, le lait, nos légumes usuels (épinard, carotte, haricot, choux, cresson et laitue, etc.) et les fruits (citron, orange, tomate). La plupart des organes des animaux en sont extrêmement pauvres; le muscle de porc en renferme un peu plus. La dose quotidienne minima nécessaire à l'homme est de l'ordre de 1 mg par jour. Il faut que nous la trouvions dans notre nourriture; une dose insuffisante laisserait apparaître au moins les premiers accidents béribériques : inanition partielle, phénomènes toxiques touchant notamment le système nerveux. Il semble bien que son rôle essentiel chez nous soit d'intervenir dans le métabolisme cellulaire des matières sucrées. Sans elle la dégradation physiologique de celles-ci s'arrêterait à un stade intermédiaire, représenté par les acides lactique et pyruvique. La vitamine entre sous forme d'ester pyrophosphorique dans le système diastasique qui décarboxyle cet acide. La polynévrite serait une intoxication des cellules nerveuses par les acides.

Vitamine B_2. — La vitamine B_2 est dite vitamine d'utilisation nutritive ou vitamine hydrosoluble de croissance; ce serait, comme la précédente, mais par une autre voie, une vitamine d'utilisation des composés hydrocarbonés cellulaires. Tous ces noms que nous donnons aux vitamines devront être revisés quand nos connaissances biochimiques seront plus avancées. Les lettres de l'alphabet ou les noms de fantaisie ont peut-être cet avantage de ne rien préjuger du rôle physiologique profond qu'exercent les vitamines.

L'on crut au début que la vitamine B_2 était la vitamine antipellagreuse. Mais le corps que nous considérons aujourd'hui comme vitamine B_2 est incapable — à lui seul tout au moins — de guérir la pellagre. L'expression vitamine antipellagreuse doit donc s'appliquer à autre chose.

L'identité de B_2 a été dégagée en 1933-1934 par R. Kuhn, de Heidelberg, et ses collaborateurs. Le lait et le petit lait sont des milieux relativement riches en vitamine B. Kuhn, cherchant à extraire B_2 dont l'existence et la différenciation d'avec B_1 avaient été clairement établies par Goldberger aux États-Unis, et par Mme Randoin et M. Lecoq, en France, observa que plus ses préparations se purifiaient et acquéraient de l'activité, plus leur coloration s'accentuait; elles étaient de plus en plus jaunes et leur fluorescence verte s'intensifiait. Bien longtemps d'ailleurs avant qu'il ne fût question de vitamines, l'on avait extrait du lait un pigment jaune. Kuhn parvint à isoler 1 g de ce pigment à l'état pur de 10.000 litres de lait. Or cette substance était très active; 5/1000 de milligramme rétablissaient la croissance chez des rats soumis à un régime avitaminé.

Il appela *lactoflavine* cette substance qui cristallise fort bien en aiguilles jaune orange, possède en solution aqueuse une fluorescence vert jaune, qui disparaît par addition d'acide ou d'alcali.

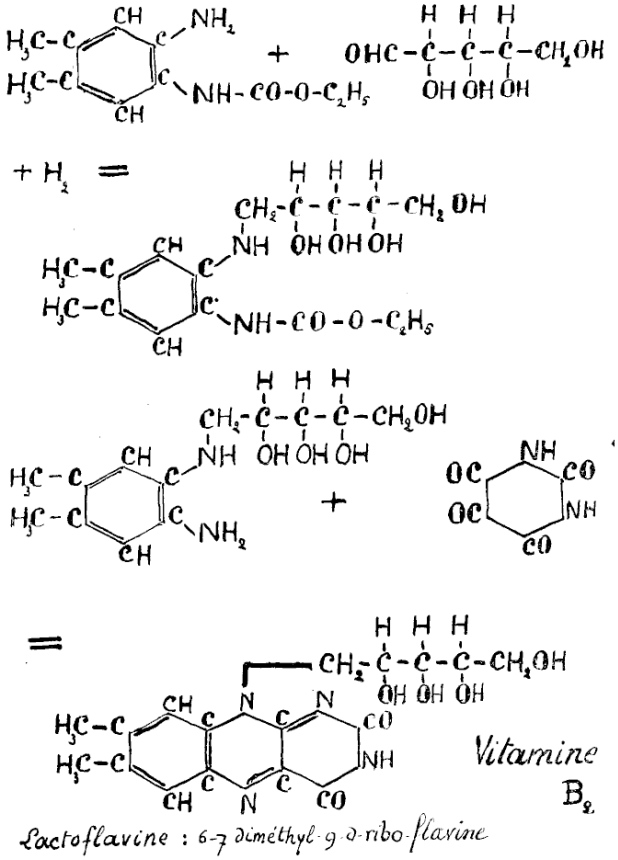
C'est un composé azoté $C^{17}H^{20}N^4O^6$ qui possède le noyau tricyclique de l'isoalloxazine ou flavine, sur lequel sont greffés deux groupes méthyl et une chaîne pentacarbonée tétra-hydroxylée. La vitamine B_2 est une 6-7 diméthyl-9 tétra-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

hydroxy-n-pentyl-iso-alloxazine. Cette chaîne tétrahydroxylée est celle du ribose. La vitamine est donc la 6-7-diméthyl-9 ribityl-isoalloxazine. La reproduction synthétique de ce corps a été faite. Voici sur le Tableau VI la marche de l'une de ces synthèses, celle qui a été réalisée par M. P. KARRER, de Zurich.

Ce principe artificiel a toutes les propriétés physiques, chimiques et biologiques de la vitamine naturelle.

TABLEAU VI. — *Synthèse de la vitamine B_2 ou lactoflavine.*

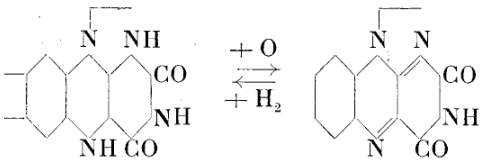


Celle-ci peut s'extraire, non seulement du petit lait, mais aussi de la levure de bière ou du foie des animaux. C'est d'ailleurs une substance universellement répandue. On l'a caractérisée et dosée dans maints végétaux (épinard, carotte, chou-fleur, blé et maïs, tomate et citron), maints organes et produits animaux (rein et glandes surrénales, rate et ovaire, cerveau et poumon, sérum du sang, rétine de l'œil, albumine de l'œuf, etc.) et dans les organismes les plus divers, des Insectes et des Mollusques, des Vers et des Rayonnés, etc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'homme en élimine par les urines quelques dixièmes de milligramme chaque jour. L'on peut évaluer très approximativement ses besoins journaliers en cette vitamine à 1 mg par jour.

A quoi peut-elle bien servir? Pour une part, libre dans les cellules, elle est, pour une autre part, liée à de l'acide phosphorique et à de la matière protéique, le tout constituant ce qu'on a appelé « ferment jaune » ou « flavine-enzyme ». Le ferment jaune intervient dans certains phénomènes de déshydrogénation et, dans le ferment, c'est la lactoflavine qui fixe l'hydrogène en donnant de la dihydrolactoflavine :



que l'oxygène de l'air ou tel autre agent d'oxydation ramène à l'état de lactoflavine.

Vitamine A. — Avec la vitamine A, nous atteignons le groupe des vitamines liposolubles. Au cours des études physiologiques, ce fut le premier reconnu des facteurs accessoires de la nutrition, bientôt dissocié d'un autre facteur qui l'accompagne dans beaucoup de matières grasses, le facteur D anti-rachitique.

A est dit « facteur liposoluble de croissance », « vitamine antixérophtalmique », « vitamine anti-infectieuse », tous noms qui rappellent des aspects fort importants de son activité. Sans elle, arrêt de croissance des jeunes, amaigrissement, phénomènes infectieux intéressant notamment l'œil, et mort. Vitamine de première importance par conséquent.

Elle dérive d'une substance très répandue dans le monde végétal, le *caroténe*, matière colorante de la carotte, qui, par ailleurs, se trouve associée à la chlorophylle dans toutes les feuilles. Voici sa formule ou du moins celle d'un carotène, car il y en a plusieurs. Celui-ci est l'isomère β, le plus actif, le meilleur générateur de vitamine A. C'est un carbure $C^{40}H^{56}$, avec deux cycles, une longue chaîne carbonée linéaire et 11 doubles liaisons. D'autres caroténoïdes végétaux ou animaux sont générateurs de vitamine A.

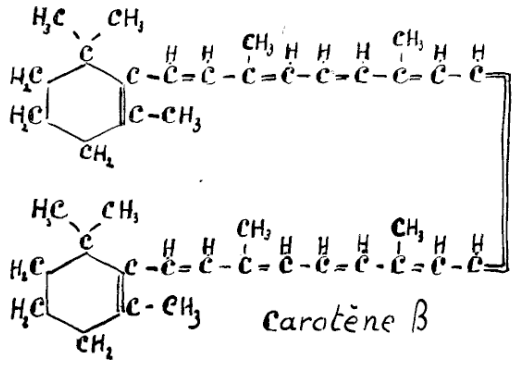
La vitamine A, c'est le corps que voici, c'est-à-dire notre carotène coupé en deux et ayant fixé au point de rupture deux molécules d'eau.

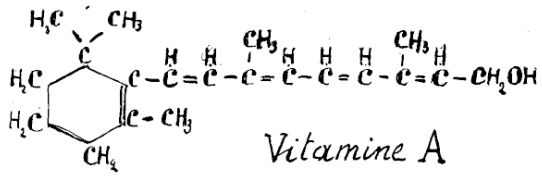
La vitamine A est donc un alcool, constitué par un cycle tétrahydrobenzénique tétrasubstitué, la grande chaîne comportant 11 atomes de carbone et 4 fonctions éthyléniques.

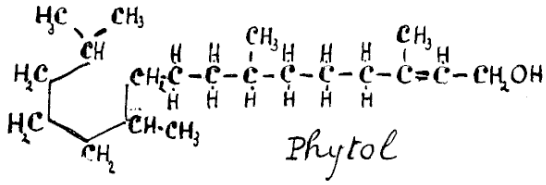
La transformation de la *provitamine* en vitamine se fait dans le foie. Cette vitamine, qui naît de l'activité hépatique et n'a pas été jusqu'ici isolée de végétaux, est très proche parente d'un constituant de la chlorophylle, le *phytol*. La vitamine est du phytol déshydrogéné et cyclisé. Mais ce phytol n'est pas, dans l'organisme des animaux, générateur de vitamine.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU VII. — *Relations de la vitamine A avec le carotène et le phytol.*





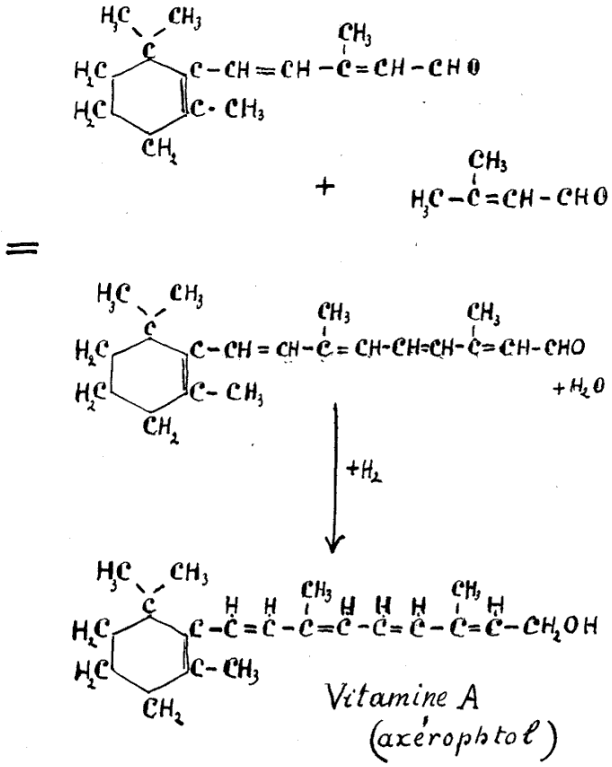


La synthèse de la vitamine A a été réalisée. Voici (Tableau VIII) comment, partant de l'aldéhyde β ionylidène acétique, KUHN et MORRIS ont abouti à la vitamine synthétique, à l'*axérophtol.* Celui-ci a été récemment isolé à l'état cristallisé d'huiles de foies de poissons (morue, flétan, turbot, *Stereolepis* et autres). C'est, à la température ordinaire, un liquide jaune clair et visqueux.

La vitamine se localise dans le foie; mais, utilisée au fur et à mesure des besoins physiologiques, elle ne s'y accumule vraiment qu'en cas de régime riche en vitamine ou en provitamine. Le foie de l'homme adulte n'en renferme souvent que fort peu. Le foie du nouveau-né en est fréquemment presque dépourvu, d'où des conséquences pratiques faciles à concevoir. On trouve encore la vitamine dans le rein, le poumon, le sang (non dans les globules mais dans le sérum), dans le lait, le beurre, le jaune d'œuf; c'est souvent à la fois sous forme de vitamine proprement dite et celle de carotène.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU VIII. — *Synthèse de la vitamine A (Kuhn et Morris).*



A défaut de la vitamine elle-même, les plantes (épinard, carotte, tomate, salades vertes, maïs jaune) nous apportent divers carotènes générateurs de la vitamine. Les huiles végétales n'en renferment pratiquement pas.

La dose quotidienne utile pour l'homme doit être de l'ordre de 2 mg .

Si nous possédons beaucoup de données sur les faits chimiques, physiologiques et histologiques de l'avitaminose, nous connaissons moins bien les réactions auxquelles la vitamine participe. Fréquemment associée à la vitamine C dans la nature, elle paraît faire partie, comme elle, de systèmes d'oxydo-réduction.

L'une des plus intéressantes, parmi les notions récentes, est relative à l'intervention de la vitamine A dans la vision.

La rétine renferme, à côté du pourpre rétinien, du carotène, de la vitamine A proprement dite et deux autres caroténoïdes, tout cela coexistant avec les vitamines B_2 et C. Cet ensemble compliqué de subtances prend part aux phénomènes chimiques qui interviennent dans la vision, mais il est prématuré d'en vouloir décrire trop exactement le mécanisme.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Vitamines D. — Chacun sait que le rachitisme est une maladie de l'enfance liée à un retard des processus de calcification du cartilage, à un retard dans la formation des os, et se traduisant souvent par l'incurvation de la colonne vertébrale et d'autres malformations osseuses.

Si la pathogénie du rachitisme connaît des causes complexes et notamment une alimentation pauvre en phosphore et en calcium ou un rapport tout à fait rrationnel entre ces éléments, elle connaît aussi une autre cause, une carence en une certaine vitamine, la vitamine D dite antirachitique. Son rôle est de provoquer la calcification du cartilage.

La découverte de la vitamine D trouve sa genèse dans des connaissances déjà anciennes sur la thérapeutique du rachitisme; on le guérit par ingestion d'huile de foie de morue et par la cure solaire — deux remèdes bien différents! Ce double fait est pourtant le point de départ de la découverte de la vitamine D. L'expérience a montré que c'est dans la partie insaponifiable de l'huile que se rassemble toute l'activité vitaminique. Dans l'insaponifiable des huiles, existent des corps que l'on appelle des *stérols*. Or certains stérols, sous l'influence des radiations ultra-violettes d'une certaine longueur d'onde se transforment en la vitamine.

Peut-être connaissez-vous tous le plus vulgaire des stérols, le cholestérol $C^{27}H^{46}O$ qui est un constituant normal de la bile et forme parfois des calculs biliaires.

Voici sa formule — c'est un composé tétra-cyclique à fonctions alcool secondaire et carbure éthylénique — celle de son dérivé déshydré, le 7-8 déhydrocholestérol, et celle d'un corps voisin, l'ergostérol $C^{28}H^{44}O$, corps découvert par le chimiste français Charles TANRET, dans l'ergot de seigle et assez largement répandu. Cet ergostérol renferme trois doubles liaisons et un atome de carbone de plus dans la chaîne latérale.

Eh bien! une substance antirachitique s'obtient par action des radiations comprises entre 2675 et 3020 angströms sur ces deux derniers stérols.

Cette réaction photochimique est quelque chose de compliqué. Il se fait au moins six corps; l'un est la vitamine, dont l'isolement est l'œuvre de chimistes anglais, BOURDILLON et ses collaborateurs, et de chimistes allemands, WINDAUS et ses collaborateurs.

La vitamine issue de l'ergostérol a la constitution que voici (Tableau IX). On l'a appelée *calciférol* ou, dès qu'on l'eut obtenue à l'état de pureté, vitamine D_2.

La vitamine issue du 7-8 déhydrocholestérol a la formule qui figure sur le même Tableau IX. On l'appelle vitamine D_3. Or il se trouve que cette deuxième vitamine artificiellement préparée est identique à la vitamine naturelle — celle des huiles de foie de morue ou d'autres poissons. BROCKMAN l'a extraite l'année dernière des huiles de thon et de flétan.

La vitamine anti-rachitique est impérieusement réclamée par l'organisme, surtout celui de l'enfant ou du jeune animal (il en faut pour l'enfant quelques centièmes de milligramme par jour). Or elle est fort peut répandue dans les aliments usuels. Ne comptent vraiment que certaines huiles animales, le foie, puis le lait, le beurre (d'été surtout), le jaune d'œuf. Il n'y en a pas ou peu dans le monde

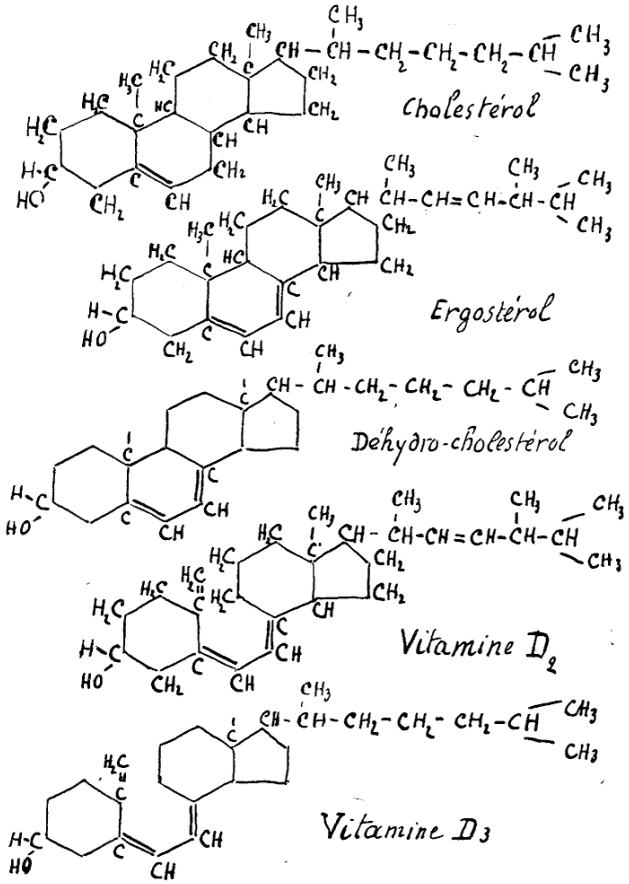
Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

végétal. Mais celui-ci nous apporte — à défaut de la vitamine elle-même — des provitamines, des stérols activables.

Or les réactions que nous réalisons avec intensité dans nos laboratoires (et industriellement) se réalisent doucement et naturellement dans la peau baignée de lumière solaire.

Les aliments irradiés (lait condensé, levure, jaune d'œuf) sont des sources enrichies de vitamine D.

TABLEAU IX. — *Stérols et vitamines D.*



Vitamine E. — Je ne veux plus faire allusion qu'à une seule vitamine, dont l'importance ne le cède en rien aux précédentes. La vitamine E est dite « vitamine de reproduction » ou vitamine « antistérilité ». Est-elle absente des régimes alimentaires que nous constituons pour nos animaux de laboratoire — pour le rat

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par exemple —, nous voyons le mâle frappé de stérilité et d'une stérilité permanente incurable, résultant d'une dégénérescence de l'épithélium germinatif. La femelle ne peut amener le fœtus à terme; celui-ci cesse bientôt de se développer, meurt vers le treizième jour et est progressivement résorbé. Mais la femelle peut être guérie. Si l'on adjoint à son régime carencé l'une des matières premières qui renferment la vitamine (germe de blé, feuille de laitue, luzerne) elle redeviendra normale. Sa prochaine grossesse évoluera correctement. La stérilité de la femelle est curable.

L'avitaminose E est connue surtout grâce au biochimiste américain Evans et ses collaborateurs. Ces mêmes auteurs ont extrait, notamment de l'huile de germe de blé, deux corps à fonction alcool les *tocophérols* α et β, $C^{29}H^{50}O^2$; mais il semble bien que les corps d'Evans soient des mélanges. Paul Karrer a de son côté obtenu des corps bien cristallisés de formule $C^{30}H^{50}O$ qu'il a appelés *tritistérines*.

Conclusions. — De ce bref exposé sur la nature chimique des vitamines, vous conserverez cette impression que, dès maintenant, nous avons de ces substances une connaissance très avancée : l'extraction de ces principes, présents en quantité pourtant si restreinte dans la matière vivante, a été réalisée; la structure des grandes vitamines tout au moins est bien établie, la reproduction synthétique de presque chacune d'elles est un fait accompli; l'industrie, s'emparant d'elles, en fabrique plusieurs, notamment les vitamines C, B_1, D_3; des médicaments vitaminés strictement titrés et contrôlables par des méthodes physiques, chimiques et biologiques, sont aujourd'hui des agents thérapeutiques de première importance.

L'activité de ces vitamines est remarquable : 0,1 à 0,2 γ de calciférol présentent une activité physiologique parfaitement décelable chez le rat carencé — la détection se faisant par la reprise des dépôts phosphocalciques dans les cartilages de conjugaison. Des vitamines caractérisées chimiquement, c'est celle qui offre le seuil d'activité le plus bas. Mais on peut déjà reconnaître l'activité de l'axérophtol chez le rat et de l'aneurine chez le pigeon avec moins de 2 γ ingérés quotidiennement, celle de la lactoflavine chez le rat avec 5 γ, celle de l'acide ascorbique chez le cobaye avec 10 γ.

Ces chiffres vous donnent une idée de l'activité biologique des principes étudiés sous le nom de vitamines. Vous avez vu aussi, par quelques chiffres cités en cours de route, que, si l'on cherche à apprécier les besoins de l'homme en ces mêmes vitamines — de l'homme dont le poids est jusqu'à plusieurs centaines de fois celui de nos animaux de laboratoire usuels — et dont, pour un même poids de matière vivante, les besoins peuvent être notablement plus grands — l'on trouve des chiffres qui ne sont point négligeables. La question du ravitaillement de l'organisme humain en ces substances diffusées dans les aliments à d'extrêmes dilutions est une question importante pour le maintien du bon équilibre physiologique.

Si les vitamines agissent à très petites doses, elles ne possèdent point en cela — parmi les produits physiologiques — un caractère qui leur soit très particu-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lier. L'on pourrait presque dire en effet que la biochimie tout entière est une chimie des petites doses, une chimie d' « infiniment petits chimiques ».

L'on peut concevoir les organismes comme constitués par une masse de substances dites plastiques, qui seraient rénovées, agencées, ordonnées, activées, métabolisées, par une grande armée de *catalyseurs*; les vitamines sont de ces catalyseurs. Elles ne sont pas les seuls.

Comptent parmi eux : ces *diastases*, aptes à disloquer, broyer les molécules compliquées, comme à les resynthétiser; ces *hormones*, qui, près ou loin des glandes qui les ont engendrées, vont influencer d'autres organes, assurer le développement sexuel, régler la glycémie, réveiller l'activité musculaire, stimuler le système nerveux central ou périphérique; ces *éléments* enfin, que M. GABRIEL BERTRAND qualifie d'*oligo-synergiques*, et qui, tels le zinc, le manganèse, le cuivre, sont indispensables à la production ou au fonctionnement normal de la matière vivante.

Et alors une question se présente à notre esprit : tous ces catalyseurs agissent-ils indépendamment? Sans lien les uns avec les autres? Ou, au contraire, existe-t-il entre eux quelques points de rapprochement, de contact? Mieux même; cette classification et ces mots que nous créons : vitamines, diastases, hormones, éléments catalytiques, et qui sont les témoins de nos découvertes successives, de nos efforts vers une compréhension de plus en plus précise des mécanismes de la vie, répondent-ils à des réalités profondes, j'entends dire, recouvrent-ils autant de groupes vraiments distincts, rigidement enfermés dans leur action spécifique?

Vous savez déjà qu'il n'en est rien. Entre vitamines et diastases, les liens sont évidents. La vitamine B_2 entre dans un certain système diastasique d'oxydation; la vitamine B_1 fait partie d'une enzyme décarboxylante; l'une et l'autre liées, en chacun de ces complexes, avec des protéides. Il est probable que les vitamines A et C, l'une et l'autre agents d'oxydo-réduction, sont en connexion avec des systèmes enzymatiques. La connaissance des vitamines est en train de nous faire faire un grand pas dans celle des diastases.

Et de même, vitamines et hormones se rapprochent singulièrement, à tel point que la définition de ces deux groupes de substances physiologiques se fait moins rigide. Nous ne pouvons plus nous contenter de dire des hormones qu'elles sont les produits de sécrétion interne de certaines glandes et des vitamines que ce sont des principes alimentaires dont l'absence engendre des maladies de carence et que l'homme et les animaux doivent, directement ou non, emprunter au monde des plantes. L'on connaît en effet des hormones végétales, et telle vitamine peut, pour une espèce animale donnée capable de la synthétiser, être envisagée comme une véritable hormone. Parfois antagonistes (c'est le cas de la thyroxine et de la vitamine A), ces substances peuvent, comme la thiamine (vitamine B_1), la biotine, qui est une phytohormone, l'œstrone, qui est une hormone sexuelle, exercer des actions synergiques.

Vitamines et éléments catalytiques ne sont pas non plus sans connexion. Si notre esprit s est habitué, depuis la découverte fondamentale de GABRIEL BERTRAND, à voir tel élément catalytique conditionner l'activité d'une diastase — le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

manganèse, l'activité oxydasique de la laccase, le zinc, l'activité nucléolytique d'un venin (DELEZENNE), etc. — de même incline-t-on à penser que les activités vitaminiques ne se manifestent qu'en présence d'une complémentaire minérale. Ainsi, l'action de la vitamine B_1 paraît liée à l'action concomitante du zinc. *In vitro*, la vitamine B_1, ou un sel de zinc, n'agissent point individuellement, sur la respiration de tel tissu, cérébral par exemple, emprunté à un animal en état d'avitaminose B_1. Associés, la vitamine et le zinc accroissent, d'après DEY, l'activité respiratoire de ce tissu.

Lorsque l'on cultive l'*Aspergillus niger* de Raulin sur milieu normal, la plante ne produit pas de vitamine B_2. Vient-on à la cultiver sur milieu appauvri en magnésium, elle produit, comme M. LAVOLLAY l'a vu à mon laboratoire, la vitamine, qui, dialysant, vient colorer le milieu de culture. Au déséquilibre minéral est liée une production de vitamine, peut-être la substitution à quelque complexe d'oxydo-réduction magnésié, d'un autre complexe à base de lactoflavine.

Vitamines, hormones, diastases, éléments catalytiques, c'est tout un monde de catalyseurs, bien différents par leur nature chimique, en relation cependant les uns avec les autres, coordonnant leurs actions, équilibrant leurs antagonismes, ou exerçant leur synergie. C'est sans doute sur l'activité harmonieuse de tous ces infiniment petits chimiques que reposent l'épanouissement de la vie physique et la plénitude de la vie spirituelle.

*
* *

Cette conférence, accompagnée de la présentation d'échantillons de vitamines, a été suivie de projections montrant les caractères essentiels des avitaminoses A, B, C, D, E, tant spontanées qu'expérimentales, et les résultats thérapeutiques remarquables et rapides dus à l'ingestion des vitamines ou substances vitaminiques appropriées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'OUTILLAGE PORTATIF, ÉLECTRIQUE ET PNEUMATIQUE, DES ATELIERS DE MÉCANIQUE (*)

par M. P. BRUCKER, *Ingénieur des Arts et Manufactures, chef des ateliers, principal au Service central du Matériel de la Société nationale des Chemins de fer français.*

I. — INTRODUCTION.

Avant d'entrer dans le détail du sujet que j'ai reçu l'agréable et intéressante mission de traiter devant vous, il me paraît nécessaire de situer l'importance de l'outillage portatif par rapport aux autres outillages (outillage individuel à main, machine-outil) dans l'industrie moderne. Je me propose à cet effet d'examiner rapidement :

1° Quelle a été l'évolution relative de ces diverses sortes d'outillage depuis le début de la période industrielle;

2° De chiffrer approximativement les pourcentages relatifs des mains-d'œuvre intéressées par chacune de ces trois catégories d'outillages;

3° D'en déduire les conclusions qui s'imposent quant à l'importance de l'outillage portatif dans les ateliers de mécanique.

Évolution relative de l'outillage à main, de l'outillage portatif et de la machine-outil. — Si nous nous reportons par la pensée à l'origine de l'ère industrielle contemporaine, en faisant un bond d'une centaine d'années en arrière, nous nous trouvons dans une période où les moyens industriels sont encore très limités. La machine-outil est dans l'enfance et les travaux sont presque exclusivement effectués au moyen de l'outillage à main : marteau, burin et lime, pour l'ajusteur; — marteau et bouterolle, pour le chaudronnier; — rabot et ciseau à bois, pour le charron; — griffe et pelle, pour le bétonneur; — pic et fleuret, pour le mineur, etc.

C'est alors que naît l'idée de faire pousser la lime par une machine plus puissante que le bras de l'ouvrier : l'étau-limeur est réalisé par la mise en œuvre des *moyens mécaniques de transmission d'énergie* connus dès cette époque : arbres de transmission, courroies, bielles et manivelles, etc., qui présentent tous la caractéristique d'être indéplaçables.

Depuis cette époque apparaissent et se perfectionnent progressivement les diverses catégories de machines-outils, qui sont arrivées de nos jours à un degré remarquable de spécialisation et de perfection.

Mais de nombreux travaux échappent à la machine-outil, par suite de son manque de souplesse et de mobilité. Ce sont les travaux à exécuter sur des pièces de formes tourmentées, ou encombrantes, ou non transportables, pour lesquelles

(*) Conférence faite par l'auteur en séance publique le 20 novembre 1937. Voir la discussion qui a suivi cette conférence dans le *Bulletin* de janvier-février 1938, p. 60-64.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'adaptation et la mobilité de l'ouvrier restent nécessaires. Ce sont : les perçages de petits trous orientés en tous sens sur une pièce de plusieurs tonnes; les dressages et ajustages de surfaces complexes ou portées par des pièces intransportables; les polissages de surfaces gauches; les abatages de terrains, de minerais ou de houille, etc. D'une manière générale, en nous limitant à l'industrie mécanique, pour ne pas sortir du cadre qui nous est fixé, ce sont plus spécialement, les travaux de chaudronnerie et de montage.

La construction de machines-outils capables de tels travaux est impossible ou très onéreuse et conduit à des solutions souvent dépourvues de souplesse et de rendement. Aussi les travaux qui précèdent sont-ils restés longtemps confiés à des ouvriers munis d'outillage portatif à main.

Lorsqu'apparaissent des moyens souples et efficaces de transmission d'énergie à distance ou des moyens pratiques d'emmagasinage de l'énergie, l'industrie s'empresse de les employer pour substituer à la puissance limitée d'un ouvrier la puissance bien supérieure de la petite machine qu'il peut tenir dans ses mains.

Il nous paraît intéressant de constater que cette évolution est loin d'être spéciale à l'industrie. L'art militaire, par exemple, nous montre la disparition de l'arc (dont l'énergie était fournie par l'archer) devant le fusil et même le fusil mitrailleur, qui utilisent l'énergie emmagasinée par la poudre de la cartouche. On ne peut nier qu'il y ait une évolution parallèle entre l'arc et le fusil mitrailleur d'une part, le marteau à main et le marteau pneumatique d'autre part. Nous trouvons là — soit dit en passant — une illustration frappante de l'harmonie qui existe entre le développement des diverses branches de la science et de la technique.

Il résulte de ce qui précède :

1° Que le champ d'applications de l'outillage portatif est presque exactement complémentaire du champ d'application de la machine-outil. Rares sont d'ailleurs les travaux qui peuvent être effectués *ad libitum* par l'un ou l'autre système;

2° Que dans le champ très vaste où l'outillage portatif est tout puissant, l'augmentation de production par ouvrier est liée directement à la qualité et à la puissance de cet outillage.

Pourcentage approximatif de la main-d'œuvre qui utilise l'outillage portatif par rapport à la main-d'œuvre qui utilise les autres outillages (la machine-outil en particulier). — Dans une entreprise très mécanisée telle qu'un atelier de chemin de fer (je m'excuse du choix de cet exemple, mais je le prends parce que je le connais bien), les pourcentages relatifs de main-d'œuvre qui utilisent l'outillage portatif, l'outillage à main et les machines-outils, sont approximativement de 25 p. 100 pour l'outillage portatif; 25 p. 100 pour l'outillage à main; 50 p. 100 pour les machines outils.

On voit que les 25 p. 100 de l'outillage portatif intéressent une part importante des effectifs ouvriers bien qu'il s'agisse d'une industrie où la machine-outil est très développée. Il est évident que ce pourcentage est plus élevé dans les industries où la part de la machine-outil est faible : chantiers de travaux publics, mines, etc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, il est utile de noter que, dans une même industrie, les pourcentages varient en fonction du développement de l'organisation du travail et du perfectionnement de l'outillage. La tendance est évidemment de réduire le travail exécuté intégralement à la main, car son rendement est le plus mauvais. Si une part de ce travail peut être passée progressivement à la machine-outil par suite du développement de catégories nouvelles de ces dernières, il est généralement plus aisé de faire effectuer une part beaucoup plus substantielle au moyen d'outillage portatif. Aussi les débouchés de ce dernier vont-ils plutôt en croissant.

Conclusion quant à l'importance de l'outillage portatif. — En résumé, on voit que l'outillage portatif n'est pas un parent pauvre de l'industrie moderne et que la majestueuse machine-outil n'a pas le droit d'écraser de sa masse, ni de son mépris la petite machine portative, car cette dernière rend des services qui la font précieuse dans les ateliers de mécanique où elle est de plus en plus employée.

II. — OUTILLAGE DE CHOC.

Tout le monde a entendu et vu un marteau pneumatique et a constaté que son emploi permettait d'augmenter considérablement le rendement d'un ouvrier. L'outillage de choc est très rarement électrique; il est presque toujours actionné à l'air comprimé.

CATÉGORIES ET DESCRIPTION D'OUTILS EXISTANTS. — Nous rappellerons brièvement que les divers marteaux pneumatiques sont tous constitués par un cylindre métallique plein appelé masse frappante, qui est animé d'un rapide mouvement de va-et-vient dans un fût métallique creux, mouvement qui lui est donné par l'air comprimé envoyé par une distribution.

On obtient diverses catégories de marteaux en faisant varier les données différentes : nombre de coups par minute, longueur de course, poids de la masse frappante. Diverses combinaisons de ces facteurs donnent des marteaux plus spécialement aptes au burinage, au rivetage, ou au dérivetage. Voici les caractéristiques principales de trois types de marteaux de puissance comparable utilisés à ces différents travaux.

MARTEAUX PNEUMATIQUES	NOMBRE DE COUPS A LA MINUTE	LONGUEUR DE COURSE (mm)	POIDS DE LA MASSE FRAPPANTE (kg)
Burineur	1 800	80	0,290
Riveur	1 200	185	0,580
Dériveur	950	255	0,570

On voit que le nombre de coups est très variable, en raison inverse du poids de la masse et de la longueur de course.

Dans chaque catégorie il existe une gamme de marteaux suivant les dimensions des pièces à travailler.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

EMPLOI. INFLUENCE DES DIVERSES CARACTÉRISTIQUES. — A. — MARTEAUX BURINEURS. — *a) Caractéristiques.* — Voici les caractéristiques d'un petit et d'un moyen burineurs de construction française; le second est moins rapide et frappe plus fort que le premier, car il a une masse frappante plus lourde et une course plus grande.

Marteaux burineurs de construction française.

TYPE	POIDS (kg)	LONGUEUR TOTALE (mm)	COURSE DU PISTON (mm)	POIDS DU PISTON (kg)	COUPS PAR MINUTE	CONSOMMATION D'AIR A 760 MM (dm^3/min)
Petit.	5,150	310	80	0,290	1 800	560
Moyen.	5,600	360	110	0,370	1 500	560

b) Applications. — Les marteaux burineurs permettent de procéder économiquement à de nombreux travaux comportant parfois l'enlèvement de quantités

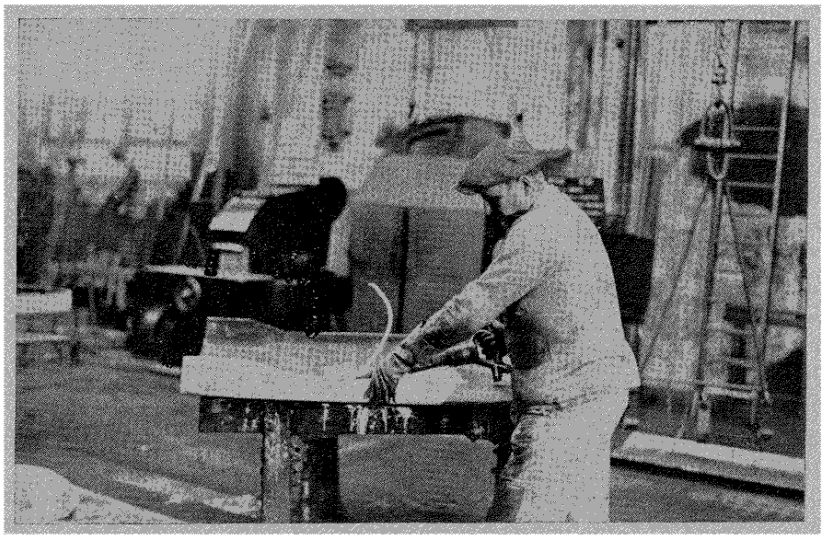


Fig. 1. — Chanfreinage d'une plaque de foyer de locomotive (Burineur B8 Renault).

importantes de métal comme dans le chanfreinage de tôles de réservoirs, de chaudières d'une plaque de foyer de locomotive (fig. 1). Dans ce cas la vitesse de chanfreinage est de 1 m en 13 minutes pour une passe. Elle est à peu près 10 fois plus forte que celle qu'on obtient avec un burin et un marteau à main. La préparation de chanfreins de soudure est fréquemment faite au marteau burineur.

La préparation des surfaces à souder est faite aussi au marteau burineur: on

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

utilise aussi ce marteau pour enlever des cordons de soudure lors du démontage de pièces soudées. Les aciéries utilisent soit le marteau burineur, soit la meuleuse à grande production pour l'ébarbage et l'écriquage des lingots. Les fonderies ébarbent aussi les pièces avec le burineur.

Les exemples qui précèdent ne sont évidemment pas limitatifs.

Marteaux riveurs de construction française.

TYPE	DIAMÈTRE MAXIMUM DE LA TIGE DU RIVET (mm)	POIDS (kg)	LONGUEUR TOTALE (mm)	COURSE DU PISTON (mm)	POIDS DU PISTON (kg)	COUPS PAR MINUTE	CONSOMMATION D'AIR A 760 MM (dm^3/min)
Petit	16	6,500	415	140	0,500	1 200	900
Moyen	23	8,900	400	145	0,470	1 500	1 010
Gros	26	11,200	460	185	0,580	1 200	1 060

MARTEAUX RIVEURS. — *a*) *Caractéristiques.* — Le tableau ci-dessus donne les caractéristiques des trois marteaux riveurs de construction française suivant leur capacité de rivetage. La course et le poids de la masse augmentent avec la capacité.

b) *Poussées pneumatiques.* — Il est intéressant de pouvoir substituer à la poussée de la main de l'ouvrier sur la poignée du marteau une poussée pneumatique prenant appui sur une pièce fixe par rapport à la pièce à river. La fatigue de l'ouvrier est alors insignifiante.

c) *Marteaux rotatifs.* — Ces marteaux présentent un grand intérêt pour les chemins de fer : il s'agit des marteaux rotatifs spécialement conçus pour le rivetage des entretoises de chaudières (fig. 2). L'exis-

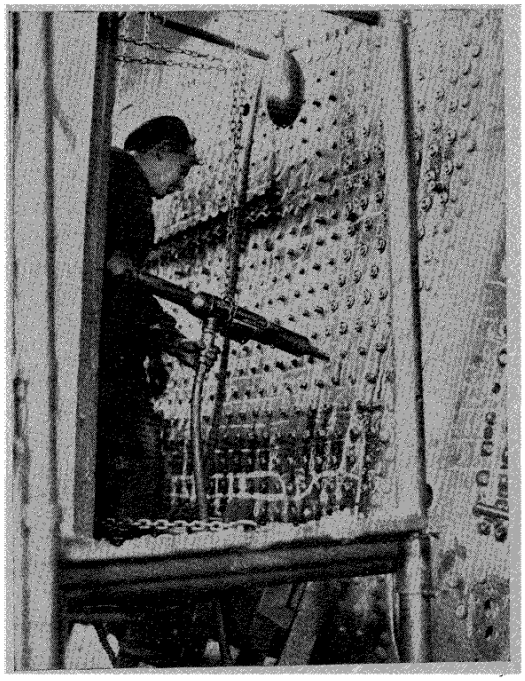


Fig. 2. — Rivetage des entretoises d'un flanc de chaudière avec marteau rotatif (Riveur rotatif RE 80 Renault).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tence d'un trou axial dans les entretoises oblige à utiliser des bouterolles spéciales munies d'un téton : la matière laissée pour former la tête de l'entretoise est ainsi conduite vers la périphérie à chaque percussion de la bouterolle. En faisant tourner la bouterolle sur son axe, on forme progressivement la tête de l'entretoise. Si on utilise un marteau ordinaire, l'ouvrier doit faire tourner la bouterolle au moyen d'une poignée spéciale. Au contraire, les marteaux rotatifs (fig. 2), possèdent un rochet intérieur qui fait tourner la bouterolle. Ils possèdent également une poussée pneumatique. Avec ces marteaux, le temps de frappe pour former une tête est de 0,7 min, contre 1.3 min avec marteaux non rotatifs, soit une économie de 45 p. 100.

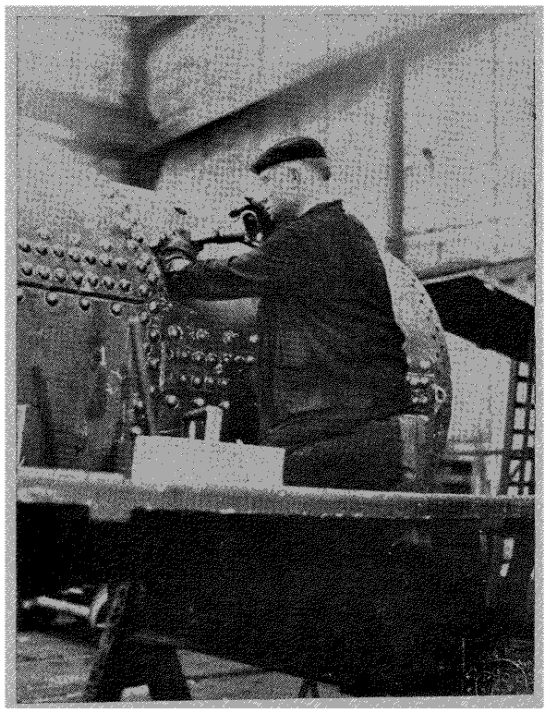


Fig. 3. — Matage d'une pince de chaudière avec marteau à buriner (Burineur B8 Renault).

C. — APPLICATIONS DES MARTEAUX RIVEURS ET BURINEURS. — Ce qui a été dit des poussées pneumatiques et des marteaux rotatifs nous en a fait voir deux applications; mais les marteaux à river pneumatiques s'emploient dans une infinité de cas. En voici quelques-uns :

— Rivetage des parties constitutives de réservoirs, de chaudières, de charpentes métalliques.

— Matage d'étanchéité sur réservoirs et chaudières (fig. 3). On mate de même les bords des têtes de rivets de réservoirs et de chaudières, les cordons de soudure électrique dans les chaudières, etc.

Dans certaines industries, l'automobile et surtout l'aviation, on est amené à poser de nombreux petits rivets. Il existe à cet effet des marteaux spéciaux de petite capacité qui peuvent frapper coup par coup.

D. — MARTEAUX DÉRIVEURS. — Certains types de marteaux à usages spéciaux sont moins usités que les précédents mais sont cependant très utiles. Tels sont les marteaux dériveurs employés pour le démontage rapide des assemblages rivés et les gros dériveurs qui permettent de cisailler la tête d'un rivet de gros dia-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mètre. Ces outils, de provenance étrangère, fonctionnent coup par coup, au moyen d'une valve tournante. Le poids de la masse frappante est de 2,9 kg, sa course est de 800 mm ; ils sont manœuvrés par deux et parfois trois ouvriers, car ils pèsent 30 kg et ont une longueur totale de 1,30 m. Ce type de marteau a

Marteau dériveur de construction française.

DIAMÈTRE DE LA TIGE DU RIVET (mm)	POIDS (kg)	LONGUEUR TOTALE (mm)	COURSE DU PISTON (mm)	POIDS DU PISTON (kg)	COUPS PAR MINUTE	CONSOMMATION EN DM^3 D'AIR LIBRE A LA MINUTE
18	12,300	600	255	0,570	950	1 260

d'ailleurs été supplanté par le chalumeau découpeur, plus économique. Divers types de dériveurs permettent de chasser les tiges de rivets après enlèvement de la tête. Le tableau ci-dessus donne les caractéristiques d'un marteau dériveur de construction française.

E. — MARTEAUX DIVERS. — Il existe divers types de marteaux spécialement établis en vue de travaux très spéciaux.

a) *Détartreurs — décalamineurs.* — Ces marteaux servent à enlever le tartre à l'intérieur des chaudières, la calamine ou la rouille déposée sur le métal. La figure 4 montre un tel marteau à 5 pistons en action. Les détartreurs sont simples ou multiples suivant les conditions d'emploi.

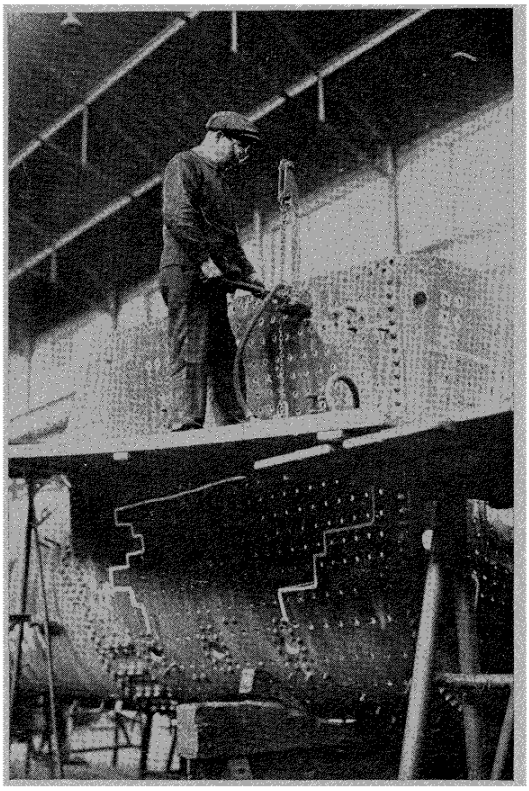


Fig. 4. — Détartreur-décalamineur en action. Décalaminage d'une chaudière (détartreur multiple, fabrication P. O.).

ENTRETIEN, VÉRIFICATION, ESSAIS. — Le rendement des outils de choc est lié directement à leur bon entretien

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et à la constance de la pression de l'air utilisé. Nous y reviendrons plus loin.

Leur entretien est assez simple : il consiste en des graissages et des nettoyages qu'il faut effectuer en temps opportun et, lorsque l'usure se produit, en des remplacements de pièces (masse frappante notamment) pour que les jeux qui conditionnent les fuites d'air restent dans des limites acceptables.

La seule manière de s'assurer que ces fuites ne sont pas excessives consiste à suivre individuellement le rendement de chaque marteau préalablement immatriculé, en le faisant passer au banc d'essai à intervalles réguliers.

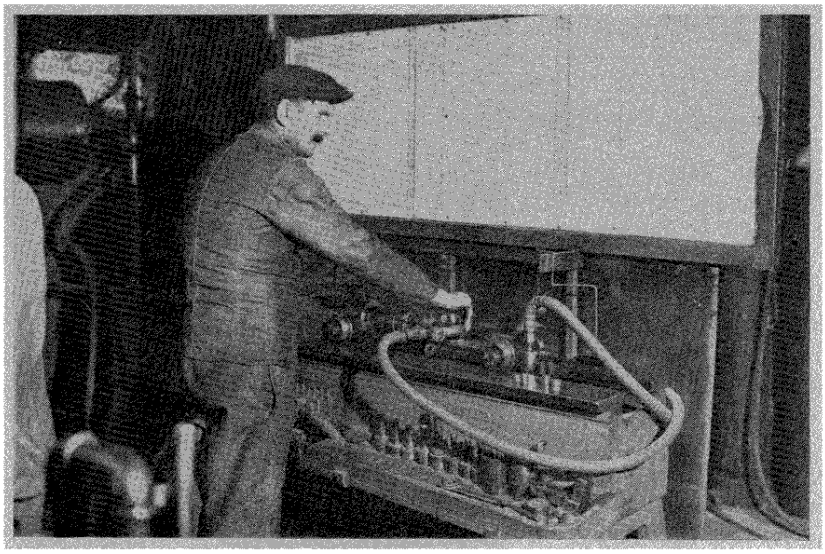


Fig. 5. — Banc d'essai à écrasement de crushers.

a) *Banc d'essai pour marteaux pneumatiques.* — Les moyens de mesurer correctement les percussions d'un marteau pneumatique sont peu nombreux et ne sont pas très précis. En voici deux.

Dans le premier, le banc d'essai est formé par des lames métalliques empilées, alternativement mobiles et fixes horizontalement. La lame supérieure est chargée par un poids. Les lames non fixées horizontalement sont déplacées par les chocs du marteau qui les frappe par l'intermédiaire d'une monture commune. Les résultats obtenus par ce procédé sont peu comparables entre eux : le degré de rugosité et de siccité des lames, la nature du lubrifiant sont des variables qu'il n'est pas possible d'éliminer.

Un autre système (fig. 5) consiste à écraser des crushers provenant d'une même barre d'acier dont le traitement thermique a été effectué simultanément. Dans ce cas, les variations ne peuvent se produire que lorsqu'on change de barre : il faut prendre toujours la même nature d'acier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans l'un et l'autre cas, il faut rapporter le résultat du passage au banc à une même quantité d'air comprimé consommée.

b) *Fiche d'essai.* — Les marteaux sont suivis sur des fiches individuelles (fig. 6).

Les sondages successifs sont espacés de un mois à 6 semaines pour un même marteau. On voit (fig. 6) que l'écrasement n'est pas mesuré à chaque passage, par

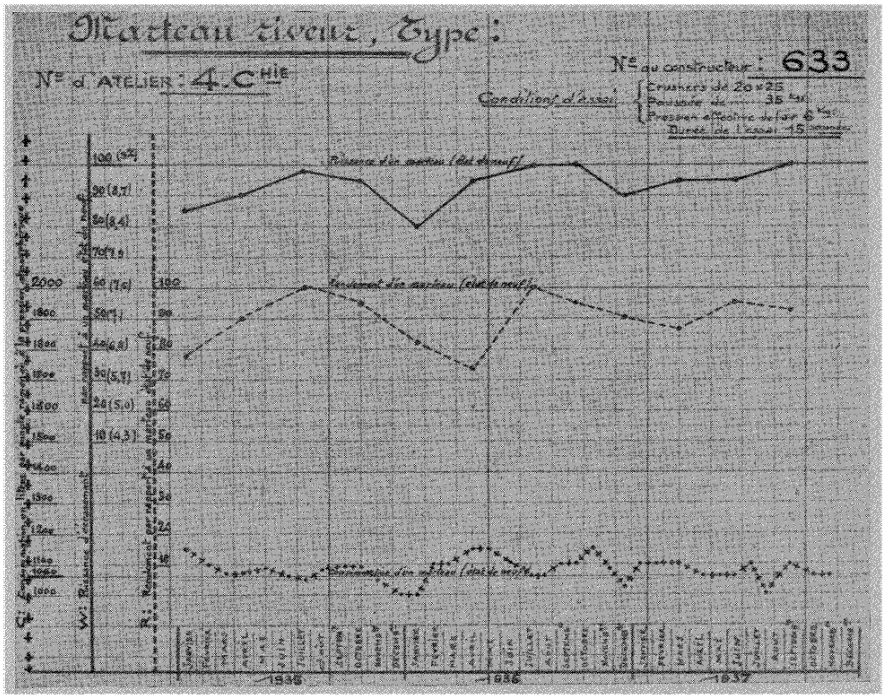


Fig. 6. — Fiche d'essai de marteau pneumatique.

raison d'économie. Les valeurs de la consommation d'air suffisent dans les intervalles à montrer l'étanchéité et, par suite, l'efficacité du marteau. En appliquant cette méthode on est sûr du bon état des marteaux en service, donc de leur efficacité. Bien entendu ce contrôle doit être effectué très sérieusement. Les Ateliers des Chemins de fer P.-O.-Midi s'y sont astreints depuis longtemps, ce qui leur permet d'obtenir un fonctionnement très régulier de leurs marteaux pneumatiques.

III. — OUTILLAGE ROTATIF.

On rencontre dans l'outillage rotatif une concurrence qui n'existe pas dans l'outillage de choc car on peut l'alimenter soit par l'air comprimé, soit par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'électricité. De plus, il existe diverses catégories d'outils rotatifs; les principales sont les perceuses et les meuleuses. Nous examinerons chacune de ces catégories.

PERCEUSES PNEUMATIQUES. — *a*) *Principe de fonctionnement.* — Les perceuses pneumatiques ont d'abord été des machines alternatives à plusieurs pistons, généralement au nombre de 4, disposés en V (fig. 7). Ces machines sont assez compliquées et présentent notamment un ensemble vilebrequin-bielles-pistons qui contient un nombre important de pièces. Récemment sont apparues les machines à engrenages et à turbines.

Une machine à engrenages (fig. 8) est nettement moins compliquée. On voit

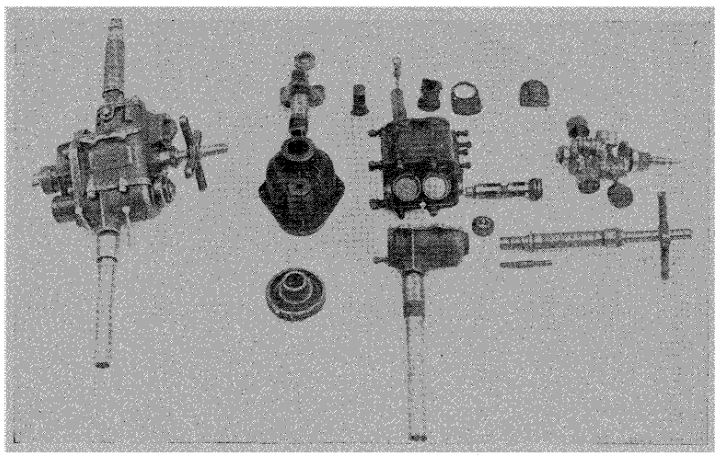


Fig. 7. — Perceuse à piston ouverte (Perceuse CC Ingersoll-Rand).

dans le corps médian de la machine le logement des deux engrenages moteurs et de chaque côté les orifices d'admission et d'échappement. Ces orifices peuvent être intervertis pour provoquer le renversement du sens de marche.

La machine à turbine (fig. 9) est aussi de construction simple : 3 palettes en bakélite forment les aubes de la turbine désaxée et une chemise provoque, par son déplacement, le renversement de la marche, en masquant et démasquant des orifices placés à l'inverse les uns des autres sur le cylindre.

Il existe aussi des machines d'angle qui permettent de travailler à proximité de parois ou d'obstacles.

b) *Comparaison.* — *Réversibilité.* — Une question importante pour les machines rotatives est la question de la marche arrière dite réversibilité. Elle est obtenue :

1° pour la machine à pistons et pour la machine à engrenages, par l'interversion des orifices d'admission et d'échappement de l'air comprimé;

2° pour la machine à turbine, par la rotation d'une fourrure intermédiaire qui démasque des orifices situés à l'opposé des précédents.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Certaines machines se construisent non réversibles, en particulier les machines à turbine. Leur construction est alors plus simple mais leur emploi est limité.

Vitesses. — La vitesse des machines pneumatiques est variable avec la charge; aussi est-il nécessaire de limiter la vitesse maximum au moyen d'un régulateur.

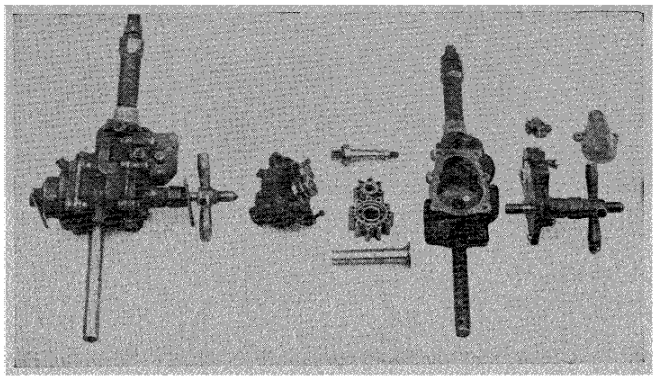


Fig. 8 — Perceuse à engrenages ouverte (Perceuse 17 K2 des Forges et Ateliers de Meudon)

Malgré cela les vitesses à vide sont beaucoup plus élevées qu'en charge. Pour les machines à engrenages, par exemple, la vitesse à vide est de l'ordre de 190 t/min; elle est de 150 t/min à charge normale, mais peut descendre à 110 t/min si l'effort augmente, sans que le rendement de la machine diminue.

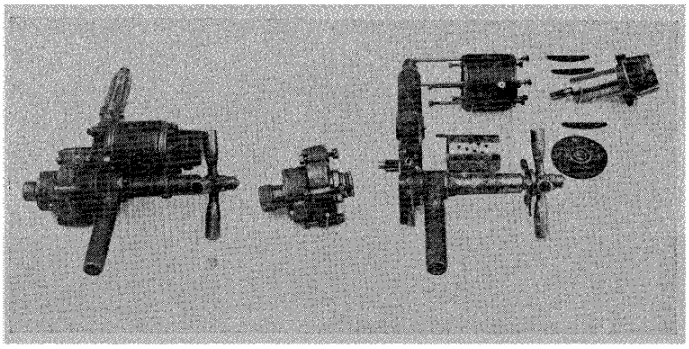


Fig 9. — Perceuse à turbine ouverte (Perceuse L 177 R Renault).

Stabilité. — La stabilité est évidemment plus élevée avec les machines à engrenages et à turbines qu'avec les machines alternatives qui trépident et par suite imposent aux outils qu'elles actionnent et à l'ouvrier qui les utilise des fatigues non négligeables.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Autres caractéristiques : poids, puissance, puissance spécifique, rendement. — Ces caractéristiques sont données ci-après pour des perceuses de trois capacités différentes.

Tableau comparatif des divers types de perceuses pneumatiques.

	CAPACITÉ : 23 MM CÔNE MORSE N° 2			CAPACITÉ : 32 MM CÔNE MORSE N° 3			CAPACITÉ : 57 MM CÔNE MORSE N° 4	
	Pistons	Engrenages	Turbines	Pistons	Engrenages	Turbines	Pistons	Engrenages
NATIONALITÉ *	A	B	B	A	B	B	A	B
Poids (kg)	13,200	9,500	8,900	14,960	13,950	12,800	33,00	16,00
Puissance (ch)	1,6	1,4	1,75	1,70	2	2,10	2,3	2,2
Puissance spécifique (ch/kg)	0,122	0,15	0,196	0,114	0,143	0,164	0,07	0,137
Rendement intrinsèque (p. 100)	23,2	23,6	29	21,6	21,6	27,8	22,7	26,5

(*) A, nationalité américaine ; B, française.

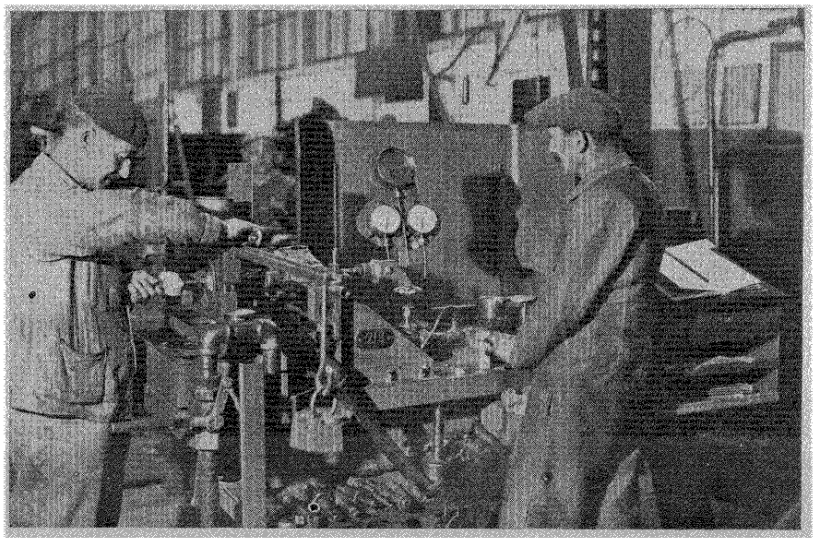


Fig. 10. — Banc d'essai des perceuses pneumatiques.

Les machines à pistons les plus anciennes sont de construction américaine. Parmi les machines apparues les dernières, à engrenages et à turbines, figurent des machines françaises (il y en a aussi qui sont étrangères). Dans chaque catégorie les poids vont en diminuant, ce qui est précieux pour l'ouvrier, alors que les puissances augmentent. Il résulte de cette double évolution un accroissement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sensible de la puissance spécifique (61 p. 100 entre les extrêmes pour la capacité 23 mm, et 44 p. 100 pour la capacité 32 mm).

Quant au rendement, son amélioration est faible entre les deux premières catégories de machines. Cela tient à ce que ces catégories travaillent sans détente, alors que les machines à turbine ont une détente par suite de l'excentration du rotor par rapport au cylindre de la turbine.

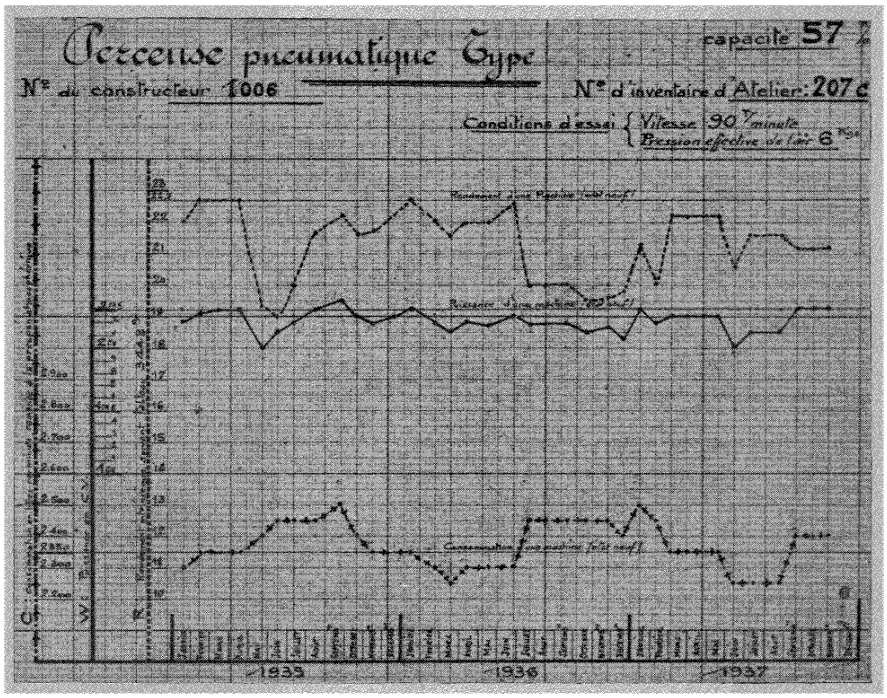


Fig. 11. — Fiche d'essai des perceuses pneumatiques.

c) *Entretien, surveillance.* — Les réparations doivent être basées sur une surveillance des machines, qui doivent être vérifiées à intervalles réguliers. A cet effet, on monte la machine sur un banc d'essai où elle actionne un frein de Prony (fig. 10). Aux ateliers P.-O.-Midi une fiche est établie pour chacune des perceuses.

d) *Conclusions de l'examen des machines pneumatiques.* — L'évolution de la perceuse pneumatique a porté sur une amélioration de presque toutes les caractéristiques. La construction française est en tête du mouvement.

PERCEUSES ÉLECTRIQUES. — *a*) *Principe de fonctionnement.* — Ces perceuses se composent d'un moteur électrique et d'un train d'engrenages réducteurs qui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

actionne la broche, car la vitesse du moteur est élevée par rapport aux vitesses usitées pour le perçage et le couple est trop faible pour qu'on puisse faire l'entraînement direct.

Le moteur peut être alimenté de trois façons, suivant qu'il est branché sur la distribution locale, qui peut être en courant alternatif de fréquence usuelle à 50 périodes, ou, exceptionnellement, en courant continu, ou bien qu'il est alimenté en courant alternatif à haute fréquence, dont on verra plus loin l'intérêt.

Actuellement, les deux premiers modes d'alimentation conduisent à des machines relativement lourdes pour les capacités de perçage élevées, par suite du poids du moteur : une machine de capacité 60 mm pèse près de 50 kg. Aussi les machines alimentées de cette façon sont-elles surtout employées dans les petites capacités pour lesquelles leur poids n'est pas trop élevé. Les machines de forte capacité sont employées surtout avec des suspensions équilibrées : la gêne occasionnée par leur poids élevé devient alors peu sensible.

L'alimentation en courant alternatif à fréquence augmentée (200 périodes par exemple) par rapport à la fréquence du réseau de distribution, permet d'utiliser un moteur moins lourd et, par suite, de construire des machines plus maniables, dites à haute fréquence.

b) *Comparaison de ces outillages. Réversibilité.* — La réversibilité est réalisée sur quelques-unes des perceuses électriques existant dans le commerce. Elle est souvent intéressante et parfois nécessaire, notamment dans le cas où les perceuses sont utilisées au taraudage. Elle peut être obtenue soit par un moyen électrique (permutation de fils) soit par un moyen mécanique (pignon intermédiaire).

Vitesses. — La vitesse est variable avec la charge dans le cas de courant continu. Elle varie aussi avec la charge dans le cas du courant alternatif : le glissement varie en effet suivant l'effort demandé. Il est appréciable avec les machines alimentées sur courant ordinaire parce que la puissance du moteur de ces machines est généralement voisine de la puissance à développer. Il faut même que l'ouvrier fasse attention à ne pas caler la machine pendant l'emploi, sans quoi il provoquerait son échauffement anormal ou la fusion des fusibles de la ligne d'alimentation. En revanche, le glissement est faible avec les machines à haute fréquence parce que leur moteur présente une marge appréciable de puissance.

Stabilité. — La stabilité est très bonne puisqu'il n'y a pas de pièces en mouvement alternatif. Toutefois, l'inertie des pièces en mouvement est relativement élevée par suite du poids et de la vitesse de l'induit du moteur. Leur influence est surtout sensible dans les machines à haute fréquence pour lesquelles la vitesse de l'induit est très élevée. En cas de calage intempestif de l'outil, la machine tend à tourner en exerçant un effort qui peut être dangereux pour le personnel. Aussi y a-t-il intérêt à munir d'un frein mécanique ou électrique celles de ces machines qui effectuent des travaux au cours desquels l'outil peut se caler. Le frein électrique est préférable parce que, ne s'usant pas, il ne se dérègle pas.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Poids, puissance, puissance spécifique, rendement. — Voici les caractéristiques des machines de capacités usuelles. On voit que leur poids augmente rapidement avec la capacité, au point de devenir excessif pour un ouvrier.

Perceuses électriques.

	CAPACITÉ 23 MM CÔNE MORSE N° 2	CAPACITÉ 32 MM CÔNE MORSE N° 3	CAPACITÉ 60 MM CÔNE MORSE N° 4
Poids (kg)	12,200	16,400	51,500
Puissance (ch)	0,54	0,81	1,62
Puissance spécifique (ch/kg)	0,044	0,05	0,031

D'autre part, les puissances de ces machines sont faibles, ainsi que leur puissance spécifique.

c) *Surveillance et entretien.* — La surveillance est facile puisqu'il suffit de vérifier l'isolement du moteur, l'état des engrenages réducteurs et le graissage. Si le moteur fonctionne, son rendement n'est pas sujet à variations. Aussi n'est-il pas utile de passer les machines électriques au banc d'essai. Cette opération n'est nécessaire que pour les essais de prototypes. L'entretien est simple.

d) *Conclusion.* — Il résulte de ce qui précède que les perceuses électriques directement alimentées par les courants usuels sont intéressantes aux faibles capacités, à part les inconvénients qui résultent d'un calage intempestif. Elles ont l'inconvénient d'être lourdes aux capacités plus grandes. Les machines à haute fréquence permettent de réunir les avantages inhérents aux machines électriques, tout en conservant un poids acceptable.

COMPARAISON DES PERCEUSES PNEUMATIQUES ET ÉLECTRIQUES. — Cette comparaison ressort des Tableaux I, II et III, qui donnent les caractéristiques des types de machines.

TABLEAU I. — *Comparaison entre les perceuses de faible capacité, à air comprimé et électriques ordinaires* (10 mm).

CARACTÉRISTIQUES	MACHINE PNEUMATIQUE A TURBINE	MACHINE ÉLECTRIQUE 50 P., 220 V.
Capacité de perçage (mm)	10	10
Poids (kg)	4,500	5
Vitesses à vide (t/min)	2 030	1 850
Vitesses en charge (t/min)	1 000	600
Consommations (l/min ou W)	500	168
Puissance (ch)	0,30	0,13
Puissance spécifique (ch/kg)	0,066	0,026
Rendement (p. 100)	13,9	58
Prix de revient (fonctionnement continu) (fr/h)	1.10	0,05
Prix (fonctionnement continu) (fr/ch. h)	3,66	0,38
Prix d'achat (fr)	940	570

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU II. — *Comparaison entre les perceuses de capacité moyenne à air comprimé et électriques ordinaires* (23 mm).

CARACTÉRISTIQUES	PERCEUSE A PISTONS, A AIR COMPRIMÉ	PERCEUSE A ENGRENAGES, A AIR COMPRIMÉ	PERCEUSE A TURBINE, A AIR COMPRIMÉ	PERCEUSE ÉLECTRIQUE, COURANT ALTERNATIF, 50 P., 220 V.
NATIONALITÉ	américaine.	française.	française.	française.
Capacité de perçage (mm)	23	23	23	23
Cône « Morse n°.	2	2	2	2
Poids (kg)	13,200	9,500	11,300	12,200
Vitesses à vide	570	364	435	200
(t/min) en charge.	320	210	280	166
Consommations (l/min ou W).	1 500	1 400	1 575	405
Puissance (ch)	1,6	1,4	1,68	0,414
Puissance spécifique (ch/kg).	0,121	0,147	0,148	0,033
Rendement (p. 100).	23,2	23,6	24,7	75
Prix de revient (fonctionnement continu (fr/h).	3,285	3,06	3,44	0,12
Prix de revient (fr/ch. h)	2,05	2,18	2,04	0,28
Réversibilité	Réversible	Réversible	Réversible	Non réversible
Prix d'achat (fr)	3 500	3 000	2 300	2 500
Installations spéciales	Gros compresseur et Réseau	Gros compresseur et Réseau	Gros compresseur et Réseau	Néant

Le Tableau I, qui correspond aux machines de faible capacité (10 mm), montre la supériorité de puissance des machines à air comprimé sur les perceuses électriques ordinaires, mais il montre aussi que leur fonctionnement coûte beaucoup plus cher. Malheureusement, la faible puissance spécifique des machines électriques diminue la production dans des proportions telles que leur emploi est limité.

Le Tableau II permet de faire des constatations analogues sur les perceuses de capacité moyenne (23 mm) bien que les puissances spécifiques soient plus élevées pour cette capacité que pour la précédente.

Le Tableau III correspond à des machines de capacité supérieure ou égale à 32 mm, dont les puissances sont comparables, malgré la divergence apparente des capacités de perçage nominales qui figurent à la première ligne. Nous avons fait figurer dans ce tableau une machine à engrenages, une machine électrique à courant alternatif à 50 périodes, une perceuse haute fréquence à 200 périodes et une aléseuse-taraudeuse à haute fréquence, machine spécialement établie pour aléser et tarauder des trous d'entretoises, avec deux vitesses étudiées à cet effet. Ce tableau permet de constater ce qui suit :

Poids. — La machine à air à engrenages est légère par rapport à ses concurrentes électriques; c'est elle en effet qui a la puissance spécifique la plus élevée,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU III. — *Comparaison entre les perceuses, aléseuses-taraudeuses, de grande capacité, à air comprimé, électriques ordinaires, électriques à haute fréquence* (32 mm au moins).

CARACTÉRISTIQUES	MACHINE A ENGRENAGES, A AIR COMPRIMÉ	MACHINE ÉLECTRIQUE A COURANT ALTERNATIF 50 P, 230 V	MACHINE ÉLECTRIQUE A HAUTE FRÉQUENCE 125 V, 200 P	
			Perceuse	Aléseuse-taraudeuse
Capacité de perçage (mm)	57	32	32	32
Cône « Morse » n°	4	4	3	4
Poids (kg)	16	58	40 (poussée pneum. inclus)	30
Vitesses (t/min) à vide	190		300	165-225
Vitesses (t/min) en charge.	150 (à charge normale)	300 (glisse au-dessus de 22 mm de perçage)	300	165-225
Consommations (l/min ou W)	1 900 (en charge)	3 000 W	4 800 W	4 200 W
Puissance (ch)	2,2 (au frein)	2 100 W soit 2,85 w/ch (au frein)	3 200 W soit 4,35 w/ch (au frein)	2 550 W soit 3,46 ch (au frein)
Puissance spécifique (ch/kg)	0,137	0,071	0,109	0,116
Rendement intrinsèque (p. 100)	26,5	70	65 (machine seule)	60 (machine seule)
Rendement global (p. 100)	12 (groupe moto compresseur inclus) (rendement g^r. moto compres^r 63 p. 100) (fuites conduites compres^r 29 p. 100)	70	52 groupe inclus (rend^t du groupe 80 p. 100)	48 groupe inclus (rend^t du groupe 80 p. 100)
Prix de revient (fonctionnement continu) (fr/h)	4,15	0,90	1,80	1,60
Prix de revient (fonc^t continu) (fr/ch. h)	1,90	0,30	0,40	0,45
Démarrage en charge	Bon	Médiocre	Bon	Bon
Réversibilité	Réversible	Non réversible	Réversible	Réversible
Prix d'achat approximatif (fr)	3 600	6 000	12 000 (coffret de manœuvre inclus	12 000 (coffret de manœuvre inclus)
Installations spéciales	Compresseurs d'air et conduites	Néant	Groupe convertisseur. Réseau spécial. Coffret de contacteurs.	Groupe convertisseur. Réseau spécial. Limiteur d'efforts. Coffret de contacteurs.

presque double de celle de la machine électrique ordinaire, un peu supérieure à celle des machines à haute fréquence qui la suivent de près.

Rendement intrinsèque. — Celui de la machine à air est nettement inférieur à celui des machines électriques. Mais, pour faire une comparaison saine des rendements, il faut considérer le *rendement global* mesuré entre, d'une part, les bornes de la ligne électrique qui alimente le moteur du compresseur, ou la per-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ceuse électrique ordinaire, ou le moteur du groupe convertisseur à haute fréquence, et, d'autre part, la broche porte-outil. Ce rendement est mauvais pour la machine à air, très bon pour la machine électrique ordinaire, un peu moins bon pour la haute fréquence.

Les prix de revient de l'heure de fonctionnement supposé continu accusent une supériorité marquée des machines électriques.

Les prix d'achat sont à l'avantage de la machine à air.

Les machines à air, comme les machines à haute fréquence, exigent, les premières, des groupes moto-compresseurs et un réseau de distribution, les secondes, des groupes convertisseurs et un réseau électrique spécial. Cela paraît les mettre sur le pied d'égalité. Ce n'est pas tout à fait vrai, car presque toutes les industries mécaniques ont un réseau d'air comprimé, nécessaire pour actionner les marteaux pneumatiques. Dans ces conditions, la haute fréquence nécessite, si on y a recours, une installation supplémentaire et un réseau de distribution. Aussi s'arrête-t-on souvent à un compromis, qui consiste à limiter l'emploi de la haute fréquence aux cas où elle se révèle nettement avantageuse.

Conclusion. — Il n'est pas possible de conclure d'une manière générale à la supériorité d'un type sur un autre. On peut noter seulement que, pour les petites capacités, les machines électriques sont plus avantageuses; pour les autres capacités, chaque cas particulier doit faire l'objet d'une étude tenant compte des données particulières du problème et de la préexistence éventuelle d'installations dans l'usine à équiper.

APPLICATIONS. — Les utilisations des perceuses portatives sont très nombreuses puisqu'elles intéressent tous les trous qui doivent être percés en place sur des corps volumineux, difficiles ou qu'il est impossible de manœuvrer. En voici quelques-unes : perçage des parties constitutives de chaudières; — perçage des parties constitutives comme celles de charpentes d'un pont métallique; — perçage de trous variés au cours du montage d'éléments constitutifs de réservoirs, grands ou petits, de voitures, de châssis de locomotive. La figure 12 montre le démontage du foyer d'une locomotive par perçage de l'extrémité des entretoises qui passe dans la boîte à feu. L'opération est faite au moyen de grosses perceuses électriques pesant 58 kg, accrochées aux suspensions équilibrées d'un portique dit « de démontage ». A remarquer l'arrosage à l'eau, les pare-copeaux, les poussées pneumatiques.

Alésage, taraudage et vissage des trous d'entretoises. — Il convient d'insister sur un cas d'emploi particulier des perceuses : celui de l'alésage et du taraudage des trous d'entretoises de boîte à feu de locomotives. Cette opération peut être faite en effet au moyen des perceuses à air comprimé; mais ces machines ont l'inconvénient d'avoir une vitesse très variable en cours d'opération : près de 190 t/min au moment de l'attaque et, lorsque l'outil débouche, environ 110 t/min au maximum d'effort.

Il a été établi des machines à haute fréquence de construction française, spé-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ciales pour ce travail, qui ont deux vitesses : 165 et 225 t/min. Ses autres caractéristiques ont été vues dans la 4e colonne du Tableau I. Ces machines ont un glissement très faible. Elles sont équipées avec une boîte à boutons-poussoirs et un coffret d'appareillage qui contient les dispositifs nécessaires pour la marche arrière, pour le freinage électrique obtenu par contre-courant pendant un temps très court, limité par une minuterie, et enfin un limiteur d'effort à 6 positions, qui coupe le courant lorsque celui-ci dépasse une certaine valeur; ce dernier organe permet de protéger efficacement les outils, les tarauds principalement,

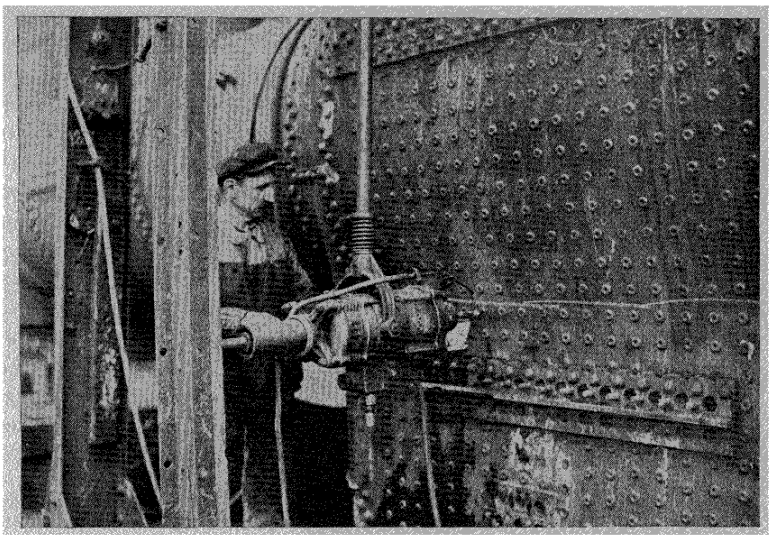


Fig. 12 — Portique de démontage de chaudières de locomotives : perçage par grosses machines électriques équilibrées munies de poussées pneumatiques (Perceuse T 6 Wagéor).

qui sont très onéreux, contre les ruptures provenant d'efforts excessifs Le freinage est aussi très intéressant car il permet d'obtenir l'arrêt en une fraction de tour malgré la forte inertie du rotor du moteur qui tourne à environ 12 000 t/min. Aussi les machines en question permettent-elles de procéder avec toute la précision voulue au vissage des entretoises dans les trous préalablement taraudés.

La figure 13 représente un portique de taraudage établi pour les chaudières de locomotives. Les machines sont fixées à des suspensions équilibrées. Elles reçoivent le courant d'un groupe convertisseur, par l'intermédiaire des coffrets dont il a été parlé plus haut et à l'intérieur desquels sont les contacteurs et les boutons de limitation d'effort. L'ensemble du portique est articulé, ce qui permet de l'éclipser complètement pour procéder aux manutentions.

Les mêmes machines alèsent les trous d'entretoises, puis les taraudent et enfin vissent les entretoises préalablement engagées à la main dans le trou correspondant (les entretoises sont coupées à une longueur telle qu'après le vissage elles

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dépassent juste de la quantité voulue pour permettre de former la tête au marteau pneumatique avec un léger excédent de métal).

Les temps alloués pour ces opérations sont 0.32 sec pour l'alésage, 0,88 sec pour le taraudage, 0,5 sec pour le vissage. Les temps correspondants, avec des machines à air comprimé, sont de 0,52 — 1,21 et 0,7 sec. L'économie ressort donc à : 40, 27 et 29 p. 100.

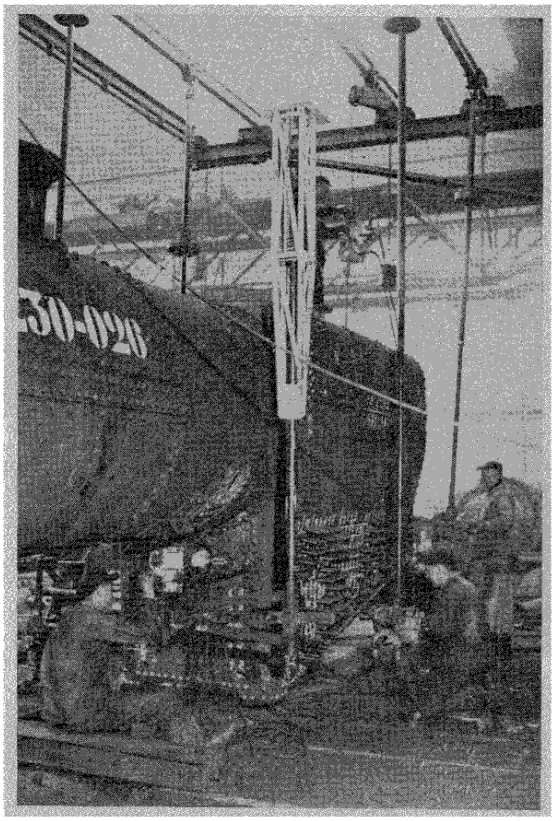


Fig. 13. — Vue générale d'un portique pliant de taraudage de boîte à feu de locomotive en action. Machines à haute fréquence (Aléseuses P. E. T 2 *bis* H F Wagéor).

MEULEUSES PNEUMATIQUES. — *a*) *Principe de fonctionnement.* — Ces meuleuses sont à pistons ou à turbines. Ces deux modèles présentent les mêmes dispositions générales que les perceuses, sauf que la meule est montée directement en bout d'arbre du moteur sans interposition d'engrenage réducteur. Les moteurs sont très voisins des moteurs des perceuses analogues dont ils ne diffèrent que par des détails ou des différences de dimensions.

b) *Comparaison.* — La marche arrière est évidemment inutile pour les meuleuses. Les vitesses sont liées au diamètre des meules utilisées. A chaque type de machines correspond un diamètre maximum de meule vitrifiée qu'il ne faut pas dépasser (on sait que la vitesse périphérique de ce type de meule doit être inférieure ou égale à 35 m/sec). Si on utilise des meules agglomérées à la bakélite, au caoutchouc et, d'une manière générale, au moyen d'agglomérants organiques, le diamètre peut être plus élevé; les vitesses périphériques maxima praticables pour ces meules sont de l'ordre de 80 m/sec.

Ces indications suffisent pour montrer l'importance du régulateur dont le réglage doit être très soigné et le fonctionnement irréprochable.

La stabilité des meuleuses à turbine est très supérieure à celle des meuleuses à pistons. Mentionnons les meuleuses à surfacer par le plat de la meule qui,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

munies de deux poignées en V, sont particulièrement bien en main. La figure 14 montre une meuleuse à pistons, une meuleuse à turbine avec meule en bout travaillant sur champ, et une meuleuse travaillant sur plat.

L'entretien et la surveillance se font comme pour les perceuses. Les *caractéristiques de ces machines* sont données ci-dessous en même temps que celles des machines électriques.

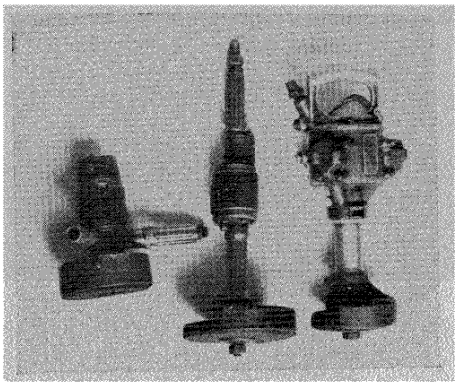


Fig. 14. — Vues d'une meuleuse à pistons, (L D 7 Ingersoll-Rand), d'une meuleuse à turbine K 123 Renault, travaillant sur champ et d'une meuleuse à turbine K L 120 Renault, travaillant sur plat.

MEULEUSES ÉLECTRIQUES. — Les meuleuses électriques comportent simplement une meule montée en bout d'arbre d'un moteur, ce qui ne présente qu'un inconvénient possible, à savoir les dépassements de vitesse qui peuvent se produire à vide avec les machines électriques à moteurs universels, généralement alimentés en série.

La stabilité de ces machines est aussi bonne que celle des meuleuses à turbine à air.

TABLEAU IV. — *Machines à meuler pneumatiques ou électriques.*

CARACTÉRISTIQUES	MACHINE A MEULER A PISTONS A AIR COMPRIMÉ	MACHINE A MEULER A TURBINE A AIR COMPRIMÉ	MACHINE A MEULER ÉLECTRIQUE A COURANT ALTERNATIF 50 p. 220 V
Nationalité	américaine	française	française
Diamètre des meules admises (mm)	150	200	100
Nature des meules	vitrifiée	agglomérant organique	agglomérant organique
Poids en ordre de marche (kg)	11,500	8,750	13,00
Vitesses à vide (t/min)	3 700	5 300	9 000
Vitesses optimum en charge (t/min)	3 000	3 700-4 000	4 000
Vitesses périphériques à vide (m/sec)	29	55	47
Consommations en charge optimum (l/min ou W)	1 400	1 470	1 040 W
Puissance pratique (ch)	1,54 (air à 6 kg)	1,42 (air à 6 kg)	0,45
Puissance spécifique (ch/kg)	0,133	0,155	0,003
Rendement (p. 100)	19,22	17,36	31
Prix de revient (fonctionnement continu) (fr/h)	3,066	3,231	0,312
Prix de revient (fonctionnement continu (fr/ch h)	1,98	2,27	0,69
Prix d'achat (fr)	3 000	2 000	2 300

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Comparaison des meuleuses pneumatiques et électriques. — Le Tableau IV permet de comparer les meuleuses pneumatiques et électriques. Il montre que les meuleuses pneumatiques ont une puisssance spécifique plus élevée que leurs concurrentes, ce qui amène à leur donner souvent la préférence malgré leur prix de fonctionnement plus élevé.

Caractéristiques. — Elles sont données au Tableau IV.

Applications des meuleuses portatives. — Les applications des meuleuses sont évidemment très nombreuses. En voici deux :

Meulage, au moyen de meuleuses à turbine avec meules en bakélite tra-

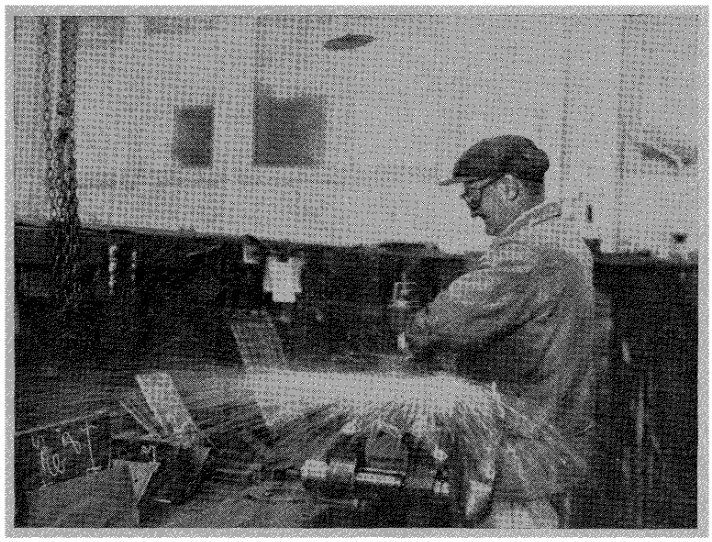


Fig. 15. — Affleurement, au moyen d'une meule travaillant sur plat, tenue par 2 poignées en V, des cordons de soudure fixant une cale rapportée sur une glissière de boîte d'essieu de locomotive (Meuleuse K L 120 Renault).

vaillant sur champ, de rechargements effectués par soudure sur un châssis de locomotive;

Affleurement (fig. 15), au moyen d'une meule, travaillant sur plat, tenue par deux poignées en V, de cordons de soudure fixant une cale rapportée sur une glissière de boîte d'essieu de locomotive. Cette machine est particulièrement bien en main et rend de grands services pour faire du surfaçage, sur tôles par exemple, pour affleurer des rivets à tête fraisée après rivetage, etc.

Un type de meuleuse pneumatique a été spécialement établi pour utiliser les petites meules tournant à très grande vitesse (30 000 t/min). Cet appareil permet de faire le véritable travail de sculpture que comporte la confection des matrices de forge.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La figure 16 montre une application tout à fait intéressante pour la réparation des moteurs à explosion : il s'agit du rectifiage des sièges de soupapes. Cette opération est faite dans des conditions excellentes au moyen d'une meule portée par une monture métallique qui tourne sur un guide extensible préalablement centré automatiquement dans le guide de la tige de soupape. La machine électrique portative actionne la meule par l'intermédiaire d'une sorte de genouillère à 6 pans, qui assure l'entraînement en permettant le désaxement inévitable dans

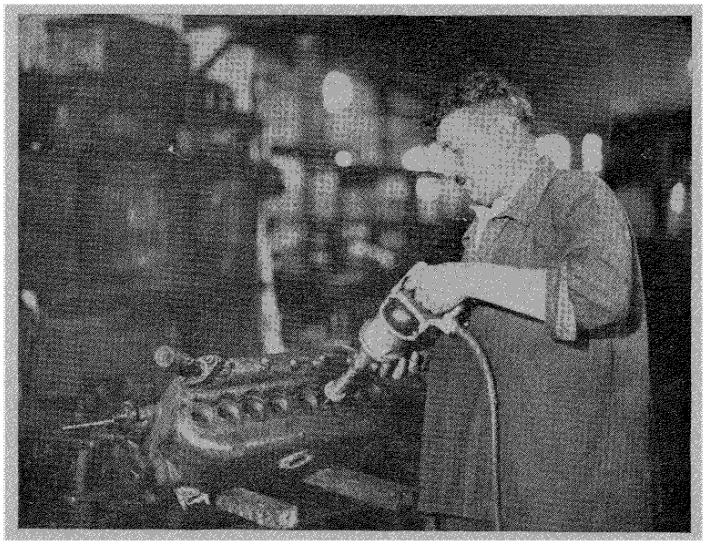


Fig. 16. — Rectifiage d'un siège de soupape de moteur à explosion (Rectifieuse Van Dorn).

ce cas. De plus, un ressort interposé permet de doser la pression axiale donnée à la meule.

Il existe enfin des meuleuses portatives qui se montent sur la tourelle porte-outil des tours et permettent ainsi de rectifier une pièce sans avoir recours à une machine spéciale à rectifier; on rectifie ainsi les cônes des tiges de piston, les arbres, etc.

En remplaçant la meule par une brosse en fils métalliques plus ou moins durs, on peut brosser dans des conditions de rapidité intéressantes des surfaces enduites de rouille, de peinture, etc. On peut ainsi brosser la jante d'un centre de roue de wagon avant embatage du bandage.

MACHINES ROTATIVES DIVERSES. — *a*) *Machines à mandriner.* — Il existe des machines équipées pour le mandrinage des tubes de chaudières.

b) *Machines à tarauder.* — Une machine électrique a été établie pour le taraudage des petits trous. Elle comporte un mandrin flottant et la disposition ingénieuse suivante : la machine tourne à vide à 600 t/min dans le sens contraire des aiguilles

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'une montre. En appuyant pour mettre le taraud en prise, le sens de rotation est inversé et la vitesse tombe à 300 t/min. Lorsque le taraudage est terminé, il suffit de tirer la machine à soi pour rétablir le sens primitif et dégager le taraud. Cette machine est précieuse pour le taraudage des trous des vis qui tiennent les panneautages intérieurs de voitures métalliques et d'autorails.

c) Machines à serrer et desserrer les écrous. — Dans une clé de fabrication américaine la douille qui coiffe l'écrou à tourner reçoit des chocs successifs d'un accumulateur à ressorts qui est en quelque sorte « remonté » par une turbine à air comprimé. L'économie réalisée par rapport au serrage à la main à l'aide d'une clé à rallonge est substantielle : il suffit en effet d'un tiers de minute pour serrer l'écrou à la machine, alors qu'il faut 5 minutes à la main, temps de préparation inclus.

d) Scies. — Les scies circulaires électriques portatives sont très utiles pour le montage de carrosseries en bois (voitures, wagons).

e) Tournevis. — Dans ce même cas, l'emploi d'un tournevis électrique permet de poser les vis très rapidement.

f) Outils divers commandés par flexible. — Nous indiquerons brièvement que de nombreux outils tels que petites fraises, polissoirs, peuvent être commandés par flexible. Il existe de nombreux outillages de ce genre; ils sont généralement mus par des moteurs électriques. La caractéristique de ces outillages est que leur puissance est faible, sans quoi le flexible ne pourrait plus avoir la souplesse nécessaire.

g) Cisailles. — Pour les travaux de *petite tôlerie* des cisailles à main actionnées par un moteur électrique, pesant environ 4 kg, permettent de couper dans de bonnes conditions des tôles d'une épaisseur atteignant jusqu'à 2 mm.

h) Palans. — Enfin, il existe des palans actionnés par un moteur rotatif pneumatique ou électrique qui sont très légers et, par suite, facilement transportables.

Remarques sur les outillages de choc et rotatifs pneumatiques. — Les puissances dont il est question pour ces outillages s'entendent avec de l'air comprimé à 6 hpz. Or, ces puissances varient très rapidement avec la pression de l'air : c'est ainsi qu'une perceuse dont la puissance est de 2,6 ch avec de l'air à 7 hpz, ne développe plus que 2,2 ch à 6 hpz, et 1,8 ch à 5 hpz. Il est donc important d'éviter les pertes de charge excessives des réseaux d'air comprimé et de contrôler la bonne conduite des compresseurs, notamment la mise en marche en temps opportun des compresseurs d'appoint. Ce résultat peut être atteint en utilisant un manomètre enregistreur.

IV. — OUTILLAGE UTILISANT LA PRESSION DE L'AIR COMPRIMÉ.

Quelques outillages utilisent directement la pression de l'air comprimé; ce sont notamment : les *appareils portatifs de sablage;* — les *pistolets à peindre;* — les *tas et poussées pneumatiques;* — (nous en avons cité des exemples sur des marteaux pneumatiques et des perceuses); — les *riveuses et presses à air comprimé* (il en existe divers modèles, généralement utilisés pour les petits diamètres de rivets); des *presses oléo-pneumatiques.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

V. — CONCLUSION.

Nous venons de passer brièvement en revue une gamme extrêmement riche d'outillages portatifs, dont l'apparition et le perfectionnement ont permis d'améliorer sensiblement la production des ateliers de mécanique. Il nous est agréable de constater que l'industrie française a pris une place très honorable dans la construction de l'outillage portatif d'emploi courant. Nous souhaitons donc qu'elle mette au point, dans l'avenir et avec le même succès, des modèles d'outillage pour travaux spéciaux qui concurrencent ou perfectionnent ceux que l'industrie étrangère a mis sur le marché. Nous nous permettons, de plus, de formuler quelques desiderata.

Nous voudrions que fussent étudiées plus soigneusement les dispositions suivantes, applicables aux marteaux comme aux machines : des *anneaux ou des tourillons d'attache* convenablement placés par rapport au centre de gravité, de façon qu'on puisse éviter les accrochages, incommodes, de marteaux ou de machines, dus à l'absence de ces dispositifs; — des *suspensions équilibrées* robustes, souples et aussi peu encombrantes que possible; — des *déflecteurs d'échappement*, renvoyant, dans une direction non gênante pour l'ouvrier, le courant d'air qui sort des appareils pneumatiques; — des *brise-copeaux* pour les perceuses, de façon à casser les copeaux lorsque leur longueur devient dangereuse.

Nous demandons également aux constructeurs de perceuses et de meuleuses d'adopter des normes communes de capacité : il est en effet toujours possible de monter un foret de 23 mm sur une perceuse, mais il faut, pour que la machine corresponde à cette capacité, qu'elle puisse forer à ce diamètre avec une avance convenable, fixée, par la règle du commandant Denis, par exemple; cela exige le développement d'une puissance minimum qui pourrait être donnée sur la norme. Pour les meuleuses, la norme donnerait l'effort tangentiel pour un diamètre de meules et une vitesse déterminée ou, ce qui revient au même, la puissance développée en fonction de la vitesse.

Je crois que l'établissement de ces étalonnages rendrait service aux constructeurs et aux acquéreurs d'outillage portatif : il est facile en effet de trouver actuellement des machines données, pour une même capacité, dont la puissance varie du simple au double.

Il me reste à formuler le vœu que les constructeurs français de matériel portatif continuent à perfectionner et à étendre leur production et que l'industrie mécanique utilise de plus en plus ce matériel précieux pour elle, augmente son rendement et retrouve enfin sa prospérité, qui constitue un des principaux facteurs de la prospérité du pays.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

VŒU DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE, AU SUJET DU RATTACHEMENT DU PALAIS DE LA DÉCOUVERTE AU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, qui, depuis le début du siècle dernier, n'a cessé de travailler efficacement aux progrès des méthodes scientifiques et à l'application des découvertes scientifiques dans l'industrie, a applaudi à la création et au succès du Palais de la Découverte.

Elle estime indispensable de maintenir ce Palais comme organe permanent de progrès scientifique et industriel, et comme moyen de formation de l'esprit public en France.

Associée historiquement, dès sa création, en 1801, aux efforts du Conservatoire national des Arts et Métiers, dont les collections ont, du reste, fourni au Palais de la Découverte ses pièces historiques les plus rares, la Société d'Encouragement émet le vœu que le Palais de la Découverte soit perpétué et rattaché au Conservatoire national des Arts et Métiers, de façon à marquer nettement l'association étroite qui doit exister entre la science et l'industrie, au bénéfice de l'une comme de l'autre.

Ce vœu a été adressé à :

M. le Ministre de l'Éducation nationale;

M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie;

M. le Président de la Commission de l'Enseignement du Sénat;

M. le Président de la Commission de l'Enseignement et des Beaux-Arts de la Chambre des Députés;

MM. les Secrétaires perpétuels de l'Académie des Sciences;

M. Jean Perrin, membre de l'Académie des Sciences;

M. de Monzie, président du Conseil d'Administration du Conservatoire national des Arts et Métiers;

M. le Directeur du Conservatoire national des Arts et Métiers;

M. le Doyen de la Faculté des Sciences de Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIETE

Conférences publiques sur l'évolution de la soudure autogène; son contrôle; son influence sur la construction.

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE DU 12 FÉVRIER 1938.

Présidence de M. M. LACOIN, *président*.

La séance est ouverte à 17 h.

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

les ACIÉRIES AUBERT ET DUVAL FRÈRES, Aciers spéciaux, nitruration, 41, rue de Villiers, Neuilly-sur-Seine (Seine), présentées par MM. Alby et Lemaire;

la SOCIÉTÉ ANONYME DES PÉTROLES JUPITER, 42, rue Washington, Paris (8e), présentée par MM. Bechmann, Bihoreau, Lacoin et Servonnet. (Membre perpétuel);

M. NEVEU (Raymond) (✻, O. ❶), docteur en médecine, chef du Laboratoire des Épidémies, auditeur au Conseil supérieur d'Hygiène publique de France, secrétaire général des *Annales d'Hygiène*, 3, rue du Commandant Guilbaud, Paris (16e), présenté par MM. Carpentier et Lemaire;

M. LAPRESLE (Antonin) (✻), ingénieur, Inspecteur général de l'Aéronautique, 39, rue d'Alésia, Paris, (14e), présenté par M. Dumanois.

M. Frédéric PERSONNE, ancien élève diplômé du Conservatoire national des Arts et Métiers, Ingénieur diplômé de l'Association française du Froid, ingénieur, déjà membre ordinaire de la Société, s'est fait inscrire comme membre à vie.

M. LACOIN, *président*. — Je crois devoir vous rappeler que c'est avec le concours des Aciéries Aubert et Duval Frères, que M. André BABINET, ingénieur dans ces aciéries, nous a fait en 1936 une conférence très remarquée sur *La nitruration des aciers et des fontes*. Nous remercions vivement de la nouvelle marque d'intérêt que M. Babinet et M. Personne portent à notre Société.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Lacoin, *président*. — C'est avec un très vif regret que nous avons appris la mort de M. Victor Sabouret, membre de notre Conseil (Comité des Arts mécaniques) depuis 1924. Notre collègue est décédé à Paris le 14 janvier dans sa 87e année.

Né le 2 mars 1851, à Montluçon, M. Sabouret était l'un des ingénieurs les plus connus et les plus estimés dans le monde des chemins de fer français. Sorti de l'École polytechnique en 1873 dans le Corps des Ponts et Chaussées, il était resté au service de l'État jusqu'en 1884, date à laquelle il entra au service de la Compagnie du Chemin de fer d'Orléans. Il y fit une très brillante carrière comme ingénieur en chef, d'abord au Service de la Voie, puis à celui du Matériel et de la Traction. Parmi les travaux dont il eut particulièrement à s'occuper, nous citerons seulement la réfection et la construction de nombreuses gares du réseau, notamment des gares maritimes et celles de Tours et du quai d'Orsay à Paris, où il appliqua un ingénieux système de manutention des bagages, ainsi que de plusieurs parcs à combustibles, d'un type nouveau à manutention mécanique; signalons aussi qu'il imagina de nombreux appareils nouveaux tels que : enregistreurs de vitesse des trains, freinage des trains, commandes de cloches électriques, chariots transbordeurs électriques, un système d'enclenchement, un triage par gravité, le renforcement, par enrobement de béton armé, des tabliers métalliques détériorés.

De 1901 à 1908, il fut appelé à remplir les fonctions d'Ingénieur en chef du Matériel et de la Traction à la Compagnie des Chemins de fer de l'Ouest, mais il revint en 1909 à la Compagnie d'Orléans où il termina sa carrière comme Ingénieur en chef des Services techniques.

Pendant cette dernière partie de sa carrière M. Sabouret s'occupa tout particulièrement de l'application, au réseau de cette Compagnie, de la traction électrique, dont il avait été le protagoniste, spécialement pour les lignes du Massif Central. Il s'intéressa vivement, non seulement à la traction électrique, mais aussi à la production de l'énergie hydroélectrique nécessaire à l'électrification. On en trouvera la trace dans notre *Bulletin*.

Rien de ce qui pouvait contribuer à améliorer la technique ou a réduire les frais d'exploitation ne lui resta étranger : rupture de rails et contrôle des commencements de fissures dans les champignons des rails; accélération des trains de marchandises, avec freinage partiel à air comprimé en tête des trains, qu'il introduisit sur le réseau d'Orléans; utilisation des caisses des voitures anciennes en les montant sur des bogies

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

placés aux extrémités des caisses, et recevant les extrémités de deux voitures. Telles furent, entre autres, les principales améliorations que M. Sabouret introduisit dans le réseau d'Orléans.

M. Sabouret avait un goût très accentué pour l'architecture des églises, sur laquelle il a fait paraître plusieurs études fort intéressantes. Il s'était attaché notamment à montrer que, dans les voûtes d'arêtes nervurées, les nervures ne jouent qu'un rôle décoratif.

M. Sabouret faisait partie du Comité supérieur de rédaction du périodique *Le Génie civil*. Il était officier de la Légion d'honneur.

La Société d'Encouragement perd avec M. Sabouret l'un de ses collaborateurs les plus sympathiques et les plus précieux; elle adresse à sa famille éplorée ses bien vives condoléances. Ses obsèques ont été célébrées à Veyvialle (Haute-Vienne), mais une messe a réuni ses nombreux amis à l'église Saint-Pierre-du-Gros-Caillou le 19 janvier.

Personnellement, à cet hommage de la Société d'Encouragement, je tiens à ajouter celui d'un ancien collaborateur, placé immédiatement sous ses ordres, qui, durant de longues années, trouva dans M. Sabouret un exemple, un inspirateur, un ami.

M. Sabouret s'imposait à tous par sa conscience professionnelle, par la hauteur de sa conception morale et chrétienne de la vie, par sa bienveillance. Toujours désireux, dans toutes les inventions, de revendiquer les droits de ceux qui en avaient été les initiateurs, il était en même temps toujours prêt à favoriser ceux qui faisaient preuve d'initiative. Au cours de ma carrière, j'ai bénéficié souvent de ce concours infiniment bienveillant, et tous ceux qui ont été sous ses ordres comme moi garderont de lui le souvenir d'un chef qui fut pour eux un exemple de désintéressement et d'indépendance.

J'adresse à sa nombreuse et magnifique famille les condoléances les plus émues de notre Société.

M. Lacoin, *président*. — J'ai le très grand plaisir de vous annoncer que M. Raoul Dautry, notre nouveau collègue du Conseil, a reçu le 16 janvier, de la Société industrielle du Nord, la grande médaille Kuhlmann, la plus haute récompense dont dispose cette Société. Dans son discours, M. Liévin Danel, président de cette Société, a rappelé les principales étapes de la brillante carrière de M. Dautry, qui, dès 1902, à sa sortie de l'Ecole polytechnique, débuta comme chef de district à la Compagnie du Chemin de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fer du Nord, à Saint-Denis. Pendant la guerre, M. Dautry réalisa de véritables tours de force pour adapter le réseau du Nord aux besoins des armées; en 1918, il construisit en 100 jours la ligne, à la fois stratégique et commerciale, de Beauvais à Abbeville. Après la guerre, il présida à la reconstruction du réseau du Nord, employa notamment un procédé audacieux pour remettre en état le viaduc de Poix, dont une des piles avait été dynamitée.

Son activité s'étendit en même temps à une œuvre urgente et de la plus grande utilité : il fit surgir de terre, à Longueau, à Tergnier, à Lens, à Lomme, de magnifiques cités avec jardins pour loger le personnel de la Compagnie. La réalisation était remarquable tant par la rapidité d'exécution que par l'application des principes d'urbanisme, science alors toute nouvelle. Aussi, en 1922, notre Société fut-elle heureuse de récompenser d'une médaille d'or la première de ces créations, celle de la cité-jardin de Tergnier, qui a servi et sert encore de modèle.

Je n'ai pas besoin de vous rappeler l'œuvre considérable de M. Dautry appelé en 1928 à la Direction des Chemins de fer de l'État. Elle est connue du grand public qui n'a pu cependant apprécier qu'une partie de ses bienfaits. Rappelé récemment à la Société nationale des Chemins de fer français et président de la Compagnie générale d'Électricité, son activité continue de s'exercer pour le plus grand bien de tous. C'est celle qu'il a définie dans son très beau livre, si heureusement intitulé : *Le métier d'homme*. Nous adressons à M. Dautry nos chaleureuses félicitations et nous lui exprimons le très vif plaisir que nous ressentons de le compter parmi les membres de notre Conseil.

M. Lacoin, *président*. — Je crois devoir vous signaler deux dons faits récemment à notre Société pour l'aider à la publication de son *Bulletin*, si hautement apprécié en France et à l'étranger.

Comme chaque année, M. Michel-Schmidt, membre honoraire de notre Conseil, nous a remis 100 fr; la Société d'Électrochimie, d'Électrométallurgie et des Aciéries électriques d'Ugine, membre de notre Société, nous a versé 15 000 fr.

Nous adressons nos très vifs remerciements à nos deux collègues. Grâce à leur générosité, notre *Bulletin* pourra encore conserver cette année la haute tenue et le grand intérêt qu'il a toujours eus. Il est à souhaiter que leur exemple soit suivi par tous ceux qui désirent voir persévérer notre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Société dans la voie qui lui est assignée par ses statuts; car c'est là une tâche qui devient de plus en plus difficile en raison des prix de revient toujours croissants des travaux d'impression.

M. ROLLEY, *secrétaire général,* présente et analyse quelques-uns des ouvrages entrés récemment à la *Bibliothèque.* Ce sont :

Un aspect peu connu de l'œuvre de J.-B. Boussingault à la Société centrale d'Agriculture (1842-1887), à la Commission d'Enquête sur les Engrais industriels (1864), au Comité d'Hygiène et de Salubrité publique de la Seine (1844-1887), par H. LENGLEN. Beauvais, Imp. centrale administrative, 15, place Ernest Gérard, 1937. (Don de l'auteur, membre de la Société);

Leçons de philosophie chimique, par J.-B. DUMAS. (Les classiques de la découverte scientifique.) Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1937;

Traité élémentaire de chimie, de LAVOISIER. (Les classiques de la découverte scientifique.) Paris, Gauthier-Villars, 1937;

La synthèse totale en chimie organique, mémoires de WÖHLER, GERHARDT, M. BERTHELOT, LE BEL, VAN'T HOFF, JUNGFLEISCH, LADENBURG, PASTEUR. (Les classiques de la découverte scientifique.) Paris, Gauthier-Villars, 1937;

Étude des gazogènes portatifs. Historique. Description. Fonctionnement. Utilisation, par G. ROUYER. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1938;

Cours de chimie industrielle, par G. DUPONT. Tome V : *Industries organiques* (suite). Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1938;

Les variations du prix du blé de 1900 à 1937, par Pierre PROUST (ex *Journal de la Société de Statistique de Paris*, n° 6, juin 1937). Paris, Berger-Levrault, 1937;

Œnologie pasteurienne et vitaminogène, par Emile BARBET. Paris, 14, rue La Boétie (8e), 1937;

Le vin vivant et l'eau-de-vie, par E. BARBET. Paris, 14, rue La Boétie (8e), 1937;

Production de la force motrice aux colonies et plus particulièrement en Afrique française, par Mlle Marie-Thérèse FRANÇOIS. Paris, Association Colonies-Sciences, 16, rue de la Paix (2e), 1937. (Don de l'auteur, membre de la Société);

La production et la consommation du sucre dans le monde, par Mlle M.-Th. FRANÇOIS (ex *Revue de Botanique appliquée et d'Agriculture*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tropicale, n° 191, 1937). Paris, Laboratoire d'Agronomie tropicale, 57, rue Cuvier (5e). (Don de l'auteur, membre de la Société);

A propos de la corrosion du cuivre et les divers aspects d'un problème de corrosion, par Mlle M.-Th. François. *L'huile de bois de Chine et son rôle dans la composition des revêtements anticorrosifs*, par Mlle M.-Th. François. (Dons de l'auteur, membre de la Société);

Désintégration de la matière organique par protéolyse microbienne, par le Dr F. Bordas et S. Bruère. Paris, Imp. H. Geoffroy, 49, rue Monsieur-le-Prince, 1916. (Don de M. Cagnard);

Il convient de signaler plus particulièrement cette brochure, fort intéressante, et aujourd'hui épuisée, que nous devons à l'obligeance de M. Cagnard, qui fut pendant 31 ans secrétaire du Dr Bordas, notre regretté collègue du Conseil, président du Comité des Arts économiques.

Cette étude a été présentée à l'Académie des Sciences qui lui a décerné le Prix Bellion en 1916. Elle traite de l'assainissement des champs de bataille desquels, surtout pendant la guerre de tranchées, il fallait faire disparaître le plus vite possible les causes d'infection que constituent les cadavres d'hommes et de bêtes non enterrés ou mal enterrés, à la hâte et en grand nombre. Le procédé consiste à soumettre les cadavres avant inhumation à une espèce d'ensemencement d'un ou de plusieurs microbes ptomatophages et tels que la désintégration de la matière organique soit hâtée et dirigée dans une voie déterminée, cette protéolyse ne présentant plus alors aucun danger pour les animaux supérieurs.

Les incertitudes de l'arrosage dit rationnel et la valeur des méthodes empiriques, par A. Bastet (ex *Bulletin de la Société des Agriculteurs d'Algérie*, n° 496). Alger, Imp. C. Vollot, 1937. (Don de l'auteur);

Le théâtre indigène et la culture franco-africaine. Comptes rendus des Fêtes annuelles d'Art scolaire données par les élèves de l'école William-Ponty, 1936-1937. (Numéro spécial de *L'Éducation africaine*, Bulletin de l'Enseignement de l'A. O. F., Dakar, 1937);

La pêche dans les lacs parisiens, par J. Demorlaine (ex *Bulletin de la Société centrale d'Agriculture et de Pêche*, avril-juin 1937). Clermont (Oise), Imp. Thiron et Cie.

M. Lacoin, *président*. — La conférence que va nous faire M. Granjon est la première d'une série de trois qui se succéderont à une semaine d'intervalle et que notre Société a organisées avec le concours de l'Institut de Soudure autogène. Ces conférences ont pour objet de retracer l'évolution et l'état actuel de la soudure autogène, qui s'est révélée dans ces dernières

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

années comme un procédé de construction très général et qui trouve de jour en jour des applications nouvelles toujours plus nombreuses.

Le texte de ces conférences et celui des discussions et remarques qu'elles auront provoquées paraîtront dans le *Bulletin* de la Société aussi tôt que possible. L'ensemble constituera ainsi une documentation détaillée et mise à jour de l'état actuel de la soudure autogène, que les lecteurs du *Bulletin* pourront consulter avec profit pendant plusieurs années.

Je rappellerai seulement que M. Granjon est un des pionniers de l'emploi de la soudure autogène dans l'industrie. A l'époque où il commença à s'en occuper, c'est-à-dire il y a quelque vingt-trois ans, ce procédé n'était guère appliqué que dans les laboratoires. Attaché dès sa création à l'Office central de l'Acétylène, devenu l'Office central de la Soudure autogène, il en est aujourd'hui le directeur.

M. R. Granjon, directeur de l'Office central de Soudure autogène, fait une communication sur *L'évolution d'un procédé d'assemblage, la soudure autogène.*

Il faut entendre aujourd'hui par « soudure autogène » l'opération qui consiste à assembler des pièces de métal par fusion de leurs bords, de leurs extrémités ou de certains de leurs points, *avec* ou sans addition d'un métal complémentaire, en vue d'établir ou de rétablir (réparation) la continuité métallique et de façon que le joint ainsi obtenu possède des propriétés telles qu'il résiste mécaniquement ou chimiquement (corrosion), comme le métal de base, aux efforts, sollicitations et actions que ce métal aura à supporter ou à subir en service. Il s'agit donc d'un *soudage par fusion*, le mot soudure ne devant s'appliquer qu'au joint soudé.

Quel que soit le procédé employé : soudage à la flamme (oxyhydrique, oxyacétylénique, à l'hydrogène atomique de Langmuir); soudage électrique : par l'arc, par résistance ou par étincelles, il convient de ne plus envisager que le résultat qui est le même, car les phénomènes qui interviennent dans la constitution du joint soudé sont communs à tous les procédés. On n'applique tel ou tel procédé, plutôt que tel autre, que parce qu'il est plus commode, plus économique, applicable ou non en grande série, à certains métaux ou alliages plutôt qu'à d'autres. Cependant, le procédé par chalumeau oxyacétylénique reste le plus général parce qu'il s'applique à tous les métaux et alliages; de plus, il permet d'atteindre une température supérieure à celle du chalumeau oxyhydrique.

Les divers procédés ne se font pas concurrence : ils se complètent. C'est ainsi que, selon la position et la nature du métal des organes d'une voiture automobile, on emploie à sa construction quatre des procédés : le chalumeau oxyacétylénique, l'arc, la résistance et l'étincelle électriques.

Le conférencier passe en revue les divers procédés, signale leurs caractéris-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tiques et indique les cas les plus fréquents ou les plus remarquables de leur emploi, en illustrant son exposé d'un film cinématographique (de 16 mm) à la fois documentaire et d'enseignement.

Les problèmes posés par la soudure sont nombreux. L'homogénéité du joint et du métal de base n'est plus indispensable : l'important est que, s'il y a hétérogénéité, une fois la soudure exécutée, soudure et métal de base résistent identiquement de la même façon aux actions extérieures. C'est ce même résultat qu'il faut obtenir quel que soit le procédé employé; cela conduit souvent à modifier d'une certaine façon la composition, soit du métal d'apport, soit du métal de base, compte tenu du procédé de soudure employé qui, lui-même, peut apporter des changements dans les propriétés du métal de base ou du métal d'apport. On a été ainsi amené, pour rendre possible ou faciliter l'opération, à modifier la composition du métal de base sans que ses autres propriétés soient sensiblement modifiées et à lui conférer une propriété nouvelle, la *soudabilité*, qui, en raison du développement des procédés de construction par soudure, est désirable et doit être prise en considération au même titre que ses autres propriétés. En fait, quand la soudure est bien exécutée, on constate presque toujours maintenant, si on soumet la pièce à des essais de résistance, que le joint est plus résistant que les parties contiguës du métal de base. E. L.

M. A. Portevin. — Je ne pensais pas prendre la parole aujourd'hui; mais, ayant été mis en cause au sujet de l'expression « soudure autogène », je tiens à bien préciser que ma critique n'est pas seulement une question de purisme, mais bien d'enseignement. L'exercice de cette dernière profession montre en effet que des locutions impropres, des expressions incorrectes, laissent dans l'esprit des élèves des notions inexactes et retardent ou faussent la compréhension, alors qu'une définition bien choisie répand de la clarté et permet un exposé logique et facile.

Si, à l'origine, la soudure par fusion était « autogène » et si cette expression a été utilisée depuis longtemps et par Sainte-Claire Deville, ce ne sont pas des raisons suffisantes pour la conserver lorsque la soudure a cessé d'être autogène tout en demeurant par fusion; le respect dans lequel nous tenons la mémoire de l'illustre savant ne doit pas compromettre la clarté de la langue et de l'enseignement, et nul ne songerait, malgré notre vénération à l'égard de Lavoisier, à conserver sa nomenclature et son langage chimiques. Le progrès et l'évolution de nos connaissances et procédés doivent se traduire dans le langage qui les représente de la manière la plus caractéristique. D'ailleurs, même ceux qui préconisent le mot « soudure autogène » en reconnaissent les défauts, puisqu'ils s'élèvent contre la limitation de ce terme à la soudure au chalumeau, comme cela

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

arrive assez fréquemment en pratique, et cela, pour les mêmes raisons historiques, le chalumeau ayant précédé les autres procédés daus les applications.

C'est ainsi que les procédés de soudure qui viennent d'être envisagés — au chalumeau, à l'arc électrique, par résistance, à l'hydrogène atomique — ont tous un facteur commun, la fusion du métal à souder et, s'il y a lieu, du métal d'apport; c'est donc la *soudure par fusion* qui les désigne tous sans ambiguïté et les distingue de la soudure à la forge. Chaque procédé a d'ailleurs son champ d'action; il faut bien connaître les avantages et les inconvénients de chacun d'eux, de manière à les approprier à chaque problème posé; il faut avoir recours à tous, et les conjuguer s'il y a lieu, au lieu de les opposer les uns aux autres ou à proclamer d'une manière générale et absolue la supériorité de l'un d'eux à l'égard des autres.

La fusion localisée étant prise comme définition, il s'ensuit que l'étude métallurgique et métallographique gravite autour du phénomène de fusion du métal et, à ce point de vue, la soudure apparaît comme de la « micrométallurgie », micro étant pris ici dans le sens de petite échelle dans l'espace et dans le temps.

Il faut donc mettre à profit toutes les connaissances acquises en métallurgie et métallographie, mais en les adaptant aux conditions spéciales à la soudure, notamment à la localisation dans un petit volume et à l'emploi de températures dépassant les températures de beaucoup d'opérations métallurgiques. De sorte qu'en particulier, les facteurs qui qualifient la variation de température dans le temps (vitesse de refroidissement $\Delta\vartheta/\Delta t$) et dans l'espace (gradient de température $\Delta\vartheta/\Delta x$) acquièrent des valeurs plus élevées que dans les opérations usuelles de métallurgie.

Je n'en citerai qu'un exemple : pour un métallurgiste, la désignation acier auto-trempant ou trempant à l'air évoque des aciers spéciaux à teneurs suffisantes en nickel, chrome, etc..., alors que, pour le soudeur, les aciers ordinaires au carbone, tels qu'un acier demi-dur, sont autotrempés localement du fait de la soudure. Une application de ce phénomène avait été faite d'ailleurs pendant la guerre pour le tronçonnage des barres d'acier demi-dur pour obus : une portion très localisée, fondue au chalumeau ou à l'arc à la surface de la barre, détermine la formation d'une petite zone trempée martensitique, très fragile, qui, à la moindre flexion, donne naissance à une fissure formant entaille très aiguë, entraî-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nant la rupture de la barre; on peut ainsi, par des points fondus régulièrement espacés, casser facilement la barre par choc d'un mouton ou même par flexion statique, ce qui permet de la débiter rapidement en tronçons.

Aussi, l'attention des métallurgistes et métallographes s'est portée ces dernières années vers les phénomènes dont le métal est le siège lors de la soudure, comme en témoigne en particulier ce Symposium de la Soudure, tenu à Londres sous la présidence de Sir Harold Carpenter, président de l'Iron and Steel Institute, symposium dans lequel la participation française fut particulièrement remarquée.

Cela montre en outre qu'il faut procéder à des études pour préciser le rôle et l'importance des phénomènes qui interviennent dans la propriété complexe dénommée *soudabilité*. Ce mot n'est d'ailleurs pas un néologisme, car il figure déjà dans le Dictionnaire de Littré, et il est nécessaire, afin que l'on sache qu'en dehors des diverses caractéristiques par lesquelles on qualifie les propriétés et usages des métaux, il en existe une autre, fondamentale au point de vue des applications de la soudure, et qu'on ne saurait ramener aux autres caractéristiques et notamment à la seule analyse chimique.

M. Walckenaer. — Je m'associe pleinement aux observations de M. Portevin touchant l'expression de soudure autogène. Ce qui est appelé soudure autogène est à proprement parler la soudure par fusion et il serait éminemment désirable que ce dernier vocable, qui n'est pas plus long que l'autre, fût adopté par l'usage.

Ce n'est pas là le seul exemple d'une expression conservée à tort dans le vocabulaire technique. C'est ainsi que certains récipients, dont le conférencier a parlé, sont désignés dans le langage industriel et dans celui des laboratoires d'une manière incorrecte : on les appelle autoclaves, alors que ce sont des récipients dont les couvercles ou tampons de fermeture n'ont nullement la disposition autoclave, ce que l'on peut regretter sous le rapport de la sécurité.

M. Lacoin *président*, remercie M. Granjon de sa très intéressante communication, préface de celles qui vont suivre, et MM. Portevin et Walckenaer de leurs remarques et observations.

La séance est levée à 18 h. 30 m.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCE PUBLIQUE DU 19 FÉVRIER 1938.

Présidence de M. M. Lacoin, *président*.

La séance est ouverte à 17 h.

Est présenté pour devenir membre de la Société et admis séance tenante :

M. Louis (Jean), Ingénieur des Arts et Manufactures, administrateur directeur général de la Société française des Constructions Babcock et Wilcox, 48, rue La Boétie, Paris (8e), présenté par M. Walckenaer et M. Guillery.

M. H. Gerbeaux, chef des Études des Constructions soudées à l'Institut de Soudure autogène, fait une communication sur *La soudure autogène dans la construction métallique*.

Quel que soit le procédé de construction, les assemblages des éléments homogènes, dont se compose toute construction métallique, constituent les points faibles de l'ouvrage en raison des conditions défavorables qui y règnent. Ces conditions sont provoquées, soit par des accidents de forme, soit par un abaissement des propriétés de la matière. Les assemblages mécaniques n'affectent généralement pas la matière; par contre, ils provoquent des défauts de forme très nets qu'un assemblage soudé bien conçu doit éviter.

Les différents types d'assemblages par soudure sont nombreux. Certains reproduisent les formes générales propres à la construction rivée et, par cela même, ne sont pas intéressants. D'autres dispositions, propres à la soudure par fusion, conduisent à une économie de métal appréciable et surtout à des formes plus rationnelles, compensant souvent largement les modifications des propriétés de la matière dans le joint ou à son voisinage.

De l'étude de ces formes, deux dispositions types se dégagent : la soudure bout à bout et les soudures d'angle.

On laisse généralement à la soudure bout à bout la surépaisseur qui résulte de son exécution; les faibles concentrations locales de tensions ainsi causées sont compensées par l'abaissement général des tensions autour des petites soufflures possibles dans la région fondue.

Par contre, les soudures d'angle introduisent des concentrations de tension plus importantes (de l'ordre de 4 à 5 et parfois plus). (Un certain nombre de ces mesures sont faites par photoélasticimétrie). Les résultats ainsi enregistrés ne paraissent pas encourageants, mais il faut se souvenir que les assemblages rivés introduisent des défauts de forme au moins aussi graves et que leur tenue en service n'est bien souvent assurée que grâce à l'adaptation plastique du métal.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il est possible de suivre, sur la tranche d'un assemblage soudé mis en tension, l'écoulement plastique du métal caractérisant l'adaptation de l'assemblage et d'en déduire des coefficients pratiques d'emploi de la soudure en construction statique.

D'autre part, des essais de fatigue permettent de classer les différents types d'assemblages soudés vis-à-vis des constructions soudées.

De ces résultats, on déduit des règles générales propres à l'étude des constructions soudées soumises à un régime donné de sollicitations.

Le conférencier donne des exemples de soudure rationnelle des différents types selon que la pièce soudée est soumise à des efforts statiques ou dynamiques; puis il cite des applications des principes généraux qu'il a exposés aux différents genres de constructions : charpentes en treillis, poteaux, poutres à âme pleine, portiques, cadres, poutres Vierendeel; bâtis de machines, chaudières, boîtes à feu de locomotives; conduites et réservoirs; matériel de chemins de fer (tenders, voitures à voyageurs, wagons à marchandises, wagons-citernes, automotrices); carrosserie d'automobiles; coques de navires et navires-citernes, bâtis, moteurs d'avions.

Il est indispensable que, dans tous les cas, on recoure à des formes propres à la construction envisagée. Si son emploi est rationnel, la soudure offre de très grands avantages, ce qui explique le développement prodigieux pris dans ces dernières années par ce mode d'assemblage; comme sa technique fait tous les jours de nouveaux progrès, il faut s'attendre à ce que la soudure devienne bientôt le seul mode d'assemblage employé en construction métallique.

G. L.

M. Lacoin, *président*. — La conférence de M. Gerbeaux est infiniment suggestive. L'introduction de la soudure autogène dans la construction métallique constitue une vraie révolution. M. Gerbeaux nous a montré que cette révolution est déjà beaucoup plus avancée et ira beaucoup plus loin que beaucoup d'entre nous ne pouvaient le supposer.

Cette révolution est relativement très récente; elle ne date que d'une quinzaine d'années. Elle a déjà eu une influence considérable, et elle en aura une plus grande encore dans l'avenir sur les formes et les types de constructions métalliques.

Il était du reste difficile de nous montrer d'une façon plus large et plus précise toute l'extension prise par la soudure autogène. M. Gerbeaux nous a promenés à travers le monde entier et dans toutes les branches de l'industrie. Nous ne pouvons qu'admirer la maîtrise dont il a fait preuve dans cet exposé.

Je dois avouer que M. Gerbeaux m'a quelque peu ému, en me faisant faire un retour en arrière sur les calculs de rivetage dans lesquels j'ai dû me plonger au début de ma carrière d'ingénieur. Il nous a montré que

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

si les formules donnant la résistance des soudures ne sont pas arrivées à un degré parfait d'exactitude, celles que nous employions jadis pour les assemblages par rivets n'avaient pas l'exactitude que nous leur prêtions. Je m'en étais bien aperçu pour le rivetage des torpilleurs, où on est obligé de compter autant sur le frottement des tôles que sur la résistance des rivets. Mais je perds tout de même quelques illusions.

Comme je vous le faisais remarquer récemment pour les machines-outils, l'emploi de la soudure n'a pas seulement un effet sur les changements de méthode de construction : il contribue aussi à améliorer d'une façon extrême l'esthétique des constructions mécaniques.

Vous l'avez remarqué sur certains des ouvrages que M. Gerbeaux a fait défiler sous vos yeux.

Je l'ai constaté d'une façon extrêmement suggestive l'an dernier en examinant, dans une tournée, tous les ponts du canal Albert en Belgique, en commençant par ceux assemblés antérieurement à l'aide de rivets, et en voyant progressivement, d'un pont à un autre, les rivets céder la place, et, à la fin, la céder totalement à l'assemblage par soudure autogène. Ce procédé dégage la forme des ponts et permet aux voyageurs d'admirer le paysage.

Je constate par contre avec regret, que tout ce que nous a dit M. Gerbeaux sur la répartition et la concentration des tensions et sur l'étude des assemblages est encore trop peu connu, et n'a pas assez pénétré dans nos bureaux de dessin. Il est indispensable que ces connaissances soient rapidement répandues.

Personnellement, je prends la résolution de le faire dans les usines où je jouis d'une certaine autorité; mais j'adresse un appel à tous. Il ressort en effet de ces différentes conférences que si la France est loin d'être en retard sur la technique de la soudure, son emploi n'est pas encore assez répandu; j'espère que notre *Bulletin* y contribuera d'une façon toute particulière.

Je demande en conséquence à M. Gerbeaux, de bien vouloir ajouter au texte de sa conférence une bibliographie sommaire, où nos techniciens des bureaux de dessin pourront trouver l'indication des publications relatives à cette technique nouvelle.

M. Gerbeaux nous a indiqué les gains de poids réalisés par la soudure. Pour terminer, je voudrais lui demander, quitte à l'embarrasser peut-être, car la question est infiniment complexe, s'il pourrait nous donner quelques

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

indications sur la réduction de dépenses qui a été réalisée jusqu'ici dans la construction par soudure.

M. GERBEAUX. — A ce point de vue, chaque cas particulier est un cas d'espèce; certaines constructions : chaudronnerie, charpentes moyennes, apparaissent nettement plus économiques. Pour beaucoup d'autres, le gain résulte uniquement de l'économie faite sur la matière (charpentes légères ou très lourdes).

Enfin, dans certains cas, le gain de poids est sans prix et compense toute dépense supplémentaire (constructions navales, aviation, chemins de fer).

D'autre part, la construction soudée bien faite, résistant mieux à la corrosion, dure davantage (charpente); elle est plus rigide (pylônes), moins fragile (bâtis), résiste à la fatigue (bogies, bâtis moteurs, machines), est vite réalisée (montages d'usinages).

La séance est levée à 18 h. 30 m.

SÉANCE PUBLIQUE DU 26 FÉVRIER 1938.

Présidence de M. M. LACOIN, *président*.

La séance est ouverte à 17 h.

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

M. HURÉ (Henri), industriel (machines-outils), 218, rue Lafayette, Paris (10e), présenté par M. Androuin;

M. ROUCH (Jules) (O. ✻), capitaine de vaisseau en retraite, professeur à l'Institut océanographique, 132, boulevard du Montparnasse, Paris (14e), présenté par MM. Delage et Lemaire.

M. M. MATHIEU, à Sceaux, déjà membre ordinaire, s'est fait inscrire comme membre à vie.

La SOCIÉTÉ CH. LORILLEUX ET Cie, membre de la Société d'Encouragement, lui a versé 500 fr pour aider à la publication de son *Bulletin*. M. LACOIN lui adresse ses très vifs remerciements.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. LACOIN, *président*. — Dans les dernières séances que le Conseil d'Administration a tenues en comité secret, il a nommé membres du Conseil : M. Raoul DAUTRY, directeur général honoraire des Chemins de fer de l'État (Comité du Commerce); M. Robert LELONG, Ingénieur général de 1re classe du Génie maritime (en retraite) (Comité des Arts mécaniques) et le Dr Raymond NEVEU (Comité des Arts économiques). Conformément aux statuts, ces trois nominations devront être ratifiées par l'Assemblée générale ordinaire de fin d'année.

Sur la proposition du Comité des Arts chimiques, le Conseil a nommé membres correspondants étrangers : Sir Harold CARPENTER, membre de la Royal Society, de Londres; le prof. Emil VOTOCEK, membre de l'Académie tchèque, de Prague, et le prof. Georges LONGINESCU, membre d'honneur de l'Académie roumaine, à Bucarest.

M. SERVONNET *secrétaire général*, présente et analyse les ouvrages suivants entrés récemment dans la *Bibliothèque*.

La régulation automatique des fours électriques, par Maurice DÉRIBÉRÉ. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1938;

Congrès international de l'Enseignement technique, Rome, 28, 29, 30 décembre 1936. 2d volume : *Rapports déposés*. Paris, Bureau international de l'Enseignement technique, 2, place de la Bourse;

La métallisation par projection, par H. C. M. U. SCHOOP et C. H. DAESCHLE. Traduit de l'allemand par A. SCHUBERT. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1938;

Les cycles frigorifiques. Fonctionnement des machines et installations frigorifiques exposé à l'aide du diagramme entropique, par P. OSTERTAG. Traduit de l'allemand par A. SCHUBERT. 2e édition, revue et augmentée. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1938;

Barrages, par L. ESCANDE. Hydraulique générale et appliquée. Exposés publiés sous la direction de C. CAMICHEL). (*Actualités scientifiques et industrielles, 476, 477, 478*). I : *Calcul des barrages-poids à profil triangulaire*. — II : *Calcul des barrages-poids à profil triangulaire* (*Pratique du calcul-abaques relatifs au cas où* $n = 0{,}05$). — III : *Profil optimum de barrage-déversoir. Tracé aérodynamique des piles*. Paris, Hermann et Cie, 6, rue de la Sorbonne (5e), 1937;

Agendas Dunod 1938. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), savoir :

Automobile, par Georges MOHR;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Béton armé, par Victor FORESTIER;

Un demi-siècle de physiothérapie. Organisation mondiale de la paix. Souvenirs documentaires, par A.-Joseph RIVIÈRE. Paris, Imp. Chaix, 20, rue Bergère (9e), 1937. (Don de M. Roger de Coulhac Mazerieux);

L'industrie du matériel de mines. Saint-Etienne (Loire), Édition de la Société de l'Industrie minérale;

GROUPE D'ÉTUDES DU CENTRE URBAIN SOUTERRAIN. — *L'activité au sous-sol.* Paris, Éditions Ch. Massin et Cie, 51, rue des Écoles (5e);

Cinematografia sonora. La registrazione cinematografia dei suoni, par Bernado MARASCO. (Monografie de « L'Industria »). Milano, Edizione della rivista « L'Industria », via Spontini, 1936;

Principes constructifs et problèmes métallurgiques de la soudure. Conférence faite à la Société des Ingénieurs soudeurs, le 17 juin 1937, par D. ROSENTHAL suivie des interventions de M. le colonel N.-T. BELAIEW : *Le point de vue du métallographe*; de M. P. PIÉRARD : *Le point de vue de l'aciériste dans les problèmes de soudure*; et de M. A. PORTEVIN : *Problèmes posés et conclusions* (ex *Bulletin de la Société des Ingénieurs soudeurs*). Paris, Société des Ingénieurs soudeurs, 32, boulevard de la Chapelle (18e);

Normalisation des ajustements. Interchangeabilité des pièces mécaniques lisses dans leur montage et leur fonctionnement. Étude pratique à l'usage des écoles techniques, des bureaux des études, des services de fabrication et de contrôle, par L. PÉPIN. Étude conforme au système de normalisation internationale « ISA » et aux normes « CNM ». Cours de 1re, 2e, 3e, 4e années. Tome I : 1re et 2e années, 1937. (Don de M. J. DUPIN, Inspecteur général de l'Enseignement technique, Caluire-et-Cuire (Rhône);

Henry Le Chatelier. Discours prononcés à la séance solennelle du 24 avril 1937. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1937;

Adrien de Gerlache, marin et explorateur, par le Commandant ROUCH. (ex *Bulletin de la Société de Géographie d'Alger et de l'Afrique du Nord*). Alger, Imp. Baconnier frères, 1937.

M. A. LEROY, directeur des Études de l'École supérieure de Soudure autogène, fait une communication sur *Les contrôles en soudure autogène.*

Comme pour tout autre procédé d'assemblage, les contrôles ont pour objet, en matière de construction soudée, d'obtenir des assemblages de qualité et, éventuellement, de mettre en évidence des défauts existants.

Il serait d'ailleurs insuffisant de constater la présence de défauts sur la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

construction terminée si, en cours de fabrication, on ne savait pas éviter leur formation par des contrôles judicieux.

Les contrôles se classent donc : 1° d'après le moment auquel ils sont effectués : avant, pendant et après soudure; 2° d'après les défauts qu'ils mettent en évidence; 3° les moyens qu'ils utilisent et, 4° les conditions dans lesquelles sont effectués les essais. Ils peuvent être destructifs, semi-destructifs ou non destructifs.

Pour le constructeur, ce sont les contrôles avant et pendant l'exécution de la soudure qui sont le plus utiles : exécutés avec toute la compétence désirable, ils lui permettent d'atteindre à coup sûr la perfection sans l'obliger à recourir aux contrôles physiques non destructifs, toujours onéreux.

Pour le constructeur, ce sont les contrôles avant et pendant l'exécution de la soudure qui sont le plus utiles; exécutés avec toute la compétence désirable, ils lui permettent d'atteindre à coup sûr la perfection sans l'obliger à recourir aux contrôles physiques non destructifs, toujours onéreux.

Pour l'utilisateur, le contrôle consiste essentiellement à vérifier que la construction soudée correspond bien aux conditions de travail qui seront imposées en service par des essais correspondant à l'utilisation (étanchéité avec ou sans pression, charge, etc.).

Les défauts des soudures résultent toujours de l'apparition d'hétérogénéités diverses : défauts géométriques dans le profil du joint et dans la masse même du métal qui le constitue; interpo-ition d'impuretés non métalliques; hétérogénéité de structure et de composition chimique élémentaire : concentration variable de tensions localisées.

Leur origine est imputable au métal de base par sa soudabilité, au métal rapporté (électrodes et métaux d'apport), aux conditions d'exécution, à la forme et à la disposition des assemblages.

Les contrôles peuvent se diviser en contrôles physiques, métallographiques, mécaniques et chimiques. Le contrôle par l'aspect compte parmi les plus utiles. Il demande à être exercé par un praticien averti qui ne risque pas d'émettre des conclusions hâtives, dépassant une probabilité qui, pour certains défauts seulement, peut se changer en certitude. Les contrôles d'étanchéité sont efficaces pour déceler la porosité. Il en est de même pour les déterminations de densité du métal déposé.

Parmi les contrôles physiques qui font principalement appel à la magnétographie ou à la radiographie, le contrôle radiographique est le seul qui permette de juger, après coup, sans destruction de l'assemblage, de la qualité d'une soudure, mais uniquement en ce qui concerne l'homogénéité géométrique du métal rapporté ou l'inclusion de laitier. Ses possibilités sont limitées pratiquement aux assemblages simples, plans, du type bout à bout, d'épaisseur constante et suffisamment forte.

Les contrôles macrographiques et micrographiques sont indispensables pour les constructions de qualité; ils contribuent à juger la soudabilité, la qualité du métal rapporté, le procédé et la méthode de soudure à adopter. Le contrôle

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

macrographique est parfois employé sous forme d'essai semi-destructif, plus modeste que le contrôle radiographique, mais tout aussi utile.

Les contrôles mécaniques destructifs s'effectuent sur macro-éprouvettes ou sous forme de micro-essais, dans ce dernier cas au moyen de la machine Chevenard [1]. Tous les essais mécaniques sont applicables en principe au contrôle des soudures, soit pour définir la qualité de la main-d'œuvre, des conditions d'exécution ou des électrodes et des métaux d'apport. L'exploration par micro-éprouvettes constitue un moyen de contrôle excellent, mais encore insuffisamment employé pour la détermination de la soudabilité.

Les contrôles chimiques comprennent le contrôle analytique de la composition chimique élémentaire du métal de base et du métal déposé, dans le but de contribuer à établir la soudabilité du métal; les contrôles de corrosion, lorsque les essais qui ont pour but de déterminer la résistance chimique de l'assemblage, peuvent conduire à des résultats vraiment significatifs (cas des aciers inoxydables par exemple). L. L.

M. A. Portevin. — Ces trois conférences ont montré le *développement prodigieux de la soudure par fusion*, malgré les erreurs inévitables du début, les entraves apportées par les habitudes, les intérêts contraires, les réglementations mal appropriées ou désuètes. Cela a imposé une double étude : métallurgique et constructive, étude qui constitue elle-même une double adaptation : 1° des connaissances, phénomènes et principes métallurgiques pour les adapter à des conditions de température, de localisation dans l'espace et dans le temps, spéciales à ce procédé; 2° des principes de la résistance des matériaux pour les adapter à l'ensemble plus rigide et plus continu que réalise la soudure par rapport à la rivure.

Ce sont même de nouveaux principes amenant une conception spécialement appropriée et bouleversant certaines règles utilisées jusqu'à présent en construction métallique rivée.

C'est en effet une erreur traditionnelle, lors de l'apparition de moyens nouveaux, que de les greffer ou les superposer simplement aux moyens existants sans revision complète du problème et réorganisation sur de nouvelles bases après avoir fait table rase des habitudes.

La considération des progrès industriels et généraux de l'humanité nous en fournit de multiples exemples.

Lors de l'apparition des chemins de fer, pour faire des wagons, on a placé sur rails les voitures existantes; les formes rationnelles ne sont apparues qu'à la suite de retouches successives.

(1) Voir leur description dans le *Bulletin* de janvier 1935, p. 59-75.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Lors de l'apparition de l'automobile, on a monté des moteurs sur des véhicules à chevaux; ce n'est que maintenant qu'on a réformé complètement la structure et le profil.

Lors de la découverte de l'éclairage électrique par incandescence, on a simplement placé les ampoules dans les antiques lampes à pétrole ou autres. Ce n'est que tout récemment qu'on a compris, avec des principes et dispositifs entièrement différents, tout le parti à en tirer et la rénovation complète de nos procédés d'éclairage qui devait en résulter.

Aussi a-t-on commencé à traiter l'assemblage par soudure comme une construction rivée.

M. GERBEAUX a souligné l'erreur en montrant comment la conception de la construction soudée devait être appropriée à chaque application; de même M. GRANJON, en faisant l'historique de la soudure autogène et en montrant la diversité des procédés de soudure par fusion, a bien précisé qu'il fallait faire appel à chacun d'eux suivant les cas, les combiner au besoin au lieu de les opposer en des controverses et des luttes commerciales, qui ne peuvent que retarder les progrès et le développement de chacun d'eux, tout en pouvant être source de mécomptes et même d'accidents.

Au contraire, moyennant l'application de ces notions saines et de ces principes rationnels et nouveaux, la soudure apparaît supérieure à la rivure dont on peut entrevoir une régression progressive.

Par soudure on réalise des assemblages permettant une variété plus grande de combinaisons autorisant des dispositions d'ensemble permettant une meilleure utilisation du métal.

Sous les conditions indiquées, c'est-à-dire avec une connaissance complète de la science de la soudure, on obtient, par rapport à la même construction rivée conçue avec une égale compétence et qualité d'exécution :

à poids égal, une rigidité meilleure et plus durable;

à résistance égale, un allègement et, par suite, un moindre prix.

En outre, dans tous les cas, on profite d'un avantage marqué, au point de vue de l'étanchéité et au point de vue de la corrosion, par l'obtention de surfaces nettes, sans la discontinuité des joints entre les éléments assemblés, qui sont autant de fissures artificielles facilitant la propagation interne de la corrosion.

De tels avantages ont été abondamment illustrés par des exemples frappants et particulièrement bien choisis.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Je suis persuadé que pas mal de ceux qui ont écouté ces remarquables conférences ont été surpris, non seulement des résultats atteints, mais de l'ensemble de principes, d'études et de conditions à réaliser, dont ils ne soupçonnaient, non seulement l'importance, mais même l'existence.

M. le Président LACOIN s'est fait l'interprète de cette impression en soulignant la nécessité qu'il y avait à répandre ces notions et cette documentation dans les bureaux d'études, ateliers et usines, prenant exemple sur ceux dont il a la haute direction.

Plus généralement, il importe de faire connaître ces principes, ces résultats et ces notions indispensables à tous ceux qui, de près ou de loin, s'occupent de soudure : aux ouvriers exécutants, aux contremaîtres et contrôleurs qui surveillent le travail, aux ingénieurs qui conçoivent et dirigent les constructions, et aussi, il faut bien l'avouer, aux « législateurs » qui ont mission de réglementer l'emploi de la soudure et d'établir des instructions et cahiers des charges des constructions et appareils soudés en vue d'en assurer la sécurité.

Au point de vue important de la sécurité, il résulte de l'exposé de M. LEROY que nous disposons de moyens suffisants d'examen et de contrôle qui, sans qu'il soit besoin de les accroître et surtout de les exagérer, fournissent une sécurité au moins égale à celle de la construction rivée.

Cette dernière n'est pas contrôlée avec le même luxe de moyens et la même rigueur; aussi est-elle souvent inférieure, notamment au point de vue de l'étanchéité.

La soudure a été, en effet, dès ses débuts, traitée avec une sévérité parfois exagérée, ce qui est, par contre, une bonne éducation pour la jeunesse des nouveaux procédés. C'est ainsi qu'on impose à la soudure, métal moulé, des contrôles dont sont exempts les pièces moulées. Je citerai à cette occasion l'exemple suivant : une tubulure en acier moulé de 15 t avait été renforcée par soudure de nervures en acier; immédiatement, puisqu'il s'agissait de soudure, on a imposé l'inspection radiographique des assemblages soudés, laquelle n'a d'ailleurs révélé aucun défaut; mais, ayant profité de l'occasion pour inspecter les parois de la pièce, on a découvert d'importantes retassures et déchirures internes qui l'ont fait rebuter alors qu'elle eût été mise en service si la soudure n'était pas intervenue complémentairement.

Aussi, si la soudure a bénéficié de tous les progrès dans nos connaissances métallurgiques et dans les moyens d'investigation que nous possédons à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'égard des pièces métalliques, par contre, on lui a infligé toutes les méthodes d'essai et de contrôle qui ont été imaginées, sans souvent en étudier suffisamment le mécanisme, le rôle, la signification et l'efficacité. Par contre, on méconnaissait souvent le rôle primordial des règles de soudure à imposer au personnel exécutant et de la surveillance.

Si certaines méthodes d'étude (rayons X) ont accru la sécurité, d'autres, en tant que procédés d'études, ont permis une meilleure compréhension des phénomènes de soudure (procédés de micro-analyse chimique et mécanique); les autres, enfin, ont été introduites dans la pratique sans discernement et sans raisons suffisamment sérieuses, ou sans études et adaptation préalables suffisantes.

M. Leroy nous a mis, avec juste raison, en garde contre l'introduction prématurée, en tant que moyens de contrôle des soudures, d'essais dont la signification est, pour les matériaux homogènes, encore discutée et la reproductibilité encore mal assurée; à plus forte raison, dont l'interprétation des résultats et les conditions d'essais sont à préciser et même à établir dans les matériaux hétérogènes comme les assemblages soudés : corrosion, essais à chaud, endurance.

Il faut faire encore de nouvelles études et recherches dans cette voie.

Il est en effet important de ne pas surcharger les contrôles de procédés dont l'efficacité et la nécessité n'ont pas été suffisamment prouvées, ou, tout au moins, dont l'introduction demande une appropriation préalable.

C'est peut-être le cas des essais alternés, tels qu'ils ont été utilisés jusqu'à présent pour le contrôle et l'étude des soudures.

C'est avec très juste raison qu'à l'heure actuelle, on a accordé une grande importance à ces essais cycliques, appelés également essais de fatigue ou essais d'endurance. Quoique très anciens, ils ont été délaissés pendant longtemps pour bénéficier maintenant d'un regain de faveur, parce qu'ils se rapprochent, plus que ceux employés jusqu'à présent, de la manière même dont se comportent les pièces en service, ce qui, évidemment, est, en principe, une qualité primordiale.

Mais il importe, dans leur utilisation, de tenir compte précisément des renseignements qu'ils ont apportés jusqu'à ce jour.

Deux conclusions, d'une importance primordiale, en effet, se dégagent des études d'endurance, conclusions d'ailleurs liées entre elles : ce sont l'influence prépondérante de l'état de surface et celle, considérable, de la corrosion pendant l'essai.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'influence prépondérante de l'état de surface montre que les essais d'endurance effectués sur éprouvettes usinées entièrement à travers l'ensemble hétérogène de la soudure n'ont qu'une signification précaire ou tout au moins problématique, par rapport à l'assemblage soudé dont elles sont issues.

L'importance de la corrosion pendant l'essai d'endurance montre que, pour toutes les constructions exposées aux agents atmosphériques, aqueux ou marins, il est indispensable, si l'on veut, comme on le désire, être aussi proche que possible des conditions de la pratique, d'exécuter l'essai d'endurance dans l'atmosphère même où la construction est appelée à travailler.

C'est ainsi que les essais comparatifs par endurance des assemblages soudés et rivés cités par M. GERBEAUX, n'auront, à mon avis, de signification réelle et complète que si on laisse agir la corrosion naturelle, ce qui n'a pas lieu dans les essais effectués en atmosphère de laboratoire. Aussi, j'estime que les conclusions relatives aux divers assemblages doivent être revisées par de nouvelles études.

D'ailleurs, le simple bon sens indique qu'il faut, avant tout, se préoccuper de la manière dont les constructions périssent. Si c'est uniquement par endurance, il faut faire des essais alternés; si c'est par fragilité, il faut faire des essais au choc, mais si c'est par corrosion, il faut faire des études de corrosion avec ou sans efforts alternés. Or, je ne crois pas me tromper en disant que toutes les constructions métalliques périssent par corrosion et non pas par endurance. En conclusion, dans l'ensemble, on peut dire que les accidents ou mécomptes de soudure sont dus à la corrosion ou se rattachent à une soudabilité d'assemblage mal étudiée.

Ainsi, de ces diverses considérations, il ressort l'importance de la notion de soudabilité qui a été invoquée à maintes reprises au cours de ces trois conférences. Je me permettrai donc d'en dire quelques mots complémentaires.

Soudabilité. — C'est un exemple de ces propriétés complexes, si importantes dans les opérations métallurgiques, dépendant de divers phénomènes élémentaires et de multiples facteurs qu'il importe :

1° de qualifier globalement et pratiquement;

2° d'analyser pour en dégager les facteurs élémentaires.

Ces deux opérations sont distinctes mais parfois confondues.

On choisit souvent quelques-uns des facteurs dont dépend la propriété complexe, ici la soudabilité; on les prend pour critère de cette propriété,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

conception étroite et inexacte, écartant les autres variables et ignorant leur interdépendance.

C'est ainsi que, du fait que la soudabilité dépend de la teneur en carbone, on pense définir cette propriété en imposant des limitations arbitraires à cette teneur, sans se préoccuper si son action s'exerce en liaison avec d'autres facteurs tels que la teneur en silicium et les conditions d'élaboration finale de l'acier. Il ne faut pas confondre une propriété ou une qualité avec certains moyens pour l'obtenir.

Il faut au contraire se préoccuper de trouver des procédés permettant de caractériser ou qualifier cette propriété complexe pour trouver ensuite ou mieux analyser les phénomènes et en connaître les facteurs.

Le plus souvent, cela n'est d'ailleurs pas très facile.

Dans le cas de la soudabilité, ou aptitude d'un métal à donner de bonnes soudures, il semble qu'il en est deux aspects ou deux conditions :

1° Il faut d'abord réaliser la compacité de la soudure (absence de défauts physiques) et une homogénéité suffisante à l'égard des propriétés mises en jeu (mécaniques, physiques ou chimiques). C'est ce qu'on pourrait appeler la soudabilité locale ou métallurgique, que nous nous sommes efforcés de définir numériquement [1] et dans laquelle interviennent d'autres propriétés du métal, notamment le pouvoir trempant;

2° Il faut ensuite réaliser la construction ou l'assemblage sans fissuration, c'est-à-dire sans criques ni tapures et sans tensions exagérées. C'est une soudabilité d'ensemble, globale ou constructive, dans laquelle interviennent d'autres propriétés, telles que la capacité de déformation à chaud et l'aptitude au fluage [2].

Mais elle dépend aussi de l'assemblage à réaliser et de la conception de la construction, de même que la soudabilité locale dépend du but recherché, résistance mécanique ou chimique, et des dimensions et de la forme des pièces à assembler.

On serait tenté de dire qu'il s'agit moins d'obtenir une soudabilité adaptée à tous les cas que d'adapter la soudabilité du métal au problème à résoudre.

En tout cas, il faut retenir qu'il s'agit d'une propriété distincte et qui

(1) A. PORTEVIN, *Les bases scientifiques de la soudure autogène* (*Bull. Soc. Ing. Soudeurs*, IV, p. 901, fév.-avril 1933, n° 24).

(2) On pourrait également dire que de la première (soudabilité locale ou métallurgique) dépend de l'attitude vis-à-vis des efforts *après la soudure*, et que de la deuxième (soudabilité d'ensemble ou constructive) dépend l'attitude vis-à-vis des efforts *pendant la soudure*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ne peut être ramenée exclusivement aux caractéristiques usuelles, mécaniques ou chimiques, par lesquelles on qualifie couramment l'acier.

Cette connaissance est fondamentale, tant dans l'enseignement de la soudure que dans l'établissement des cahiers des charges et instructions concernant l'emploi de la soudure.

Nous voyons donc une fois de plus l'importance de l'enseignement de la soudure et de la diffusion des connaissances acquises à l'heure actuelle. Cette tâche a été entreprise et a été accomplie avec un succès qu'il import de souligner et avec un dévouement qui mérite tous les éloges, par les organismes groupés autour de l'Institut de Soudure autogène.

L'éducation et l'instruction de la soudure ont été organisées et réalisées par ceux-ci à tous les degrés :

— École d'Apprentissage, problème fondamental qui intéresse tout particulièrement notre président M. Lacoin ;

— Formation de soudeurs qualifiés, sanctionnée par des certificats d'aptitude professionnelle ;

— Formation des cadres moyens, conduisant au Brevet professionnel de Soudeur, et enfin,

— École supérieure de Soudure autogène, donnant aux ingénieurs diplômés le diplôme d'Ingénieur Soudeur et assurant l'enseignement technique supérieur dans ce domaine.

Il y aurait beaucoup à dire sur l'importance et le rôle actuel de ces écoles techniques spécialisées. J'ai tenu récemment, lors de l'ouverture des cours de l'École supérieure de Fonderie, à exposer mes idées et à souligner l'importance de ces enseignements spécialisés d'ingénieurs. Je n'y reviendrai pas : aussi bien ces considérations ont été publiées récemment par *Le Génie civil* [3].

Enfin, l'enseignement post-scolaire et l'enseignement aux autres écoles est assuré par des conférences, des démonstrations et des cours auxquels viennent régulièrement s'instruire les ingénieurs et élèves des Écoles techniques de la Marine, de l'Aéronautique, des Fabrications d'Armement, du Génie maritime, des Ponts et Chaussées, des Combustibles liquides, de Fonderie, etc.

(3) Voir le n° du 5 février 1938. D'ailleurs, en demeurant sur le terrain purement objectif, l'expérience pratique a apporté la consécration définitive de l'utilité de ces écoles spécialisées : pour les deux dont j'ai à m'occuper, dont l'École supérieure de Soudure autogène, tous les élèves ont été immédiatement pourvus de situations au sortir de l'école spécialisée, même dans les périodes difficiles. Bien plus, à l'heure actuelle, ils sont souvent placés ou retenus avant leur sortie de ces écoles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Une telle œuvre est un merveilleux exemple, beaucoup trop rare en France, au point de constituer une exception, de ce que la coopération et l'entente dirigées vers un même but peuvent réaliser.

Se sont unis pour fournir les moyens matériels : les fabricants de carbure de calcium; — les fabricants d'oxygène; — les fabricants de matériel de soudure par les divers procédés; — les usagers de la soudure; — et enfin, l'Enseignement technique, qui a apporté en outre son autorité morale.

Ainsi a pu être édifiée cette ruche du boulevard de la Chapelle, à laquelle nous sommes redevables en grande partie du développement pris en France par ce procédé d'assemblage et de la place qu'occupe notre pays sur ce terrain de l'évolution industrielle actuelle.

Ceci est également assez rare à l'heure actuelle pour ne pas être souligné : le prestige français est demeuré intact dans cette branche de l'industrie, et la France continue à occuper une première place dans les organismes et dans les manifestations internationales.

Cette constatation exceptionnelle de coordination, d'union et de prestige est due aux qualités de ceux qui ont conduit cette Maison de la Soudure : en premier lieu à l'animateur qu'est M. GRANJON et à ses collaborateurs : MM. GERBEAUX et LEROY, que vous avez entendus; MM. BOUTTÉ, MESLIER, SÉFÉRIAN, COUTURIER, DESGRANGES, etc., sans parler des conseils précieux qu'apporte l'éminent métallographe qu'est le Colonel BELAÏEW.

Les ayant vus à l'œuvre, ayant apprécié l'esprit de la maison et son activité désintéressée, je tenais en terminant, à leur rendre justice en reportant sur eux une bonne part des remarquables résultats qui vous ont été exposés au cours de ces trois conférences.

M. LACOIN, *président*, remercie M. Leroy de sa conférence nette, claire et précise, et M. Portevin de ses conclusions, qui ferment si heureusement la série des trois conférences qui viennent d'être données sur la soudure autogène.

La séance est levée à 18 h. 45 m.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE DU 12 MARS 1938

4e Conférence Carrion.

Présidence de M. M. Lacoin, *président*.

La séance est ouverte à 17 h. 30 m. A côté de M. Lacoin, ont pris place au Bureau : Mme Carrion; le Dr Hallion et M. Louis Cuny, collaborateurs de feu Henri Carrion; MM. Servonnet et Rolley, *secrétaires généraux*.

M. Lacoin, *président*. — Il ne me paraît pas possible d'ouvrir cette séance sans y apporter tout d'abord l'adhésion de notre Société à la vague d'indignation qui soulève le monde entier contre la violence infligée hier à un pays pacifique qui incarne, dans sa faiblesse et ses principes, l'idée de liberté, pays que des troupes étrangères sont en train d'occuper.

Depuis treize siècles, notre pays s'est trouvé à la tête de l'effort de l'Occident pour substituer au matérialisme de l'Empire romain les notions et les principes chrétiens de la liberté et de la responsabilité de toutes les personnes humaines; et c'est uniquement ce progrès de la reconnaissance de la personnalité humaine qui a permis les progrès de la vie sociale, du commerce et de l'industrie.

Notre Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale reste donc dans son rôle en protestant avec indignation contre un acte de violence internationale qui menace la civilisation occidentale tout entière. Je crois être l'interprète de tous nos collègues en élevant ici solennellement cette protestation et en envoyant notre sympathie à l'Autriche libre.

L'ordre du jour me conduit à donner la parole à M. Javillier pour la Conférence Carrion. Je vous rappelle que cette conférence, annuelle, a été fondée, d'accord avec Madame Carrion — que je suis heureux de saluer à mes côtés — et grâce à la générosité de M. Carrion qui fut un de nos insignes bienfaiteurs.

Dans les conférences précédentes, M. Cuny, que je remercie à nouveau de son concours, nous a fait tout d'abord parcourir le domaine scientifique des laboratoires de biologie médicale et nous a retracé l'œuvre de Carrion. La conférence de M. Auguste Lumière nous a ouvert, l'année suivante, de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

saisissantes perspectives sur la thérapeutique de l'avenir. Enfin, l'an dernier, M. Levaditi nous a initié aux ultravirus.

M. Javillier veut bien nous faire pénétrer, aujourd'hui, dans le domaine des vitamines.

Vous savez quelles magnifiques recherches et quelles applications diverses a provoquées la découverte des vitamines. La triple compétence de M. Javillier comme membre de l'Académie des Sciences, professeur à la Sorbonne et au Conservatoire national des Arts et Métiers, n'était pas de trop pour traiter un pareil sujet, et nous lui sommes très reconnaissants d'avoir bien voulu assumer cette tâche.

L'un des buts principaux de notre Société est de faire connaître les exemples les plus caractéristiques des progrès obtenus par l'application de la science à l'étude des problèmes techniques. Nous voulons ainsi répandre le goût de la recherche scientifique dans les usines, dans les bureaux d'études et dans les laboratoires industriels. La conférence de M. Javillier contribuera heureusement à cet effort en nous montrant un des plus beaux résultats des recherches scientifiques dans le domaine de la technique biologique.

Je lui donne la parole.

M. le professeur Maurice JAVILLIER, membre de l'Académie des Sciences, professeur à la Sorbonne et au Conservatoire national des Arts et Métiers, fait une conférence sur *Les vitamines, leur nécessité physiologique, leur nature chimique, leur obtention synthétique.*

Les vitamines ont cessé d'être les substances mystérieuses qu'elles sont encore pour une partie du grand public. Quelques-unes d'entre elles, parmi les premières qui aient été découvertes, sont parfaitement connues, non seulement dans leurs propriétés biologiques, mais encore dans leur constitution chimique, ont été obtenues cristallisées, sont préparées synthétiquement et font même l'objet d'une fabrication quasi-industrielle.

Le conférencier fait un bref historique de leur découverte, de la reconnaissance clinique de leur action biologique; donne les caractères principaux des maladies par carence que leur absence dans l'alimentation provoque dans l'organisme animal, indique en quelles proportions elles doivent se trouver dans les aliments pour que ces maladies soient évitées, et dans quels aliments elles se trouvent.

Les vitamines ont été classées en deux groupes, selon qu'elles sont hydrosolubles ou liposolubles. Leur désignation par une lettre de l'alphabet (jusqu'à P actuellement) correspond à l'ordre chronologique de leur découverte; mais

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

on y a vite adjoint une épithète rappelant leur action principale (vitamine antibéribérique, antirachitique, antinévritique, antiscorbutique, antipellagreuse, antipneumonique, antixérophtalmique, anti-infectieuse, de croissance, d'utilisation des glucides, d'utilisation cellulaire, de reproduction, de perméabilité sanguine). Comme ces fonctions sont multiples, qu'on a reconnu plusieurs vitamines distinctes là où, tout d'abord, on n'en voyait qu'une (il y a 6 vitamines B), à celles dont le principe est bien connu, on donne maintenant un nom de fantaisie bref (B_1 = aneurine; B_2 = lactoflavine; C = acide ascorbique; A = axérophtol; D = calciférol; E = tocophérol), car leur dénomination conformément aux règles de la nomenclature chimique serait trop longue et peu pratique.

Le conférencier étudie ensuite en détail les vitamines obtenues par synthèse, donne leur formule de constitution, qui met en évidence ceux de leurs groupements qui sont actifs et caractérisent leur propriété biologique spécifique et indique par quelle suite d'opérations leur synthèse est réalisée.

Il termine par un parallèle et la corrélation existante entre les vitamines, que l'animal doit nécessairement puiser dans ses aliments, les hormones (thyroxine, adrénaline, insuline, etc.), sortes de vitamines que l'animal élabore lui même, les diastases et les éléments oligosynergiques (minéraux) de Gabriel Bertrand. Ils apparaissent tous comme des catalyseurs, agissant tantôt isolément, tantôt les uns sur les autres, soit en antagonisme, soit en se prêtant mutuellement appui, le résultat étant de maintenir l'harmonie des fonctions animales que sont la santé de l'individu et son aptitude à la reproduction de l'espèce.

E. L.

La conférence a été suivie d'une présentation de clichés montrant les différents types d'avitaminoses, spontanées et expérimentales, et leur guérison par les vitamines spécifiques.

M. Lacoin, *président*. — La conférence de M. Javillier est une de celles auxquelles il serait téméraire de rien ajouter. Je me bornerai donc à en tirer pour nous une triple conclusion.

La première est un sentiment d'admiration devant le travail extraordinaire qui a été réalisé dans le court intervalle d'une quinzaine d'années, par les savants et les laboratoires de biologie. Mettre en évidence l'existence de corps inconnus qui n'existent qu'en quantités infinitésimales; les isoler; établir leur composition chimique et leur constitution moléculaire, aussi complexes que variées; réaliser la synthèse de ces corps pour permettre le développement de leur emploi; enfin, prouver que les corps ainsi réalisés par synthèse ont les mêmes effets physiologiques que ceux qu'on a pu isoler dans les organismes vivants. Les malheureux ingénieurs qui ont suivi tous les tâtonnements ayant précédé la découverte des corps

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

simples, et de beaucoup de produits relativement peu compliqués, ne peuvent que se demander comment on a pu obtenir ces résultats aussi rapidement. Une comparaison entre les méthodes des laboratoires de chimie minérale et de métallurgie générale, et celles des laboratoires de biologie ne serait-elle pas bien suggestive?

Nous devons en second lieu constater combien les découvertes exposées ici par M. Javillier sont encore insuffisamment répandues dans le public. Ne présentent-elles pas pourtant, un intérêt général? Elles touchent toute l'humanité. Nous serons heureux de contribuer par notre *Bulletin* à les mieux faire connaître dans les milieux du commerce, de l'industrie et des ingénieurs.

Enfin, et c'est par là que je termine, nous devons rendre hommage à l'admirable maîtrise avec laquelle M. le Professeur Javillier a promené notre curiosité à travers le domaine des vitamines. Il nous en a montré la remarquable complexité, sans, néanmoins, jamais s'y perdre un instant, de façon que nous en conserverons à la fois une vision remarquable et le sentiment très précis de l'indéfinie complexité des recherches au cours desquelles les savants du monde entier se sont prêté un mutuel appui. Nous comprenons maintenant combien les élèves à M. Javillier peuvent lui être attachés, et nous le remercions très cordialement de ce qu'il a bien voulu ajouter, à son incessant labeur, la lourde charge de préparation que comportait la magnifique conférence de synthèse que nous venons d'entendre. Nous en garderons un très vif souvenir.

La séance est levée à 19 h.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NORMALISATION

par M. P. NICOLAU, *Ingénieur militaire en Chef des Fabrications d'Armement, membre du Conseil de la Société d'Encouragement.*

Voici bientôt 8 ans que la normalisation a reçu en France, par les soins du Ministère du Commerce [1], une organisation tenant un juste compte de notre régime politique comme aussi des qualités et des défauts de notre race. Voici 8 ans que, sous la tutelle légale de l'Association française de Normalisation et le contrôle du Comité supérieur de Normalisation, ses travaux se développent, à un rythme administratif que ne parviennent pas à ralentir les divergences d'intérêts ou de doctrines.

Mais il ne suffit pas, pour réaliser l'œuvre de normalisation qui s'impose à l'industrie de notre temps, d'enfler la bibliothèque de nos praticiens de codifications officielles. Il faut créer le climat sans lequel cette œuvre ne saurait fructifier. Il faut parer les réactions d'une opinion mal informée qui, parfois, s'égare dans les remous de notre évolution sociale et des crises économiques. Il faut que tous les techniciens appelés à exploiter ou à développer la normalisation en connaissent exactement les buts, la portée, les moyens, les lois et les limites.

Justement inquiètes des difficultés que rencontre la normalisation dans notre pays, non seulement pour pourvoir à ses besoins matériels mais encore pour se frayer un chemin à travers l'hostilité des uns, l'indifférence des autres et l'incompréhension de la plupart, six sociétés savantes, groupant l'élite du monde industriel français, ont décidé d'apporter à l'Association française de Normalisation le concours de leur autorité, pour éclairer l'opinion et les Pouvoirs publics sur la mission qu'elle a charge de remplir : dans une séance commune, tenue le 11 février dernier, sous la présidence de notre éminent collègue M. A. CAQUOT, membre de l'Institut, la Société des Ingénieurs civils de France, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, la Société française des Électriciens, la Société des Ingénieurs de l'Automobile, la Société française des Mécaniciens, l'Association française pour l'Essai des Matériaux et l'Association française de Normalisation, ont mis en relief et proclamé la nécessité de faire progresser dans notre pays les travaux de normalisation et de métrologie industrielle, en se plaçant aux points de vue technique, économique et social.

Le programme de cette séance, que j'avais été chargé d'organiser en ma qualité de président du groupe « Mécanique de Précision et Métrologie » de la Société française des Mécaniciens, comprenait la suite des six conférences ci-après :

P. NICOLAU, *Introduction. Origines et buts de la normalisation;*

(1) Instruction du 21 mai 1930.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

R. BERGER, *Les règles de la normalisation. Nécessité d'une normalisation rationnelle;*

M. J. ANDROUIN, *Le moyen de la normalisation : la mesure;*

P. BLANCHET, *La normalisation, facteur de progrès techniques;*

MERIEL-BUSSY, *La normalisation, facteur de progrès économiques et sociaux;*

PLU, *Exemples d'application de normes rationnelles.*

Cette énumération suffit à montrer que le problème de la normalisation a été traité dans toute son ampleur et sous tous ses aspects, même les moins connus.

On remarquera que les conférenciers ont été choisis parmi les personnalités qui ont le plus contribué, tant sur le plan national que sur le plan international, à l'élaboration de la technique de la normalisation et à sa mise en œuvre; il serait superflu de rappeler ici les états de service de MM. ANDROUIN, notre savant collègue du Comité des Arts mécaniques; BERGER, directeur du Bureau de Normalisation de l'Automobile, président du Bureau international de Normalisation de l'Automobile, (Comité I. S. A. 22), lauréat de notre Société; BLANCHET, Ingénieur en chef de l'Aéronautique, chef du Service de Normalisation au Ministère de l'Air, président du Comité international I. S. A, 32; MERIEL-BUSSY, secrétaire du Comité de Normalisation de la Mécanique, président des Comités internationaux I. S. A. 29 et 41, lauréat de notre Société; PLU, Ingénieur au Service central de la Société nationale des Chemins de fer français.

Dans le désordre actuel des esprits en matière de normalisation, les hommes qui ont *fait* la normalisation étaient sans doute les plus qualifiés pour en parler; ils en *avaient* non seulement le droit mais le *devoir*.

Le texte de ces conférences et de la discussion qu'elles ont suscitée (notamment une intervention de M. Ch. DUVAL, sur *la normalisation dans l'industrie électrique*) ont fait l'objet d'une publication que les membres de notre Société pourront se procurer au siège de la Société des Ingénieurs civils de France, 19, rue Blanche, Paris (9e).

La diffusion de cette importante mise au point ne saurait être trop recommandée dans les circonstances actuelles, dans les industries où, selon le mot de M. A. CAQUOT, il y a un besoin d'ordre et de discipline.

Nos collègues y trouveront la justification des vœux émis par l'unanimité des sociétés participantes, qui constituent le solennel avertissement d'une élite anxieuse de l'avenir et de la sécurité de la France, en présence du prodigieux développement de la normalisation dans tous les pays du monde.

Vœux.

la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale,
la Société des Ingénieurs civils de France;
la Société française des Électriciens;
la Société des Ingénieurs de l'Automobile;
la Société française des Mécaniciens;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'Association française pour l'Essai des Matériaux;
l'Association française de Normalisation,
réunies en séance commune, le 11 février 1938,

constatant l'importance pour l'économie nationale des résultats de tous ordres dus à l'application des normes déjà établies,

et reconnaissant l'urgente nécessité d'accélérer le développement de la normalisation en France,

émettent les vœux ci-après :

1° Que tous les producteurs, commerçants et utilisateurs appliquent plus complètement toutes les normes homologuées par le Comité supérieur de Normalisation;

2° Que les bureaux de normes existants développent encore le plus possible les travaux qui sont spécifiquement propres à leur industrie;

3° Que les groupements de producteurs, de commerçants et d'utilisateurs qui ne l'ont pas encore fait créent des commissions de normalisation après entente avec l'Association française de Normalisation (AFNOR);

4° Que tous les intéressés apportent une collaboration toujours plus étendue à l'œuvre d'intérêt général que constitue la normalisation, en participant efficacement à tous les travaux effectués dans ce domaine dans le cadre de l'Association française de Normalisation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

Machines-outils, réception, vérification, par Pierre SALMON, Ingénieur principal des Fabrications d'Armement. Un vol. br. 31 × 24 cm; de 131 p., fig. Éditions Henri François, 47 à 51, avenue Philippe-Auguste, Paris.
Index : 721.9

M. l'Ingénieur principal des Fabrications d'Armement Salmon a rassemblé dans cet ouvrage les conclusions des travaux d'une commission, qu'il a présidée, sur la normalisation des conditions de réception des machines-outils.

L'ouvrage n'épuise pas le sujet, mais, tel qu'il est, il fournit des données permettant à l'usager d'obtenir de la machinerie qui réponde à ses conditions d'emploi pour les travaux de parachèvement.

Ces mêmes données permettent au producteur de savoir exactement quelles sont les conditions de précision géométrique auxquelles ses produits doivent satisfaire, et, par conséquent, d'effectuer lui-même, avant toute présentation au client, les vérifications que celui-ci est fondé à effectuer ou à demander.

Sous le nom d'*épreuves pratiques* sont décrites des vérifications géométriques effectuées sur la machine en fonctionnement.

Les opérations exécutées portant sur de très faibles passes, la mesure des erreurs des résultats obtenus donne une idée assez exacte de la précision de la machine vérifiée.

En même temps que ces vérifications géométriques sur machines en mouvement, l'auteur décrit des *vérifications géométriques* sur machine au repos, telles qu'on peut les effectuer par les moyens connus de vérification par contact ou par procédés optiques.

Les principales erreurs qu'il s'agit de limiter sont prises en considération chacune avec son importance. C'est ainsi que l'ouvrage indique comment on peut reconnaître des erreurs de rectitude, de planité, de circularité, de parallélisme, de perpendicularité, de coaxialité, etc.

La connaissance des épreuves décrites est indispensable à tous les constructeurs de machines, et très utile à tous les usagers.

M. J. ANDROUIN.

*
* *

Étude des gazogènes portatifs, par G. ROUYER, colonel d'artillerie en retraite, ancien vice-président de la Commission d'Expériences du Matériel automobile de Vincennes. Un vol. 21 × 13,5 cm., de 75 p., 7 fig., Dunod, éditeur, 92, rue Bonaparte, Paris (6e). Index : 662.76

« La France n'est pas, dans l'état actuel des choses, suffisamment garantie contre le risque mortel de se trouver, en cas d'hostilité, à court de carburants ».

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Telle est la déclaration du Maréchal Pétain, qui est rappelée en préambule dans cet ouvrage. C'est pourquoi la question des carburants de remplacement est à l'ordre du jour.

L'ouvrage du colonel Rouyer est un exposé résumé, mais substantiel, traitant, en 7 chapitres, les matières ci-après : historique, description de quelques types de gazogènes, théorie du fonctionnement, combustibles susceptibles d'être utilisés, intérêt économique en temps de paix, utilisation à l'étranger, utilisation en temps de guerre.

Eugène BRILLIÉ.

*
* *

Métallographie et traitements thermiques du fer et de l'acier, par Albert SAUVEUR, professeur émérite de métallurgie et de métallographie à l'Université Harvard (Cambridge, Massachusetts), membre de l'Académie nationale américaine des Sciences, titulaire de la médaille Bessemer, premier titulaire de la médaille Albert Sauveur, fondée par la Société américaine des Métaux, membre correspondant de la Société d'Encouragement; traduit d'après la 4e édition (1935) (19e mille), par H. AUBERT et P. DAMIRON, ingénieurs; préface d'Albert PORTEVIN. Un vol. relié (27 × 18 cm) de XVII + 593 p., 425 fig. Gauthier-Villars, édit. Paris, 1938. Prix 250 fr. Index : 669913 + 62178.

Préface de l'édition française.

L'évolution rapide de nos connaissances, leur développement accéléré, rendent de plus en plus difficile l'établissement de traités proprement dits, c'est-à-dire d'exposés aussi complets que possible de l'état actuel d'une branche ou d'un domaine déterminé de la science.

D'une part, l'ouvrage prend une importance matérielle considérable requérant de multiples volumes et, d'autre part, la préparation bibliographique et la rédaction deviennent impossibles pour un seul homme et exigent la collaboration de plusieurs spécialistes.

Ceci est particulièrement frappant pour la métallographie, branche relativement récente de la science, mais qui a progressé d'une manière étonnante, étant donné qu'elle gouverne de plus en plus le développement et l'évolution de cette industrie-clé qu'est la métallurgie, tout en devenant une connaissance précieuse, pour ne pas dire indispensable, à tous ceux qui veulent utiliser rationnellement les métaux.

C'est ainsi, en se limitant aux produits ferreux industriels, que des catégories particulières d'aciers, tels que ceux au silicium, au tungstène, au cuivre, au molybdène, etc., ont fourni chacune une matière à des monographies récentes de 500 pages et que les seuls aciers inoxydables ont fait l'objet d'un ouvrage établi avec la collaboration de plus de 80 spécialistes.

Le traité doit prendre, dès lors, la forme d'une collection de volumes établie

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par un groupe souvent nombreux d'auteurs après découpage de l'ouvrage en autant de parties. Ces deux facteurs d'inertie, multiplicité des volumes et multiplicité des auteurs, s'opposent aux remaniements fréquents de l'œuvre établie et qui sont par ailleurs indispensables pour demeurer au courant des incessants progrès; de sorte que, rapidement, elle ne représente plus l'état actuel de la science dont elle avait le dessein d'être le tableau fidèle. Mais, conséquence encore plus grave, un tel ouvrage perd toute valeur instructive et pédagogique; son volume le rend d'une assimilation difficile; en raison de la diversité des auteurs, il perd son unité de pensée, il ne peut faire ressortir la physionomie propre de la science exposée et n'en dégage nullement la philosophie. Or, tous ces caractères sont indispensables à l'enseignement et à l'initiation, qui réclament des ouvrages didactiques élaborés comme fruit des études et réflexions poursuivies avec la connaissance complète de l'ensemble et de l'histoire du sujet traité, et avec le désir d'en faire apparaître les caractéristiques essentielles d'une manière claire et assimilable.

La réunion, difficilement réalisée, de ces qualités en un même auteur, confère à de tels ouvrages une valeur inestimable. L'ouvrage du professeur Sauveur, *Métallographie et traitements thermiques du fer et de l'acier*, en est un des rares exemples. C'est que l'auteur occupe vis-à-vis de son sujet une situation exceptionnelle : il fut l'un des pionniers de la métallographie, ayant assisté à l'exploration de ce nouveau champ d'investigations, mêlé dès l'origine et ayant pris une part importante aux controverses relatives aux constituants de l'acier, aux formes allotropiques du fer, aux phénomènes de trempe; professeur à l'Université Harvard, il doit, obligé par l'enseignement, en dégager les idées directrices tout en les présentant d'une manière accessible au plus grand nombre; ingénieur-conseil, il est à même d'en connaître la répercussion sur les opérations pratiques et l'incidence industrielle. En un mot, Albert Sauveur a « vécu », dans toute l'acception du terme, le merveilleux développement de la métallographie, ce qui lui confère une maîtrise incomparable. Aussi l'ouvrage apparaît avec un caractère d'originalité indéniable et d'universalité qui met au courant des dernières acquisitions de la science, sans oublier les leçons du passé et sans cependant chercher à faire prédominer ses idées personnelles, ce qui est la marque d'une haute qualité intellectuelle.

Cet ouvrage apporte une vue d'ensemble de la métallographie des produits ferreux, exposée d'une manière lumineuse, aidée en cela par des schémas et représentations graphiques personnelles. Il est donc par excellence, le livre du débutant et de l'étudiant, mais aussi de ceux qui veulent dégager, des connaissances acquises, la physionomie générale tout en définissant leur situation actuelle dans la science industrielle. A ce titre, il est précieux, non seulement à l'ingénieur spécialiste, mais à l'industriel désirant connaître les services qu'il peut demander.

Il ne faut donc point s'étonner du très grand succès qui a accueilli cet ouvrage en Amérique d'une manière ininterrompue depuis vingt-cinq annés; constamment

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rajeuni par quatre éditions successives, il en a été vendu 12 000 exemplaires. On chercherait vainement l'équivalent en France et en Europe. Aussi, pour toutes ces raisons, la traduction française d'une telle œuvre s'imposait.

Mais en outre, par son origine, par sa culture, par ses amitiés, par sa tournure d'esprit, Albert Sauveur appartient à la tradition latine faite de clarté et d'élégance de pensée. Il a, à des heures difficiles, été l'un des champions des idées françaises et a mené une campagne active et efficace en Amérique pour le triomphe de notre pays; la croix de la Légion d'honneur a d'ailleurs rendu témoignage des éminents services rendus à notre cause. A ce titre aussi son œuvre devait être connue de tous ceux qui, en France, s'intéressent à cette branche de la science à laquelle il a consacré sa vie.

Aussi, nous devons être reconnaissants à MM. Aubert et Damiron de l'avoir ainsi rendue accessible à un grand nombre de lecteurs; ils ont su conserver à leur traduction les précieuses qualités de l'œuvre originale et il faut leur savoir gré d'avoir effectué un travail si utile avec un complet désintéressement, n'ayant eu d'autre but que de rendre hommage à l'œuvre du maître de la métallographie américaine et la diffuser pour le plus grand bénéfice de tous les lecteurs.

Albert PORTEVIN.

***

Leçons de philosophie chimique, par Jean-Baptiste DUMAS; avant-propos par Georges URBAIN, membre de l'Institut. Un vol. br. (13,5 × 19 cm); 270 p. II pl. hors texte. Gauthier-Villars, édit. Paris, 1937. Prix 21 fr. Édition de luxe, 70 fr. Index : 54

Traité élémentaire de chimie de LAVOISIER; avant-propos par Henry LE CHATELIER, membre de l'Institut. Un vol. br. (13,5 × 19 cm); 191 p., 53 fig.; II pl. hors texte. Gauthiers-Villars, édit. Paris, 1937. Prix 21 fr. Édition de luxe, 70 fr. Index : 54

La synthèse totale en chimie organique. Mémoires de : WÖHLER, GERHARDT, BERTHELOT, LE BEL, VAN'T HOFF, JUNGFLEISCH, LADENBURG et PASTEUR; préface et commentaires par Marcel DELÉPINE, membre de l'Institut. Un vol. br. (13,5 × 19 cm); 144 p.; fig. et VIII pl. hors texte. Gauthier-Villars, édit. Paris, 1937. Prix, br. 21 fr. Édition de luxe, 70 fr. Index : 547

Ces ouvrages représentent les trois premières réalisations d'une idée qui était chère à Henry Le Chatelier et dont il caressait la réalisation depuis longtemps : expliquer à ceux qui font des recherches de laboratoire la genèse des grandes découvertes scientifiques par la lecture des mémoires originaux de ceux qui les ont faites. Rien n'est plus propre à montrer comment une idée qui a été l'origine de grands progrès ou d'une théorie nouvelle s'épure, se transforme au fur et à mesure que se poursuivent les travaux expérimentaux par lesquels on cherche

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à en établir la réalité par les faits. Cette lecture montre aussi au chercheur qu'il ne doit point se décourager et qu'il doit poursuivre ses travaux par une méthode rigoureuse, rationnelle, scientifique, s'il veut aboutir à la vérification expérimentale du bien-fondé d'une idée ou d'une théorie nouvelles. D'ailleurs, une idée préconçue peut être encore féconde même quand, au cours de sa vérification, on reconnaît qu'elle est contredite par les faits, car elle peut mettre sur la voie de découvertes nouvelles.

Une douzaine d'autres ouvrages du même genre mais s'étendant à d'autres sciences que la chimie sont déjà prévus; ils formeront une collection : *Les classiques de la découverte scientifique*. Leur publication, honorée d'une subvention de l'Académie des Sciences, est placée sous le patronage d'un comité composé du regretté H. Le Chatelier, de MM. A. Béhal, G. Urbain, G. Bertrand, J. Perrin, M. Delépine et R. Lespiau, avec M. A. Damiens comme secrétaire général. C'est ce comité qui choisit les textes à reproduire et ce sont ses membres qui, dans une préface, présentent l'ouvrage en faisant ressortir l'intérêt des mémoires reproduits, et en donnant, le cas échéant, une courte biographie des savants dont les découvertes sont ainsi évoquées, en même temps que l'évolution des recherches à leur sujet. Les planches hors texte sont des portraits de ces savants ou des photographies de médailles qui en reproduisent les traits. E. L.

***

Le livre et sa technique vus par l'image, par Georges DEGAAST professeur de technique du livre. Un vol. 32 × 24 cm, de VI + 136 p., nombreuses figures. — XXXV planches hors texte (de la gravure sur bois à la rotogravure).
Index : 655

Les progrès de la science, la nécessité d'intensifier la production, la recherche des procédés nouveaux, l'émulation des inventeurs et des techniciens ont provoqué depuis le début de ce siècle, et surtout depuis la fin de la guerre, un grand mouvement d'activité qui s'est traduit dans tous les domaines industriels par un développement continu des méthodes et des moyens de fabrication et de rendement.

Les arts graphiques ne pouvaient échapper à cette loi de l'évolution de nos industries nationales et les progrès accomplis depuis 25 ans dans les industries graphiques méritent à coup sûr de retenir l'attention.

Le lecteur qui prend plaisir à feuilleter un beau livre illustré ne se rend peut-être pas suffisamment compte de ce que ce livre représente de recherches et de soins minutieux dans sa préparation et dans son exécution. Depuis le moment où l'auteur a remis son manuscrit, où l'artiste a achevé son dessin, jusqu'au moment où le livre va se présenter terminé dans une luxueuse reliure, par combien de main habiles et expertes a-t-il dû passer?

La composition, d'abord, est une chose grave : choix du caractère, justification

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de la page, choix des illustrations et des procédés de reproduction, mise en pages, corrections, établissement du titre et de la couverture, etc.

De l'atelier de composition, l'ouvrage passe ensuite à l'atelier des machines : mise en train sous la presse, tirage avec l'encre qui convient, séchage, façonnage, brochage et, s'il y a lieu, reliure, autant d'opérations délicates et minutieuses qui demandent à la fois du goût et de l'habileté professionnelle de la part de tous ceux qui vont successivement collaborer à cette œuvre unique.

Ce sont ces multiples opérations des diverses branches des arts graphiques que nous montre M. Degaast dans son nouvel ouvrage : *Le livre et sa technique vus par l'image*, qui constitue un complément vivant de son ouvrage, *Les industries graphiques*, publié en collaboration avec son confrère, M. Georges Frot, directeur des Papeteries Navarre, et qui a obtenu une médaille de vermeil de notre Société en 1936.

M. Degaast n'est pas seulement un savant technicien qui connaît à fond la pratique du métier : c'est aussi un professeur de la technique du livre ; il a le don de l'enseignement, il sait vous présenter tous les détails de fabrication les plus complexes, d'une façon claire et précise, sous une forme attractive, où l'érudition n'apparaît que dans la mesure où elle peut éclairer la documention.

Une copieuse illustration nous permet de suivre l'exécutant dans l'exercice de son métier, dans le fonctionnement des machines et l'emploi des procédés.

Sous le titre général « Panorama graphique », qui résume bien le but poursuivi par l'auteur, M. Degaast passe en revue les quatre grandes classes de procédés et de professions :

En relief : *la typographie*, *la gravure sur bois*, *la photogravure* au trait et à demi-teintes, ou simili-gravure, qui en est le dérivé moderne photomécanique ;

A plat : *la lithographie*, ayant pour succédanés : la phototypie, la rotocalcographie, ou offset, et le pochoir ou coloris ;

En creux : *la gravure sur cuivre*, qui, suivant le processus mis en œuvre, s'appelle : gravure en taille douce ou au burin, eau forte, aquateinte, en manière de crayon, au berceau, etc. Son succédané photomécanique est l'héliogravure à plat, qui, dès le début du XX^e^ siècle, est passée au stade cylindrique de la rotogravure, ou creux rotatif ;

Façonnage : façonnage proprement dit, avec ses variantes, le brochage souple et la reliure-dorure manuelle ou mécanique, artistique ou industrielle.

Entrant dans le détail de ces multiples opérations, l'auteur nous présente les différentes machines à composer, qui remplacent de plus en plus la composition à la main, les types divers des machines à imprimer, depuis la presse en blanc jusqu'aux récentes rotatives géantes, les fondeuses, les procédés de gravure, la trichromie, la photogravure, la rotogravure, la lithographie, l'offset, la reliure, les machines à plier, la fabrication de l'encre, etc. : autant de chapitres captivants pour le professionnel et aussi pour l'amateur de belles éditions, qui ne se contente pas d'admirer un livre, mais qui veut savoir comment il a pu être réalisé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Signalons notamment les chapitres consacrés à la reliure et aux éditions d'art, qui sont dus à la collaboration de l'auteur avec sa femme, Madame Germaine Degaast, qui y fait preuve d'une rare compétence et d'un goût très sûr.

En résumé, le livre de M. Degaast est une savante mise au point de l'état de perfectionnement où en sont arrivées actuellement nos industries graphiques et, à ce titre, il présente un réel intérêt et pourra être consulté avec fruit.

L'ouvrage est accompagné d'une série de superbes planches, hors texte, en noir et en couleurs, qui, de la gravure sur bois jusqu'à la rotogravure, montrent à quel degré de perfection ont été poussés jusqu'à ce jour les progrès des procédés de reproduction des gravures.

J. BOURDEL.

*
* *

Le cinéma d'amateur (Traité encyclopédique du cinéma 8 mm; 9,5 mm; 16 mm et 17,5 mm) publié sous la direction de MM. Raymond Bricon; Georges Acher et Jean Vivié, sous le patronage de la Fédération française des Clubs de Cinéma d'Amateurs. Préface de M. Louis Lumière, membre de l'Institut, et avant-propos de M. Léon Gaumont, ancien président du Conseil d'administration de la Société française de Photographie et de Cinématographie. Un vol. br. 14 × 19 cm, de 491 p., fig. 3e édition, 1938. En vente à Paris, 4, avenue Trudaine. Prix 35 fr. Index : 778.5

Cet ouvrage, dont la première édition ne remonte qu'à 1937, représente le cours de cinématographie professé depuis trois ans à la Société française de Phototographie et de Cinématographie, par plusieurs cinéastes amateurs. Toutefois, il a été mis à jour au fur et à mesure des progrès réalisés dans l'emploi des films des formats de 8 et 9,5 mm, 16 et 17,5 mm. Ces progrès ont été extrêmement rapides et ils ont maintes fois servi à faire progresser le cinéma professionnel, du format normal de 35 mm. De plus, le film de petit format donne les mêmes possibilités (couleur, par les procédés Kodachrome et Agfa; projection sur des écrans de 20 m² à des distances de 15 à 50 m, grâce à de nouveaux projecteurs; dessin animé; accompagnement musical; sonorisation et synchronisation) tout en coûtant 10 à 15 fois moins cher. Il se prête très bien à la documentation et le positif unique qu'il fournit peut être contre-typé le cas échéant. C'est ce qui a été fait, par exemple, pour un film japonais remarquable présenté au Concours international organisé à l'occasion de l'Exposition de 1937 : on en a tiré un négatif, puis de celui-ci des bandes positives, ce qui permet de le projeter à nouveau facilement en Europe.

Il convient d'ajouter que les progrès du cinéma d'amateur n'ont pas non plus été étrangers à l'apparition toute récente dans le commerce des appareils photographiques dérivés de la caméra, se chargeant en plein jour, utilisant une pellicule cinématographique et fournissant sans rechargement une soixantaine d'images de 24 × 36 mm ou de 24 × 24 mm, en noir ou en couleurs. C'est à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Léon GAUMONT que reviennent l'idée et la réalisation, en 1900, du premier de ces petits appareils; il l'avait appelé *chronophotographe de poche*. Un spécimen figure au Musée du Conservatoire national des Arts et Métiers.

Voici la préface qu'a écrite M. L. Lumière, pour cet ouvrage auquel ont collaboré de nombreux cinéastes : MM. Jean Painlevé, directeur de l'Institut du Cinéma scientifique; L. Laurent, secrétaire de la Cinémathèque de la Ville de Paris; R. Beaulieu; G. Hervochon; P. Monnier et Mme Suzanne Guimard.

E. L.

Préface.

Le cinéma d'amateur a pris, grâce aux progrès réalisés depuis quelques années, une importance et un intérêt grandissants qui méritent de retenir l'attention de tous ceux que ne laisse pas indifférents le septième art.

L'enthousiasme, la foi et le désintéressement de ces jeunes, qui ont fait du cinéma leur distraction favorite, ne peuvent que réjouir les anciens qui, comme moi, ont vu naître et se développer ce nouveau moyen d'expression.

L'important ouvrage qui vous est présenté est certainement appelé à un grand succès, étant donné le soin apporté à sa composition et à sa rédaction qui m'ont très favorablement impressionné.

Ce livre manquait incontestablement. Aussi, faut-il féliciter sans réserve ceux qui ont entrepris de combler cette lacune en l'éditant et en y collaborant. Je le fais d'autant plus volontiers que, depuis toujours, j'ai considéré les cinéastes amateurs comme mes grands amis et que je suis avec un très vif intérêt leurs efforts dans l'activité persévérante et sympathique qu'ils déploient si heureusement.

Louis LUMIÈRE

***

La chance et les jeux de hasard, par Marcel BOLL, professeur agrégé de l'Université, docteur ès sciences. Un vol. br. (13,5 × 20 cm) de 382 p., 155 fig., 108 tableaux. Larousse, édit., Paris. Prix, br. 18 fr. Index : 795.

Ce dernier ouvrage de vulgarisation de M. M. Boll, lauréat de la Société d'Encouragement pour des livres de vulgarisation scientifique antérieurs à celui-ci, est de nature à plaire à trois catégories de lecteurs : ceux qui, par leurs occupations, doivent recourir à l'emploi des mathématiques; les joueurs que le plaisir du jeu n'aveugle pas, qui y trouvent une simple et saine distraction, et n'y recherchent pas un moyen de « gagner »; ceux qui s'intéressent aux pures spéculations de l'esprit.

Bien que l'auteur ait voulu rendre son ouvrage accessible à tous en ne recourant pas à l'algèbre et en n'exigeant pas du lecteur des connaissances préalables supérieures à celles qu'on doit acquérir par des études primaires, il semble cependant que le lecteur, pour apprécier l'ouvrage, devra avoir conservé sinon

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quelque goût pour les mathématiques, du moins quelque facilité à comprendre le raisonnement mathématique, c'est-à-dire posséder l'esprit mathématique, qui, d'ailleurs, ne suppose pas nécessairement de grandes connaissances mathématiques.

Grâce à de nombreux tableaux, M. M. Boll est parvenu à faire saisir le mécanisme aussi bien des jeux de pur hasard (boule, roulette, baccara, etc.) que des jeux de semi-hasard (bridge, poker, belote, etc.) Les jeux de dames et d'échecs n'ont donc pas été traités.

Cette étude permet d'acquérir d'intéressants aperçus sur le calcul des probabilités et sur les multiples applications qu'on en peut faire, notamment dans les assurances et dans les sciences physiques et naturelles. Il s'agit donc d'une introduction très large au calcul des probabilités.

La notion du hasard au sens intuitif du mot est clairement exposée et perd ainsi de son mystère. Cependant, M. Boll pense, comme beaucoup, que la chance, au sens ordinaire du mot, existe, c'est-à-dire que quelques individus gagnent plus souvent qu'à leur tour et d'autres moins souvent. E. L.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE EN FÉVRIER ET MARS 1938

VI^e Congrès international de la Fédération internationale des Associations d'Inventeurs et d'Artistes industriels, tenu à Paris les 26, 27, 28 et 29 juillet 1937, sous le patronage du Gouvernement. In-8 (24 × 16) de 93 p. Paris, Imp. Deshayes, 83, rue de la Santé (13^e), 1937. **18664**

THULL (A.), SPARTZ (L.), ZANEN (J.-P.). — **Vermehrter und verbesserter Pflanzenbau auf eigener Scholle.** In-18 (16 × 11) de 195 p. Luxemburg, Ch.-Léon Belfort, 1939 (*Don de M. Moussu, membre du Conseil d'Administration*). **18665**

Catalogue des livres français, anglais et allemands de la Bibliothèque de la Banque Mellié, Iran. In-4 (28 × 21) de 63 + 53 + 31 p. (dactylographié). **18666**

KLAR (M.). — **Fabrication de l'alcool absolu destiné à la carburation.** Traduit de la 2^e édition allemande par Charles SCHWEITZER. In-8 (25 × 16) de X + 130 p., 15 fig., 2 tableaux. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6^e). **18667**

LAMIRAND (GEORGES). — **Le rôle social de l'ingénieur. Scènes de la vie d'usine.** In-12 (19 × 12) de 254 p. Paris, Éditions de la Revue des Jeunes, Desclée et Cie, 30, rue Saint-Sulpice (6^e). **18668**

SAUVEUR (ALBERT). — **Métallographie et traitements thermiques du fer et de l'acier.** Traduit d'après la 4^e édition (1935), par H. AUBERT et P. DAMIRON. In-4 (27 × 19) de XVII + 593 p., 425 fig. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6^e), 1937 (*Don de M. A. Portevin, membre du Conseil d'Administration*). **18669**

BORLASE MATTHEWS (R.) et DRILHON (R. H.). — **L'électricité dans les exploitations agricoles.** In-8 (25 × 16) de 696 p., 581 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6^e), 1938. **18670**

SACHS-VILLATTE. — **Enzyklopädisches französisch-deutsches und deutsch-französisches Wörterbuch.** (Methode Toussaint-Langenscheidt). Zw iter Teil : *Deutsch-französisch.* 4te Bearbeitung 1924 von Aldolf BIEL, August TÖNNIES und Karl SCHMIDT. In-4 (27 × 19) de XXVIII + 975 + 48 p. Berlin-Schöneberg, Langenscheidsche Verlagsbuchhandlung (Prof. G. Langenscheidt), Bahnstrasse, 28-30. **18671**

Der Sprach-Brockhaus. Deutsches Bildwörterbuch für jedermann. In-8 (22 × 14) de VI + 762 p., fig. Leipzig, F. A Brockhaus, 1935. **18672**

Cassell's new English Dictionary, edited by Ernest A. BAKER. In-8 (22 × 15) de XVI + 1341 p. London, Cassell and Company, 1937. **18673**

PETIT (Ch.). — **Dictionnaire anglais-français.** In-8 (21 × 13) de 1272 p. Paris, Librairie Hachette, 79, boulevard Saint-Germain (6^e), 1934. **18674**

BUREAU DES NORMES DE L'AUTOMOBILE (Chambre syndicale patronale des Fabricants d'accessoires et pièces détachées d'automobiles, etc., 3, avenue Friedland, Paris, 8^e). — **Feuilles de normes** (oct. 1937) **B. N. A. 263 :** *Crochets d'attelage. Cotes d'interchangeabilité d'accrochage.* — **B. N. A. 264 :** *Anneaux d'attelage. Cotes d'interchangeabilité d'accrochage.* — **B. N. A. 265 :** *Crochets d'attelage. Fixation des crochets sur châssis.* — (déc. 1937) **B. N. A. 272 :** *Raccords de tuyauteries. Raccords symétriques système Guillemin dit : raccord-pompier.* — **B. N. A. 273 :** ..... *Raccords filetés démontables, à joint plat.* — (janv. 1938). **B. N. A. 274 :** *Tolérances de fabrication (système international ISA). Ajustements recommandés.* — **B. N. A. 275 :** ..... *Alésages (qualité 6).* — **B. N. A. 276 :** ..... *Alésages (qualité 7).* — **B. N. A. 277 :** ..... *Alésage (qualité 8).* — **B. N. A. 278 :** ..... *Alésage (qualité 9).* — **B. N. A. 279 :** ..... *Alésages (qualités 10 et 11).* — **B. N. A. 280 :** ..... *Alésages (qualités 12 à 18).* **17497**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ (54, avenue Marceau, Paris, 8e). — **Publication 1001** (janv. 1938) : *Liste des publications de l'Union des Syndicats de l'Électricité*, 15 p. — **Publication 1004** (additif) (janv. 1938) : *Liste des appareils auxquels la marque de qualité U. S. E. est accordée. Petit appareillage*, 8 p. — **Publication 1005** (janv. 1938) : *Liste des appareils domestiques auxquels la marque de qualité USE-APEL est accordée*, 29 p. — **Publication 1006** (janv. 1938) : *Liste des séries de conducteurs auxquels la marque de qualité U. S. E. est accordée*, 11 p. **18473**

*
* *

DEGAAST (GEORGES). — **Le livre et sa technique vus par l'image.** In-4 (32 × 24) de VI + 136 p., fig., XXXV planches hors texte : De la gravure sur bois à la rotogravure (*Don de l'auteur*). **Pièce 14104**

MAUGEY (JEAN-CHARLES). — **Remontrance de mesure. Envoûtement monétaire et comptable.** In-4 (27 × 22) de 47 p. Paris, Ordre de mesure, 171, boulevard Murat (16e). **Pièce 14105**

ESNAULT-PELTERIE (ROBERT). — **Notice sur la vie et l'œuvre de Jean Rey (1861-1935)**, présentée à la séance du 3 mai 1937 de l'Académie des Sciences. In-4 (28 × 23) de 25 p., I pl. Paris, Palais de l'Institut, 1937 (*Don de l'auteur, membre de la Société*). **Pièce 14106**

BÜCHI (ALFRED J.). — **Supercharging of internal combustion engines with blowers driven by exhaust gas turbines** (ex *Transactions of the American Society of Mechanical Engineers*, Feb. 1937). In-4 (28 × 22) de 12 p., 21 fig. Winterthur (Switzerland), The Büchi Syndicate, 20, Salstrasse. **Pièce 14107**

BORDAS (JEAN). — **Le soja et son rôle alimentaire** (Nutrition. Exposés publiés sous la direction d'Émile F. TERROINE). (*Actualités scientifiques et industrielles, 557*). In-8 (25 × 17) de 36 p. Paris, Hermann et Cie, 6, rue de la Sorbonne (5e), 1937. **Pièce 14108**

Les arts et les techniques, 1937-1938 (Numéro hors série de *Arts et Métiers*, janvier 1938). In-4 (32 × 24) de 68 p., fig. Paris, Société des anciens Élèves des Écoles d'Arts et Métiers, 9 bis, avenue d'Iéna (16e). **Pièce 14109**

BLONDEL (F.). — **L'exploration géologique et minière en U.R.S.S.** In-4 (27 × 21) de 16 p. (dactylographié). (*Don de l'auteur, membre du Conseil d'Administration.*) **Pièce 14110**

LEHMANN (JOHANNES). — **Rudolf Diesel and Burmeister and Wain.** In-4 (28 × 22) de 149 p., fig. Copenhagen, 1938. **Pièce 14111**

BASTIEN (PAUL). — **Viscosité, tension superficielle et coulabilité en métallurgie et plus particulièrement en fonderie.** Conférence faite, le 13 avril 1937, devant l'Association technique de Fonderie (ex *Bulletin de l'Association technique de Fonderie*, septembre 1937). In-4 (27 × 21) de 20 p., 20 fig. (*Don de l'auteur*). **Pièce 14112**

La forêt (*Revue des Agriculteurs de France*. Supplément au numéro de juillet 1936). In-4 (31 × 23) de 98 p., fig. Paris, 8, rue d'Athènes (9e). **Pièce 14113**

DUBOS (BERNARD). — **Aérologie et sylviculture** (ex *L'arbre*, publié par la Société française des Amis des Arbres, numéro d'automne). In-8 (24 × 16) de 12 p., 6 fig. Paris, 9, rue Guénégaud (6e), 1937 (*Don de l'auteur*). **Pièce 14114**

LE LIMOUSIN (Docteur). — **En attendant le médecin. Guide des premiers secours dans les ateliers, usines, chantiers.** In-8 (21 × 13) de 35 p., fig. Paris, Éditions de « L'Usine », 15, rue Bleue (9e) (*Don de l'auteur*). **Pièce 14115**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'évolution des grandes centrales thermiques (*Science et Industrie,* n° 42 bis, hors série. Édition 1938). In-4 (31 × 24) de 220 p., fig. Paris. Science et Industrie, 29, rue de Berri (8e). **Pièce 14116**

*
* *

COMITÉ D'ÉTUDES MINIÈRES POUR LA FRANCE D'OUTRE-MER. — **Assemblée générale du 20 janvier 1938.** Paris, 13, rue de Bourgogne (7e). (*Don de M. Blondel, membre du Conseil d'Administration*). **Pér. 538**

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. — DIRECTION DE L'AGRICULTURE. — OFFICE DE RENSEIGNEMENTS AGRICOLES. — **Statistique agricole annuelle, 1936.** Paris, Imprimerie nationale, 1937. **Pér. 242**

ÉCOLE POLYTECHNIQUE. — **Journal.** IIIe série, n° 5, janvier 1938. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e). **Pér. 281**

Agenda agricole et viticole, par V. VERMOREL, mis à jour chaque année sous la direction de E. VERMOREL. 52e année, **1937.** Villefranche-sur-Saône (Rhône), Librairie du Progrès agricole et viticole. **Pér. 290**

ASSOCIATION TECHNIQUE DE L'INDUSTRIE DU GAZ EN FRANCE. — **Compte rendu du 60e Congrès de l'Industrie du Gaz**, Paris, 9-12 juin 1937. Paris, 21, rue Blanche (9e). **Pér. 298**

NATIONAL BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Circular C415** (1937) : *Magnetic testing*, 34 p., 16 fig. **Pér. 61**

NATIONAL BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Handbook H21** (1937) : *Code for protection against lightning*. Parts I, II and III, 96 p., 3 fig. **Pér. 61**

BUREAU OF AMERICAN ETHNOLOGY. — **Fitfy-fourth Annual Report, 1936-1937.** Washington, D. C., Smithsonian Institution. **Pér. 25**

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (Washington). — **Farmers' Bulletin,** nos **1291** (Feb. 1937); *Preparation of fresh tomatoes for market*, 42 p., 31 fig. — **1353** (May 1935) : *Clothes moths and their control*, 29 p., 19 fig. — **1768** (March 1937) : *Trapping and transplanting live beavers*, 18 p., 15 fig. **Pér. 410**

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (Washington). — **Circular,** n° **423** (jan. 1937) : *The house rat*, 18 p., 15 fig. **Pér. 410**

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (Washington). — **Leaflet,** n° **120** (sept. 1936) : *Excluding birds from reservoirs and fishponds*, 6 p., 3 fig. **Pér. 410**

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (Washington). — **Agricultural Statistics, 1936, 1937.** **Pér. 410**

Smithsonian Miscellaneous Collections. — Vol. **91**, n° **28** (publ. 3443) : *New species of hydroids from the Puerto Rican region*, 7 p., II pl. (1937). — Vol. **96,** n° **5** (publ. 3442) : *The male genitalia of orthopteroid insects*, 107 p., 30 fig. (1937). — n° **6** (publ. 3444) : *Growth of avena coleoptile and first internode in different wavelength bands of the visible spectrum*, 19 p., 4 fig. (1937). **Pér. 27**

SMITHSONIAN INSTITUTION. — **Annual Report of the Board of Regents, 1936.** Washington, 1937. **Pér. 27**

L'agent général, gérant, E. LEMAIRE.

BRODARD ET TAUPIN, Coulommiers-Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BEAU DE ROCHAS, INVENTEUR DU CYCLE A QUATRE TEMPS.

Inauguration d'une plaque commémorative en son honneur dans l'hôtel de la Société d'Encouragement. (14 mai 1938).

Une cérémonie de caractère simple, mais propre à rehausser la gloire du génie inventif français, s'est déroulée le 14 mai 1938 dans l'hôtel de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, sous la présidence de M. H. Luc, Directeur général de l'Enseignement technique. Elle avait été organisée par le Comité Beau de Rochas, c'est-à-dire en commun par les sociétés qui ont constitué ce comité : la Société d'Encouragement, la Société des Ingénieurs civils de France, la Société des Ingénieurs de

Photo G. Allié.

Plaque commémorative en l'honneur de Beau de Rochas, apposée le 14 mai 1938 dans l'hôtel de la Société d'Encouragement.

l'Automobile, la Société française des Mécaniciens et la Société française de Navigation aérienne.

C'était l'inauguration, dans l'hôtel de la Société d'Encouragement, d'une plaque commémorative en l'honneur de Beau de Rochas. L'emplacement de cette plaque s'explique par le fait que Beau de Rochas, mort dans la misère, n'a jamais reçu d'aide morale ou matérielle que de la Société d'Encouragement.

Beau de Rochas est l'inventeur du cycle à quatre temps, qu'il a défini dans un brevet du 16 janvier 1862. Les machines auxquelles s'applique le cycle de Beau de Rochas sont les moteurs à gaz, à pétrole et, d'une manière générale, les moteurs thermiques à combustion interne, ainsi appelés par opposition aux moteurs thermiques à combustion externe, dont le type est la machine à vapeur.

Le mot cycle a ici un sens un peu spécial qu'il importe de préciser. Dans aucun moteur thermique, le système formé par le combustible et le comburant n'évolue en cycle fermé; il subit du fait de la combustion une transformation profonde et définitive. Toutefois, dans les moteurs à combustion externe, on emploie comme agent

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

transformateur de la chaleur en travail un fluide évoluant entre des « sources » à températures différentes et, dans ces machines, l'évolution de ce fluide auxiliaire constitue réellement ou quasi réellement un cycle, dont l'idéal serait le cycle de Carnot s'il était réalisable. Pour les moteurs à combustion interne, ce n'est que par une vue de l'esprit et à titre approximatif qu'on a pu, non sans utilité d'ailleurs, étendre à leur fonctionnement thermodynamique la notion de cycle. En réalité, dans cette classe de moteurs, il n'y a pour accomplir des cycles fermés que les parties mécaniques de la machine. Quant au combustible, au comburant, aux produits de la combustion et aux autres corps tels que l'air en excès et l'eau de refroidissement, qui entrent dans la machine et en sortent plus ou moins modifiés, ils se trouvent, au bout d'une période ou d'un nombre entier de périodes, remplacés en chaque point de la machine par des corps de même nature, de même masse et dans le même état. C'est en ce sens que doit être compris le caractère cyclique du fonctionnement de la machine.

L'éminente supériorité du cycle de Beau de Rochas, par rapport à un cycle à deux temps comme celui du moteur à gaz créé par Lenoir en 1859-1860 ou de divers autres systèmes anciennement essayés, provient de ce que, avant l'inflammation du mélange d'air et de combustible, ce mélange subit une compression préalable, et que cette compression a lieu dans le cylindre même, par le refoulement du piston, et conséquemment sans aucune perte de chaleur par transvasement du fluide. Plus cette compression préalable est poussée, sous réserve de ne pas amener de phénomènes perturbateurs, plus la combustion s'effectue dans des conditions avantageuses, plus la détente est longue et meilleur est le rendement.

Après avoir déterminé l'essor des moteurs à gaz, le cycle à quatre temps de Beau de Rochas, auquel il faut aujourd'hui joindre un cycle à deux temps moderne, qui, du point de vue thermodynamique n'en est qu'une variante, est resté à la base de toute la technique des moteurs dits à explosion, tels que ceux des automobiles, des avions, de quantité d'embarcations et d'engins divers, ainsi que des moteurs à injection de combustible, comme les moteurs Diesel des véhicules de poids lourd, de beaucoup de navires de surface et des sous-marins.

Près d'un demi-siècle s'est écoulé depuis l'adoption du cycle à quatre temps, et quel demi-siècle, sous le rapport du perfectionnement des machines et du développement de leurs applications! On juge de mieux en mieux, à la lumière des faits constatés et de l'avenir entrevu, la fécondité des principes énoncés en 1862 par Beau de Rochas, et c'est pourquoi les associations de techniciens qui consacrent leur activité au progrès de la mécanique appliquée, de la locomotion automobile et de la navigation aérienne, ont tenu à rendre hommage, sous la forme d'une plaque commémorative, à la mémoire de cet inventeur français, tardivement honoré et mort pauvre.

***

L'inauguration, par M. le Directeur général de l'Enseignement technique, de la plaque commémorative en l'honneur de Beau de Rochas a été précédée d'une séance au cours de laquelle ont été faites trois communications et qu'a terminée un discours de M. Luc. On trouvera ci-après la reproduction de ces communications et de ce discours, dans l'ordre où ils se sont succédé. Ces textes sont suivis d'une courte note rappelant qu'un bas-relief en l'honneur de Beau de Rochas, œuvre du sculpteur de Bus, a figuré au dernier Salon de l'Automobile en octobre 1937.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Allocution de M. M. Lacoin,

président de la Société d'Encouragement.

MONSIEUR LE DIRECTEUR GÉNÉRAL,

Le Comité Beau de Rochas vous a demandé de présider l'inauguration qui a lieu aujourd'hui dans l'hôtel de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

C'est donc au nom de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, dont je suis le très indigne président, au nom de la Société des Ingénieurs civils de France, de la Société des Ingénieurs de l'Automobile, de la Société française des Mécaniciens et de la Société française de Navigation aérienne, dont les présidents m'entourent, que je vous remercie d'avoir accepté notre invitation et que je vous invite à présider effectivement cette séance.

Toutes ces sociétés vous sont très connues. Vous vous intéressez trop au développement de la technique française et à la formation des cadres de l'industrie qui incarnent cette technique, pour ne pas savoir le rôle modeste mais capital que nos sociétés et leurs publications jouent dans ce domaine. Vous leur avez donné maintes fois, en votre qualité de grand maître de l'Enseignement technique, les preuves de votre sympathie et de votre bienveillance. Je vous en remercie en leur nom.

Permettez-moi d'ailleurs, puisque vous visitez l'hôtel de notre vieille Société, de vous rappeler quelques faits que cette salle évoque et qui intéressent spécialement l'enseignement technique. Voici les bustes de Chaptal et de Jean-Baptiste Dumas qui, parmi nos premiers présidents, furent à la fois des savants, des hommes d'État, des rénovateurs de l'industrie nationale et de la formation professionnelle.

C'est Dumas qui fonda ici, en 1867, la Société de Protection des Apprentis, qui joua dans l'étude et la défense de l'apprentissage un rôle prépondérant jusqu'au jour où la création d'organismes gouvernementaux et patronaux s'occupant de l'apprentissage l'a amenée à s'occuper plus spécialement des œuvres d'initiative privée et à l'évolution d'ensemble de l'apprentissage.

C'est ici que fut discutée et rédigée, il y a quelques années, une partie, peut-être la plus importante, des textes de la loi établissant la taxe d'apprentissage. C'est ici en effet qu'est né l'amendement Verlot, amendement qui réussit à réaliser un accord difficile entre les industriels et le Sous-Secrétariat de l'Enseignement technique, et organisa le régime des exonérations.

Enfin, notre collègue, M. l'Inspecteur général des Mines Walckenaer, vous dira tout à l'heure comment Beau de Rochas a été un des nombreux inventeurs que la Société d'Encouragement aida dans des moments difficiles.

Le groupement de cinq grandes sociétés d'intérêt général, pour célébrer la mémoire de Beau de Rochas, est d'ailleurs un symbole du désir d'entente et de collaboration qui se manifeste dans nos groupements. Se connaître mieux, s'aider, agir en commun, hâter les progrès en évitant la dispersion des efforts, tel est le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

désir de nos sociétés, jeunes et vieilles. Mais toutes nos sociétés ont la vie difficile dans les conditions actuelles. Elles ont la conviction qu'elles collaborent très utilement à l'œuvre gouvernementale dont vous êtes l'animateur. Elles comptent donc sur votre appui et seront heureuses de voir cette collaboration plus étroite et plus féconde encore. Votre présence ici en est le meilleur gage.

L'invention de Beau de Rochas,

par M. WALCKENAER, *président du Comité des Arts mécaniques de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.*

Alphonse Beau de Rochas est né à Digne le 5 avril 1815. Il avait donc 46 ans lorsqu'il prit, à la date du 16 janvier 1862, le brevet n° 52 593 qui, par la suite, a fait sa gloire.

Il était à cette époque ingénieur attaché au Service central des Chemins de fer du Midi. C'est ainsi qu'il est qualifié dans le numéro de juillet 1862 du *Bulletin de la Société d'Encouragement*, à propos du dépôt fait par lui d'un mémoire, d'ailleurs sans rapport avec le cycle à quatre temps. Ce mémoire, qui fit l'objet d'un rapport de Philipps, visait principalement l'utilisation de l'adhérence pour le touage des bateaux.

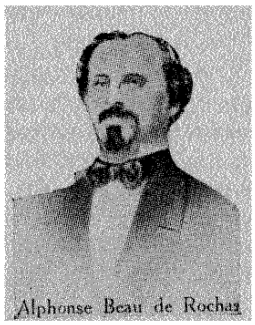


Fig. 1. — Portrait de Beau de Rochas extrait de *The World on Wheels*, de H. O. DUNCAN.

Nous manquons de détails sur les fonctions de Beau de Rochas à la Compagnie du Midi. Une recherche faite dans les archives de cette compagnie n'a pas permis de retrouver ses états de service. Il est vraisemblable qu'il quitta la Compagnie d'assez bonne heure pour se livrer tout entier à son ardeur inventive.

Sa physionomie intellectuelle et morale a été essentiellement celle d'un chercheur, appliquant aux problèmes de la mécanique et de la thermodynamique sa pensée toujours en travail. Nous avons la bonne fortune de posséder parmi nous deux témoins de la dernière époque de sa vie, M. Marcel Lunet, de la revue *La Machine moderne*, et son ancien collaborateur, M. Salomon. M. Lunet était dessinateur principal à la maison de constructions mécaniques Mignon et Rouart, dont c'était une spécialité de travailler pour des inventeurs. Il exécuta les dessins d'un projet de machine à air chaud, dénommée la *thermodyne*, qui fut la dernière recherche de Beau de Rochas, interrompue par sa mort, survenue le 27 mars 1893 à Vincennes.

Le souvenir que M. Lunet conserve de Beau de Rochas est celui d'un penseur opiniâtre, enthousiaste des idées qui le séduisaient, fier, assez ombrageux, une sorte de don Quichotte.

C'est ce qu'a éloquemment fait ressortir M. André Labarthe dans la conférence qu'il a donnée le 14 janvier 1936 à la Société des Ingénieurs de l'Automobile et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

au cours de laquelle, après avoir rappelé que Beau de Rochas ne recueillit pour prix de son labeur que la pauvreté, il a retracé en termes émouvants la véritable misère de ses dernières années.

Voici (fig. 1) un portrait de Beau de Rochas, emprunté à l'intéressant ouvrage de M. H. O. Duncan sur l'histoire de la locomotion, *The World on Wheels*. Et (ce que je signale tout particulièrement à votre attention) voici deux dessins (fig. 2

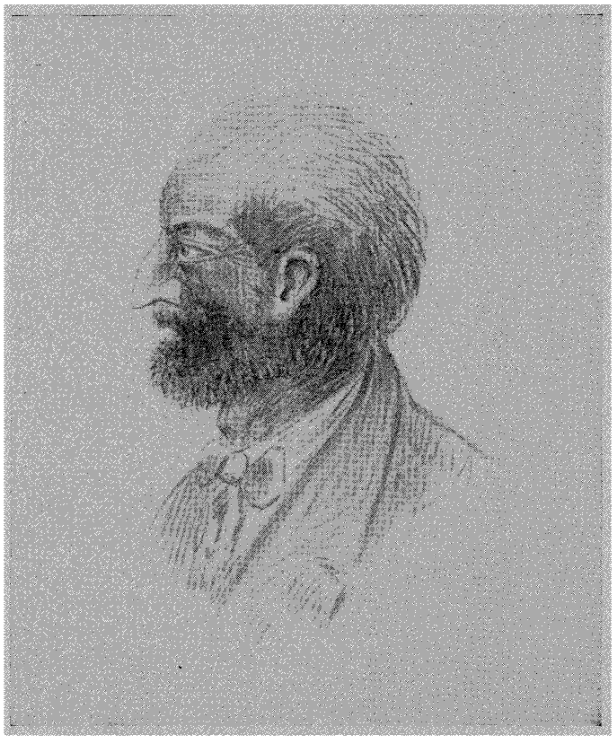


Fig. 2. — Portrait de Beau de Rochas. Dessin exécuté de mémoire par M. Marcel Lunet.

et 3) que M. Lunet a bien voulu exécuter de mémoire, à l'intention de la cérémonie d'aujourd'hui, et qui se rapportent au temps de l'étude de la thermodyne. Notre inventeur est alors âgé de près de quatre-vingts ans; son regard, brillant et énergique, est resté le même qu'autrefois; la maigreur de son visage au nez busqué rend manifeste la comparaison avec don Quichotte; son teint très foncé contraste avec la couleur délavée de son vieux manteau.

*
* *

Après ce rappel de souvenirs sur l'inventeur du cycle à quatre temps, venons à l'invention.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous analyserons dans quelques instants le brevet du 16 janvier 1862. Mais il est nécessaire, au préalable, de rappeler où en était, à cette date, la question des moteurs à combustion interne et spécialement des moteurs à explosion de gaz.

Fig. 3. — Portrait de Beau de Rochas. Dessin exécuté de mémoire par M. Marcel LUNET.

Cette question avait été posée aussitôt après l'invention du gaz d'éclairage par Philippe LEBON, à la fin du XVIII^e siècle.

Ce fut Lebon lui-même qui s'avisa du parti qu'on pourrait tirer du combustible gazeux pour la production de la puissance motrice. En 1801, dans une addition à son brevet de 1799, il exposait le projet d'un moteur à piston à double effet, dans le cylindre duquel serait envoyé, alternativement à l'arrière et à l'avant, un mélange explosif de gaz et d'air. Ce mélange devait, dans la pensée de Lebon, être allumé électriquement. Le mélange proviendrait d'un réservoir où deux pompes, conduites par le moteur lui-même, fouleraient respectivement le gaz et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'air. On a vu là une anticipation du système de la compression préalable; Alfred PICARD, dans le *Bilan d'un siècle*, en fait honneur à Lebon en ces termes : « Il prévoyait même l'un des perfectionnements les plus notables qui aient été ultérieurement réalisés, la compression préalable du mélange d'air et de gaz. » Mais il faut remarquer que la compression préalable envisagée par Lebon, essentiellement destinée à assurer l'envoi du mélange combustible au cylindre et effectuée en dehors de celui-ci, n'aurait nullement présenté pour le rendement thermodynamique du système un avantage comparable à celui de la compression dans le cylindre même, laquelle évite tout transvasement du fluide et, par suite, toute déperdition de l'énergie produite par le travail de compression.

Depuis cette époque jusque vers 1858, c'est-à-dire pendant plus d'un demi-siècle, un certain nombre de brevets furent pris, notamment par Wellmann WRIGHT (1833), par William BARNETT (1838); mais aucun ne conduisit à des résultats pratiques. On y retrouvait le cycle à deux temps, avec l'emploi de pompes auxiliaires pour fournir le mélange combustible au cylindre sous une pression plus ou moins accentuée. L'idée de faire de la compression dans le cylindre même, par le mouvement du piston, apparaît sous une forme embryonnaire dans le brevet français de DEGRAND (n° 36.801 du 1er juin 1858), mais uniquement pour amener l'air comburant à une pression au plus égale à celle du gaz combustible venant d'un réservoir alimenté par une pompe; par ailleurs, l'ensemble des dispositions imaginées par Degrand ne formait, suivant l'expression d'Aimé WITZ, qu'une machine monstrueuse. Plus intéressant est le brevet anglais de F. MILLON, pris en 1861; mais là aussi, il s'agissait d'un moteur à deux temps, et la compression dans le cylindre par le mouvement du piston ne faisait que succéder à une première compression effectuée en dehors du moteur et suivie d'un transvasement avec détente sans travail.

En 1859-1860 intervint un événement de portée considérable. Ce fut, après tant de propositions restées hors du réel, la création, en France, par Étienne LENOIR, d'un moteur à gaz, simple et pratique. Ce moteur fonctionnait à deux temps et sans aucune compression préalable. Dans ce système, le piston aspire le mélange pendant la première partie (environ la moitié) de sa course d'aller; l'explosion est alors provoquée et les gaz travaillent par détente pendant le reste de cette même course; la course de retour est employée à l'expulsion des produits brûlés. Le mélange combustible est dosé avec un excès d'air destiné à modérer la montée en pression et en température lors de l'explosion.

La Société des moteurs Lenoir (Gautier et Cie) fut fondée en 1859 et c'est le 24 janvier 1860 que Lenoir prit le brevet n° 43.624 pour son « moteur à air dilaté par la combustion du gaz », expression qui traduisait très exactement la conception de l'inventeur.

Nous montrons ici (fig. 4) le dessin de ce moteur Lenoir. Soit sous cette forme, soit sous la forme donnée par HUGON, la machine à gaz d'éclairage était d'un emploi commode et convenait à la production des petites forces. Son inconvénient était évidemment la consommation élevée, inhérente à l'absence de toute compression préalable : elle était de 3 m³ de gaz par cheval-heure.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

N'omettons pas, avant de quitter le souvenir d'Étienne Lenoir, de mentionner que la Société d'Encouragement lui a décerné en 1886 le Grand Prix du marquis d'Argenteuil, et de saluer en lui, non seulement le réalisateur du premier moteur à gaz industriel, mais le précurseur de l'application du moteur à air carburé à la locomotion automobile. En mai 1862, il expérimenta une voiture mue par un moteur, assurément trop lourd et trop lent, mais qui permit à la voiture de

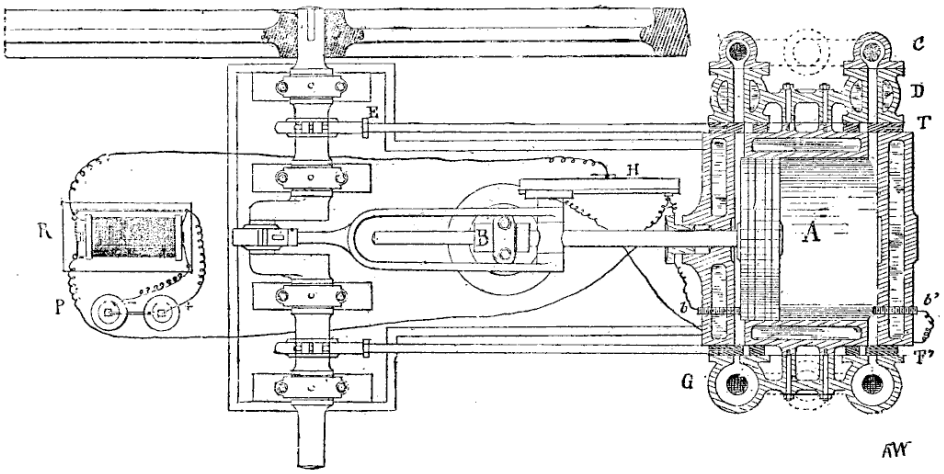


Fig. 4. — Moteur à gaz à deux temps de Lenoir (Figure extraite du *Traité théorique et pratique des Moteurs à gaz et à pétrole*, par Aimé Witz. 4e édition, Bernard éditeur, Paris, 1903).

circuler plusieurs fois entre l'atelier de construction, situé à Paris rue de la Roquette, et Vincennes.

*
* *

Il est temps maintenant de nous rendre à l'Office national de la Propriété industrielle, 26 *bis* rue de Pétrograd à Paris, et de demander, après bien d'autres (car l'histoire que je vous raconte n'est pas neuve) communication du brevet n° 52.593 demandé le 16 janvier 1862, délivré par arrêté ministériel du 10 mars suivant et suivi d'un certificat d'addition du 10 juin délivré le 26 août 1862.

Le dossier a pour titre : *Perfectionnement dans les conditions pratiques de plus grande utilisation de la chaleur et, en général, de la force motrice, avec application aux chemins de fer et à la navigation.*

Le mémoire primitif ne s'accompagne d'aucun dessin. Celui qui fait l'objet du certificat d'addition en comprend un assez grand nombre, mais nous n'avons pas à en parler ici, car les sujets sur lesquels porte l'addition ne se rapportent nullement au cycle à quatre temps.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le mémoire primitif, à qui l'aperçoit pour la première fois, cause d'abord une certaine surprise. Il s'étend sur plus de 1.800 lignes et traite successivement de questions très diverses dont voici la liste : 1° Alimentation d'eau des générateurs de vapeur; — 2° Dispositif de soufflerie ou ventilation à jet de vapeur continu ou intermittent; — 3° Établissement des tubes dans les générateurs tubulaires; — 4° Nouveau générateur tubulaire; — 5° Générateur à gaz, ou application nouvelle des foyers à gaz au chauffage des générateurs; — 6° Moteur mixte à vapeur et à gaz; — 7° Machines à gaz (petites forces).

Puis viennent, dans la suite du même fascicule, des chapitres intitulés : 8° Application aux chemins de fer (machine locomotive de plus grande adhérence, wagon de moindre résistance); — 9° Application à la navigation (de l'adhérence comme moyen d'obtenir le minimum de résistance à la traction des bateaux, etc.).

Il n'y a dans tout cela, pour nous intéresser directement, que les nos 6 et 7. Signalons toutefois, au n° 5, des remarques intéressantes en faveur de l'emploi d'un cubilot, faisant office de gazogène, pour convertir les combustibles solides en gaz combustibles utilisables, soit dans les foyers des générateurs de vapeur, soit dans les moteurs à explosion.

Arrivons au n° 6 : c'est là que Beau de Rochas développe la solution complète qu'il conçoit pour la production d'une puissance motrice importante. Cette solution consisterait à employer en premier lieu le gaz combustible dans un moteur à explosion, puis à utiliser les gaz brûlés, sortant de ce moteur, à chauffer un générateur de vapeur. Ce programme du *moteur mixte à vapeur et à gaz* mérite d'être remarqué; il correspond à l'une des solutions employées plus tard pour la récupération de l'énergie résiduelle des gaz d'échappement des moteurs.

Quant aux dispositions à donner au moteur à gaz lui-même, Beau de Rochas envisage deux combinaisons, savoir : *a*) Dispositif sans compression préalable; — *b*) Dispositif avec compression préalable.

Après avoir parlé de la solution (*a*), il dit : « Le dispositif qui vient d'être décrit, c'est-à-dire le dispositif *a*, paraît assurément le plus simple qui puisse être. Peut-être sera-t-il le seul applicable aux machines locomotives. Alors le supplément de travail utilisé qui en résultera sera certainement tout bénéfice et sans aucun doute hors de proportion avec les dépenses d'installation. Mais les véritables conditions du meilleur emploi de la force élastique des gaz, du moins ses conditions les plus importantes, n'y sont pas observées et la simplicité ne s'y trouve peut-être acquise qu'aux dépens de l'utilisation. Ces conditions sont en effet au nombre de quatre : 1° le plus grand volume possible du cylindre sous la forme du minimum de surface périphérique; — 2° la plus grande vitesse possible de marche; — 3° la plus grande détente possible, et, 4°, la plus grande pression possible à l'origine de la détente. »

Dans les commentaires dont Beau de Rochas fait suivre l'énoncé de ces quatre conditions, un passage est particulièrement digne de remarque : c'est celui où, après avoir fait ressortir l'avantage, pour obtenir une longue détente, de faire

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

précéder l'explosion d'une compression aussi poussée que possible, il ajoute : « Mais pratiquement on obtient bientôt une limite infranchissable. C'est celle où l'élévation de température due à la compression préalable détermine l'inflammation spontanée.... »

Et voici maintenant le point capital de ce mémorable mémoire, dont l'ensemble est comparable au sable d'un placer où l'on voit briller des paillettes d'or çà et là, mais dont ce qui suit est la pépite de première grosseur et de valeur inestimable. Beau de Rochas écrit :

« La question ainsi posée, le seul dispositif véritablement pratique consistait évidemment à n'employer qu'un seul cylindre, d'abord pour qu'il fût le plus grand possible, ensuite pour réduire les mouvements résistants des gaz à leur minimum absolu. Alors, et pour un même côté du cylindre, on est naturellement conduit à exécuter les opérations suivantes dans une période de quatre courses consécutives :

« 1° Aspiration pendant une course entière du piston ;
« 2° Compression pendant la course suivante ;
« 3° Inflammation au point mort et détente pendant la 3e course ;
« 4° Refoulement des gaz brûlés hors du cylindre au 4e et dernier retour. »

Voilà le cycle à quatre temps, dans sa définition précise et simple.

Ajoutons, mais c'est un détail, que Beau de Rochas en envisage l'application à un cylindre dans lequel les deux faces du piston travaillent, chacune pour son compte, suivant le cycle indiqué, ce qui fait de l'ensemble une machine à un temps moteur par tour de manivelle. Mais que l'on s'attache à cette combinaison ou que l'on emploie, associés en nombre suffisant, des cylindres ouverts à l'une de leurs extrémités et des pistons travaillant par l'une seulement de leurs faces, cela ne change rien à l'évolution des fluides ni à la nature du cycle.

Il nous reste, pour terminer l'analyse du mémoire, à dire un mot du n° 7. L'inventeur exprime cet avis que, pour la production des faibles puissances, il n'y a pas lieu de recourir à la combinaison d'une machine à gaz avec une machine à vapeur, et il propose d'employer dans ce cas la machine à gaz seul. « Celle-ci, dit-il, peut être avec ou sans compression préalable et alimentée avec le gaz d'éclairage ou avec un foyer à gaz ». Il ajoute : « à gaz, sans compression préalable et avec le gaz d'éclairage, c'est la machine connue de M. Lenoir ». Finalement, il préconise, pour les « petites forces », la machine à compression préalable, à quatre temps, munie d'un volant convenable.

*
* *

Beau de Rochas, son brevet à la main, frappa à différentes portes, mais personne ne l'écouta et, dès l'année suivante, il cessa d'en payer l'annuité.

Le mémoire fut autographié à Paris, chez Lacroix, en 1862, sous forme d'une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

brochure tirée à 300 exemplaires (fig. 5). On ne peut donc pas dire que les idées de Beau de Rochas soient restées recouvertes d'un boisseau impénétrable. D'une lettre de lui, qui figure aux archives de la Société d'Encouragement, il paraît résulter que des copies du brevet furent demandées pour l'étranger.

Cependant, les réalisations se firent attendre.

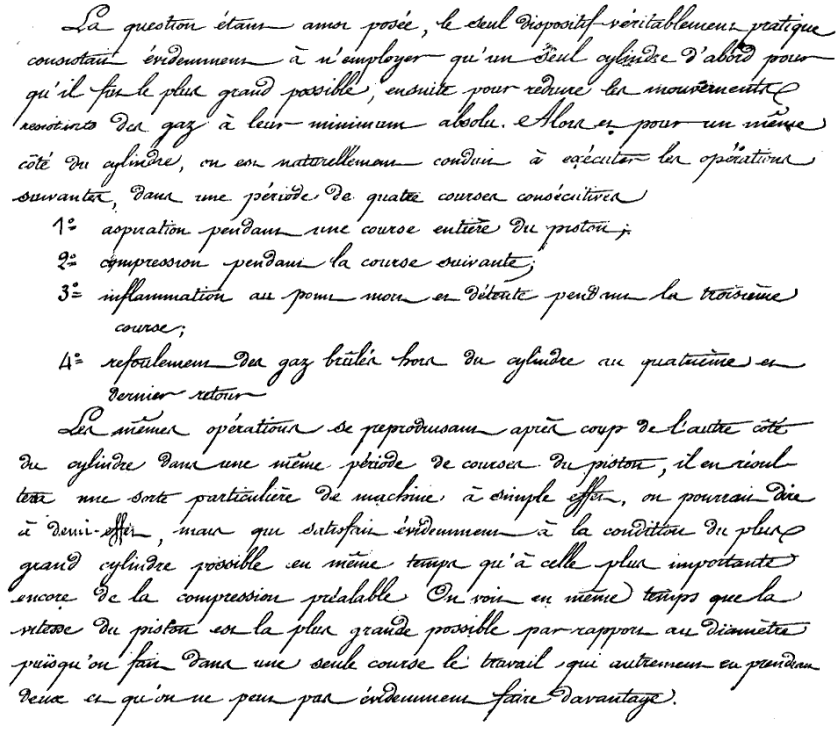


Fig. 5. — Passage du mémoire autographié de Beau de Rochas, relatif au cycle à quatre temps.

En France, le moteur Lenoir, remarqué à l'Exposition universelle de 1865, se répandit avec succès dans la petite industrie. Il consommait, il est vrai, beaucoup de gaz. Mais il était d'un emploi tellement commode, d'une mise en marche si immédiate, qu'on passait volontiers sur cette consommation pour éviter l'emploi d'une machine à vapeur.

En Angleterre, d'intéressantes recherches furent poursuivies dans la voie du cycle à deux temps avec compression préalable. Le moteur comprenait deux cylindres, un cylindre de compression et un cylindre de travail. Aux progrès

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

accomplis pour la réalisation de cette formule est attaché en particulier le nom de Dugald CLERK.

En Allemagne, voici ce qui se passa.

Vers la fin de 1861 (c'est l'époque qu'indique Hugo GÜLDNER dans son ouvrage intitulé : *Das Entwerfen und Berechnen der Verbrennungskraft Maschinen und Kraftgas-Anlagen*. 3e édition, 1914, Julius Springer, Berlin). Nicolas-Auguste OTTO, de Deutz, avait entrepris de faire construire par le mécanicien ZONZ, de Cologne, en vue d'essais, une machine à gaz d'une conception singulière et compliquée. C'était une machine à quatre cylindres dont chaque cylindre contenait deux pistons, savoir un piston moteur relié par bielle au vilebrequin et, derrière ce piston moteur, un piston flottant, dont les déplacements, résultant à la fois du jeu des pressions et de l'action de ressorts, devaient produire, lors de l'échappement des gaz brûlés, l'évacuation complète de ces gaz. C'est surtout cette évacuation complète que paraît avoir recherchée Otto. Si les essais, qui furent poursuivis durant toute l'année 1862, avaient abouti, on aurait eu là un moteur fonctionnant suivant un cycle à quatre temps, différant d'ailleurs considérablement, par sa complication, de la solution simple formulée dans le brevet de Beau de Rochas et qui devait s'imposer dans l'avenir. Mais ces essais ne réussirent pas. Otto, abandonna la recherche sans prendre aucun brevet. Nous lisons dans Hugo Güldner :

« Otto ne mit pas cette machine en marche (brachte diese Maschine nicht in Gang), parce que le but principal qu'il visait par l'emploi du piston flottant ne put être atteint. Le mélange très pur, par suite de l'expulsion complète du résidu gazeux, produisait des excès de poussée, qui s'accompagnaient de dangereux à-coups, aggravés encore par le mouvement libre dudit piston et les variations du point d'allumage.

Après qu'Otto se fut efforcé en vain, pendant une année, de surmonter ces difficultés et d'autres encore, il abandonna tout à fait le moteur à action directe — et avec celui-ci le moteur à quatre temps, qui était alors pour lui absolument accessoire, — et se consacra pendant quinze ans à sa machine à piston libre. »

Cette machine à piston libre était d'ailleurs loin d'être sans mérite. C'était la *machine verticale Langen et Otto*, dans laquelle l'explosion projetait de bas en haut le piston qui revenait ensuite vers le bas en entraînant le mécanisme, avec une détente prolongée jusqu'au-dessous de la pression atmosphérique, selon le principe indiqué dès 1854 par BARSANTI et MATTEUCCI. La longue détente assurait à ce type de moteur à deux temps un rendement remarquable pour l'époque.

C'est en 1872-1873, dix ans par conséquent après la publication chez Lacroix des idées de Beau de Rochas, qu'un horloger de Munich, Christian REITHMANN, construisit le premier moteur dans lequel ait été véritablement réalisée la formule du cycle à quatre temps. Voici (fig. 6), empruntée à l'ouvrage de Hugo Güldner, une coupe de cette machine.

Puis, vers 1876, rentrée en scène de Nicolas Otto. Il abandonne le système du moteur atmosphérique Langen-Otto (fig. 7). La fabrique de Deutz se met à construire des machines à quatre temps. Otto prend pour celles-ci des brevets en plu-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sieurs pays : notamment, en France, il se fait délivrer, par les soins de l'agent de brevets Armengaud aîné, le brevet n° 113.251, du 9 juin 1876.

Si nous faisons comme pour le brevet de Beau de Rochas, c'est-à-dire si nous allons rue de Pétrograd et si nous nous faisons présenter le brevet d'Otto, nous y trouvons quelques parallélismes assez curieux avec le brevet du 16 janvier 1862. Bornons-nous à recopier textuellement les revendications par lesquelles se termine le mémoire. Pour bien comprendre la succession des n^{os} 2 et 3 dans le

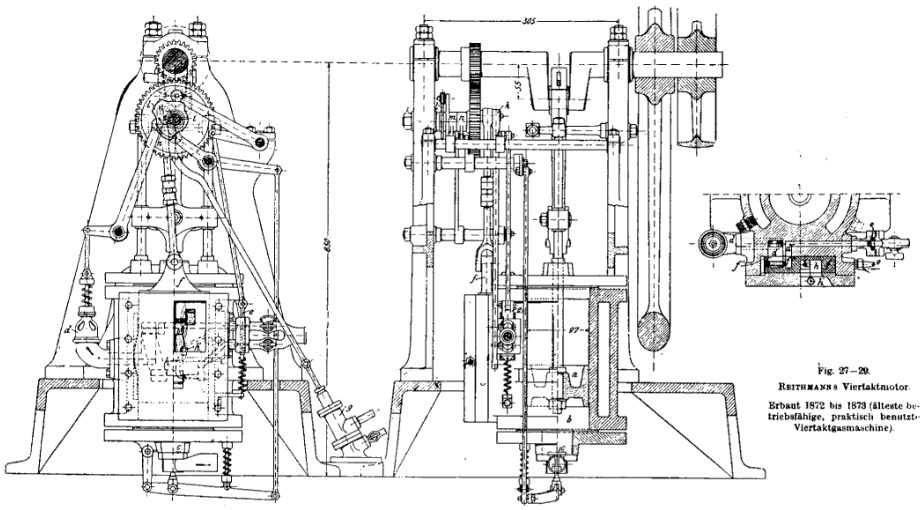


Fig. 27–29.
Reithmann's Viertaktmotor.
Erbaut 1872 bis 1873 (älteste betriebsfähige, praktisch benutzte Viertaktgasmaschine).

Fig. 6. — Moteur à quatre temps de Reithmann (figure extraite de l'ouvrage de Hugo Güldner).

texte ci-après, il faut savoir que, dans le mémoire de Nicolas Otto, comme précédemment dans celui de Beau de Rochas, le choix était laissé entre le système du moteur sans compression et celui du moteur à compression préalable. Cela dit, les revendications d'Otto furent les suivantes :

« Comme nouveau et particulier nous réclamons :

« 1° Le fait et le mode d'unir dans un espace fermé et avant leur combustion, des gaz inflammables mélangés d'air, et un autre gaz, de telle manière : que la combustion, provoquée à un endroit déterminé, se propage en se ralentissant de molécule à molécule; que les produits de la combustion ainsi que l'autre gaz qui les entourent se dilatent par la chaleur produite et qu'ils produisent par leur détente une force motrice;

« 2° De produire les effets énoncés ci-dessus au moyen de gaz qui jusqu'au moment de leur combustion ont une tension égale à celle de l'atmosphère;

« 3° De produire les effets énoncés ci-dessus au moyen de gaz qui, avant leur combustion, ont une tension supérieure à celle de l'atmosphère;

« 4° D'établir l'action du piston dans le cylindre d'un moteur à gaz à mani-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

velle, de telle façon que, pour deux révolutions de la manivelle, les phénomènes suivants se produisent d'un seul côté du piston :

a) Aspiration des gaz dans le cylindre; — *b*) Leur compression; — *c*) Leur combustion et leur travail; — *d*) Leur évacuation hors du cylindre;

« 3° La construction de la machine comme elle est décrite plus haut. »

On remarque, au début du texte qui précède, un point spécial qui n'existait pas dans le brevet de Beau de Rochas : c'est lorsqu'il est dit que, avant combustion,

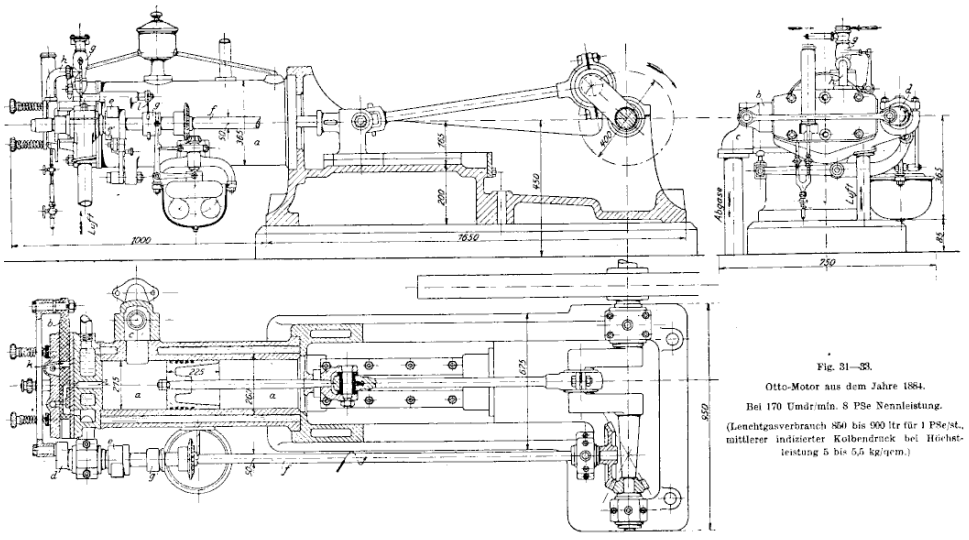


Fig. 7. — Machine Otto, à 4 temps (figure extraite de l'ouvrage de Hugo Güldner).

les gaz sont disposés de telle manière que la combustion provoquée à un endroit déterminé se propage en se ralentissant de molécule à molécule. C'est ce qu'on a appelé la *théorie des tranches d'Otto*. Par la suite, cette théorie n'a joué aucun rôle dans la technique du moteur à gaz. Mais elle en a joué un dans les contestations dont il nous reste à parler, et c'est pourquoi nous la signalons.

Abstraction faite de ce point, il est impossible de ne pas être frappé de l'identité (le mot n'est pas trop fort) de la définition du cycle à quatre temps par Otto avec sa définition par Beau de Rochas. Toute contestation s'élevant par la suite au sujet des droits attachés à cette définition avait dû être ramenée à ces termes :

Voilà deux textes pratiquement équivalents. L'un est de 1862, l'autre de 1876. Lequel a la priorité?

***

Jusqu'en 1884, la question ne fut pas posée, parce que la validité des brevets d'Otto ne fut contestée par personne. La machine Otto à quatre temps avait fait

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

son apparition à l'Exposition universelle de 1878 et y avait obtenu un vif succès. Construite en France, d'abord par la Compagnie parisienne du Gaz, qui fabriquait aussi le moteur Lenoir à deux temps, puis, à partir de 1881, par la Compagnie française des Moteurs à gaz et de Contructions mécaniques, elle faisait tomber la consommation moyenne de 3 m³ à 1 m³ de gaz d'éclairage par cheval-heure. Son emploi se répandit rapidement.

Ce que voyant, Lenoir abandonna le cycle à deux temps et, en 1884, après avoir pris de nouveaux brevets, il s'adressa à Mignon et Rouart, à qui il concéda la fabrication de ses moteurs à quatre temps. La Compagnie des Moteurs à gaz vit dans ceux-ci une contre-façon des brevets Otto dont elle était propriétaire et qui avaient encore huit ans à courir; elle fit opérer des saisies dans les ateliers de Mignon et Rouart ainsi que dans trois établissements industriels qui avaient acheté de ces moteurs (Couturier, Soufflot, Lefébure et Beck) et elle engagea, en janvier 1885, une instance devant le Tribunal civil de la Seine.

Le 12 août 1885 fut rendu, par la 3e Chambre du Tribunal, un jugement la déboutant sur tous les points de ses prétentions. La question s'était trouvée quelque peu compliquée du fait que la Compagnie avait revendiqué, en premier lieu, l'emploi d'un mélange gazeux non homogène (théorie des tranches d'Otto). Au sujet du cycle des opérations de la machine, le jugement prenait motif de ce que ce cycle était, dès avant le brevet Otto, dans le domaine public.

La Compagnie interjeta appel et réclama une expertise. Les experts nommés par la Cour furent MM. Mascart, membre de l'Institut, professeur au Collège de France, Banderali, ingénieur au Chemin de fer du Nord, et Violet, ingénieur civil. C'est en novembre 1888 que l'affaire fut appelée devant la 1re Chambre de la Cour, présidée par M. le premier président Périvier. L'avocat de la Compagnie des Moteurs à gaz, Me Pouillet, et celui de Mignon et Rouart, Me Albert Martin, se livrèrent à un grand tournoi oratoire, notamment sur les questions de mélange hétérogène ou homogène, d'allumage par tiroir, etc. Je ne résiste pas au plaisir de citer l'exorde de la plaidoirie de Me Albert Martin en réplique à son illustre confrère :

« Messieurs, vous avez entendu une plaidoirie merveilleuse! Mon confrère a trouvé le moyen, pendant trois grandes audiences, de retenir votre attention sur des matières difficiles, qui ne rentrent pas dans le cercle ordinaire de vos études, et il y est arrivé sans effort et comme de lui-même. Quant à moi, Messieurs, en l'écoutant, je me sentais revenir d'un grand quart de siècle en arrière, et il me semblait que j'assistais à l'une de ces séances de la Conférence des Avocats, où Me Pouillet remportait ses premiers triomphes; c'était la même voix, la même ardeur juvénile, la même imagination, — car, Messieurs, il était poète alors, il l'est encore aujourd'hui, et il le sera toujours. — Il est le poète de la contrefaçon! Sous son doigt magique, vous avez vu les moteurs à gaz se transformer en une sorte de lyre et, nouvel Orphée, il vous a chanté les évolutions des molécules nageant dans un mélange hétérogène! Heureuses molécules! Après avoir été pétries en Allemagne par la lourde main d'un Teuton, elles ont trouvé en France un poète ailé pour chanter leurs vertus! »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans la suite de sa plaidoirie, discutant, parmi les prétentions des ayants droit d'Otto, celle consistant à revendiquer comme privilège la conservation d'une partie des gaz brûlés dans la culasse du cylindre à la fin du 3e temps, Me Albert Martin s'écriait :

« Que diriez-vous, Messieurs, d'un entrepreneur de fumisterie qui aurait inventé une cheminée produisant de la suie, qui aurait pris un brevet pour cela et qui poursuivrait en contrefaçon ses confrères parce que leurs cheminées produisent de la suie? »

Dans son arrêt, rendu le 29 novembre 1888, la Cour a fait une distinction entre le moteur saisi chez Mignon et Rouart, qu'elle reconnut n'être entaché de contrefaçon ni en vertu du brevet de 1876, ni en vertu de celui de 1877, et les moteurs saisis chez Couturier, Soufflot, Lefébure et Beck, entachés de contrefaçon en tant qu'ils étaient munis du tiroir breveté par Otto en 1877. Mais ce point ne nous intéresse pas. Ce que nous retenons, c'est que la Cour a pleinement confirmé, sauf en ce qui touche ce point spécial du tiroir, la décision des premiers juges ; il est dit, dans l'un des considérants de l'arrêt, que le caractère de nouveauté manque à la presque totalité des éléments constitutifs du moteur à gaz breveté par Otto en 1876, « et spécialement au *cycle à quatre temps qui en est l'élément principal, élément antérieurement décrit et breveté par Beau de Rochas.* »

*
* *

Justice était ainsi rendue à l'inventeur; mais celui-ci restait obscur et pauvre. Rendons hommage au groupe des savants français qui eurent à cœur de réparer, autant qu'ils le pouvaient, cette iniquité du sort. A l'occasion de l'Exposition universelle de 1889, l'éminent professeur de l'École des Ponts et Chaussées, Joseph Hirsch, fit inscrire le nom de Beau de Rochas, dans le relevé des grandes inventions du XIXe siècle, sur la liste des perfectionnements des moteurs à gaz. D'autre part, Marcel Deprez prit l'initiative de lui faire obtenir un encouragement à la fois moral et matériel, sous la forme d'une récompense de notre Société. Il écrivit le 17 février 1890 à Haton de la Goupillière, alors président de la Société d'Encouragement : « Je vais tâcher de le voir pour le sonder au sujet des moyens qu'il conviendrait d'employer pour lui venir en aide efficacement et sans le froisser, car il est fier et il a été aigri par une longue série de déceptions et de passe-droits. » Cette admirable lettre et diverses autres non moins intéressantes, échangées entre Haton de la Goupillière, Marcel Deprez, Hirsch et Beau de Rochas durant l'été de 1890, sont conservées aux archives de la Société d'Encouragement.

C'est ainsi que, sur le rapport de Hirsch, un prix spécial des Arts mécaniques, d'une valeur de 3.000 fr (3.000 fr c'était en ce temps-là quelque chose) fut décerné à Beau de Rochas.

Dans son rapport, Hirsch écrivait :

« Il est douloureux de le constater, cette découverte n'a jusqu'ici rapporté à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

son auteur ni honneur ni profit. Le brevet qu'il avait pris en janvier 1862 fut inutilement proposé à plusieurs maisons de construction : l'auteur était en avance sur son temps, il ne fut pas compris et, dès 1863, le brevet était tombé dans le domaine public. Quelques années après, la machine à quatre temps faisait son apparition sous d'autres noms et procurait largement à ses promoteurs les honneurs et la fortune. C'est le *sic non vobis*, la vieille histoire, toujours nouvelle et toujours désolante. »

Rappellerai-je, à propos de ces derniers mots de Hirsch, que les inventions d'abord inaperçues ou tombées dans l'oubli, et reprises plus tard, sont légion dans l'histoire de la science appliquée. Citerai-je le bandage pneumatique des roues, inventé et réalisé par R. W. Thomson dès 1845, puis perdu de vue jusqu'à sa ré-invention par J.-B. Dunlop? Citerai-je la turbine à vapeur, dont les conditions de réalisation avaient été prédites avec une si étonnante précision par Vicaire en 1853?

*
* *

L'application du cycle à quatre temps a reçu depuis un demi-siècle bien des perfectionnements, mais sa formule est demeurée.

Cela est dû à la simplicité de cette formule, à son heureuse réalisation au moyen d'un petit nombre de pièces mécaniques, à l'aptitude aux grandes vitesses qui a été le résultat des perfectionnements de l'allumage et de ceux de la distribution, au bon équilibrage des forces d'inertie dans les moteurs polycylindriques. Non seulement la grande vitesse de rotation allège la machine, mais, concurremment avec l'augmentation du degré de compression, elle accroît le rendement thermodynamique.

Lorsque la limite imposée au degré de compression par les risques d'auto-allumage et de cognement a été considérablement reculée par l'invention du système Diesel, le cycle à quatre temps s'est trouvé tout aussi bien approprié à ce système qu'à celui des moteurs à explosion.

A la vérité, pour certaines applications, tant du moteur à explosion que du Diesel, on a été conduit par la nécessité d'alléger la machine au maximum, à revenir à un fonctionnement à deux temps; mais ce « deux temps » moderne n'exige pas, comme celui de jadis, l'adjonction au cylindre moteur d'un cylindre de compression séparé : la solution consiste à rassembler, sur un seul tour de manivelle et dans le même cylindre, la succession des phases qui, dans les moteurs à quatre temps, s'étalent sur deux tours. Du point de vue énergétique, c'est l'équivalent du fonctionnement à quatre temps.

Concluons donc que, jusqu'à présent, on n'a rien trouvé de mieux que le cycle de Beau de Rochas pour la production de la puissance motrice au moyen de l'air carburé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les applications actuelles du cycle Beau de Rochas,

par M. Pierre PRÉVOST, *président de la Société des Ingénieurs de l'Automobile.*

M. LE DIRECTEUR GÉNÉRAL, MESSIEURS LES PRÉSIDENTS, MESSIEURS,

Je m'excuse d'abord si je vous déçois... à moins peut-être que je ne vous fasse plaisir, en ne parlant pas, comme sans doute vous l'attendiez, des possibilités actuelles dérivées, sur le plan technique, de la géniale idée de Beau de Rochas.

Je n'ai pas, je ne puis avoir la prétention d'apporter ici des faits nouveaux : il n'y en a pas : il ne peut pas y en avoir : *Beau de Rochas, ingénieur français, est l'inventeur du cycle à quatre temps.* M. l'Inspecteur général Walckenaer vient d'en faire, d'ailleurs, une démonstration parfaite.

Je souhaite seulement situer brièvement l'importance de tout ce que le monde moderne doit à la technique des moteurs, dont Beau de Rochas fut le précurseur. Et, puisqu'aussi bien je n'ai pas la prétention de vous apporter du nouveau, depuis quatre-vingts ans qu'il y a des moteurs et qui tournent, je crois ne pouvoir mieux faire que rappeler le magistral discours du Capitaine J. S. Irving lorsqu'en 1936, il prit la présidence de la Société des Ingénieurs de l'Automobile britannique : il parla uniquement de la vitesse.

Le domaine des transports est celui dans lequel le moteur a joué un rôle prépondérant : le progrès sans cesse croissant de la rapidité des transports domine l'évolution de la vie des individus et des peuples, et il est étroitement, sinon uniquement, lié au moteur.

Sur l'eau, dans le ciel, sur la terre dans la paix et, hélas ! dans la guerre, le moteur est partout : il s'identifie presque avec la notion de vitesse.

Sur l'eau, je ne prétends pas que le Diesel soit appelé à supplanter le charbon, mais il serait injuste d'oublier ce qu'on lui doit. Même je vous avoue que, pour moi, nulle comparaison ne me donne mieux l'idée des progrès accomplis que celle des péniches péniblement tirées par des chevaux et des automoteurs. A quoi bon paraphraser le prix de la vitesse et du temps devant vous, Messieurs, si avertis. Mais comment aussi ne pas rappeler, en passant, que les records de vitesse sur l'eau n'ont pu être établis que grâce au moteur. Certes, on peut discuter interminablement de la valeur des records : il n'en reste pas moins qu'ils fixent à un moment donné les possibilités de la machine et de l'homme et que, dans le domaine où le moteur est le plus discuté, c'est à lui que l'on doit faire appel pour fixer les limites.

L'air est le domaine le plus éclatant des successeurs de Beau de Rochas. Le moteur seul a permis l'essor de l'homme, et le tableau des records depuis les 41 km/h de Santos-Dumont, en 1906, jusqu'aux 709 km/h d'Agello, en 1934, dessine clairement les progrès accomplis. Il y a mieux que les records : Londres à une heure de Paris, Prague à trois heures, l'Indo-Chine et Madagascar à quelques jours, l'Atlantique Sud vaincu par nos courriers, demain New York à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

24 heures de l'Europe. C'est dans les airs que le moteur permet à l'homme de gagner le plus de temps, de vivre plus vite, davantage.

Le commun des hommes voyage encore sur la terre et c'est là que l'invention de Beau de Rochas s'affirme la première des temps modernes. Déjà les chemins de fer, puissantes organisations centenaires, utilisent les possibilités du moteur pour les automotrices, plus souples et moins coûteuses que les trains, ou pour les locomotives Diesel; sans doute n'est-ce qu'un début : je constate.

J'arrive à l'automobile, qui a bouleversé l'industrie des transports, la vie économique et la vie sociale. Quelques chiffres! Rassurez-vous, je n'en abuserai pas : il y a environ 45 millions de véhicules automobiles dans le monde et l'on en a fabriqué 6 millions l'an dernier. Industrie immense qui ne peut manquer de grandir encore, au fur et à mesure que les pays neufs se développeront et que l'on saura mieux atteindre des couches nouvelles d'acheteurs.

M. Dumanois vous dira, tout à l'heure, ce que l'on peut attendre du moteur. Mais que ne peut-on attendre aussi de l'automobile? Nous verrons, j'en suis sûr, des véhicules plus légers, moins encombrants, moins chers et, partant, plus nombreux. Le rêve si humain du véhicule par famille sera réalisé demain : au risque de paraître un peu sibyllin, je puis vous dire que nous verrons prochainement en France, dans cet ordre d'idées, un grand effort sous l'impulsion simultanée des associations d'usagers et de techniciens.

A tout cela, il faut associer Beau de Rochas.

Comme il faut l'associer aux sciences et aux industries annexes nées de l'industrie des transports ou grandies avec elle : pétrole, métallurgie, accessoires divers, pneumatiques, équipements, aérodynamique, thermodynamique.... Mais quelle science, quelle activité humaine peut se dire aujourd'hui étrangère à l'idée qui plane sur cette réunion : le moteur moderne, invention française.

Je n'ai pas tout dit. Je n'ai pas parlé des moteurs fixes, si variés, si répandus. Mais je vous ai avoué que je n'avais pas le dessein de proclamer un palmarès complet, seulement celui d'évoquer l'ampleur, l'immensité des développements de l'idée que Beau de Bochas, le premier, a brevetée et de l'évoquer uniquement pour répéter : *Beau de Rochas, français, est le premier!*

Hélas! pourquoi faut-il que cette primauté, incontestable, reconnue en son temps par les techniciens et par les tribunaux, soit maintenant oubliée ailleurs qu'en France, au point que presque partout le cycle Beau de Rochas, *son cycle*, soit nommé d'un autre nom.

Deux raisons, à mon avis. Et je crois « servir » davantage en les développant qu'en parlant davantage de notre illustre inventeur.

D'abord, *notre propagande technique est mal faite*. Il semble que notre esprit critique et un sens exagéré de la mesure nous fassent craindre de publier haut et clair ce que font les nôtres. Pourtant, il n'y va pas seulement du prestige de notre pays, de sa culture, de sa technique; il y va aussi de puissants intérêts industriels et commerciaux. Il y a quelques semaines à peine, j'étais en Tchécoslovaquie, pays particulièrement ouvert aux idées françaises, et j'ai pu comparer nos efforts —

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sur le plan technique, car ce n'est point ici le lieu de parler d'autre chose — nos efforts, et ceux de nos voisins. Il faut nous aimer pour nous suivre et il faut le vouloir.

Mais les efforts des Pouvoirs publics, ceux des grandes sociétés savantes ou techniques, ceux des industriels seront stériles s'ils ne sont pas coordonnés par des hommes d'action, dans des buts d'action.

C'est uniquement dans un but de propagande française que la Société des Ingénieurs de l'Automobile a pris la tête d'un mouvement destiné à célébrer Beau de Rochas. Le succès à été... maigre jusqu'ici, et je me plais à espérer que, grâce à vos efforts à tous, Messieurs, de cette journée Beau de Rochas d'abord, la technique française ensuite, sortiront grandis.

Donc premier fait : la propagande française est à bâtir.

Deuxième fait : *les inventeurs français, les chercheurs ne sont pas assez aidés.*

Je sais bien qu'il y a de nombreuses raisons, toutes défendables. Hélas! il est toujours facile, en France, de trouver d'excellentes raisons de ne pas faire quelque chose. Le problème n'est pas là : il s'agit, au contraire de faire quelque chose, malgré ces raisons. Mieux vaut une œuvre imparfaite que rien du tout.

Lorsque M. Maurice Goudard, un de nos grands animateurs, que notre Société des Ingénieurs de l'Automobile s'honore d'avoir eu comme président, parla, voici deux ans, devant la Société des Ingénieurs de l'Automobile américaine, il se contenta d'énumérer tout ce qui, dans l'automobile, venait de France... au point de vue des idées, bien entendu. Cela jeta un froid, mais nul ne protesta, car tout était vrai. Comme M. Goudard et après lui, je répéterai que la France devrait exporter des idées — en attendant mieux. Laissons à d'autres, sans nous en désintéresser, le soin de résoudre les problèmes d'exportation, mais résolvons, nous, le problème de la recherche, celui de l'invention et de la mise au point.

Pour exporter des idées, il faut les mettre au point. La science pure, la recherche pure : parfait. Elles sont nécessaires et appartiennent, de l'aveu universel, au génie français plus qu'à tout autre. Mais il faut encourager et aider les chercheurs sur le plan de la *recherche dirigée* : nous savons bien, nous autres de l'automobile, qu'il y a plus de temps, d'effort et d'argent à dépenser pour mettre au point une idée que pour vérifier les hypothèses dont elle est née.

Il faut organiser la recherche à buts industriels. Il faut des moyens de documentation, des laboratoires largement ouverts, et rien n'est possible sans une puissante organisation, sans collaboration. Rien n'est possible sans créer un climat, dans lequel on unira la recherche pure et la recherche dirigée — sans sacrifier les moyens matériels de mise au point qui permettent seuls les inventions fructueuses... pour les inventeurs et pour leur pays.

Il y a deux ans passés, le remarquable rapport de M. Schwartz, sur l'industrie automobile, présenté au Conseil supérieur économique, préconisait nombre d'excellentes choses, parmi lesquelles l'organisation de la recherche en automobile, dans un laboratoire commun : rien n'a été fait! pas un seul pas!

On peut nous jeter la pierre, c'est vrai. Hélas! nous ne pouvons que plaider : *vox clamantis in deserto.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il existe pourtant des hommes en France, les étrangers eux-mêmes — et je suis amené à en rencontrer beaucoup parmi ceux qui étudient le moteur — reconnaissent la classe exceptionnelle des nôtres. Il existe même des laboratoires, et, si tout n'y est pas pour le mieux, on peut dire pourtant qu'il n'y aurait pas beaucoup à faire si la collaboration existait.

On reproche — c'est presque un lieu commun — aux inventeurs de ne pas réaliser, de n'avoir pas le goût, ou la patience, ou l'énergie de *finir*. Comment le pourraient-ils?

Je souhaite que le souvenir de Beau de Rochas évoque fortement la grande pitié des ingénieurs de France.

Je souhaite que l'on sorte enfin des discussions plus ou moins byzantines et que l'on agisse. Des chercheurs, nous en avons! Des ingénieurs à l'esprit plein d'intuitions, nous en avons et de génie. Nous avons tous les collaborateurs dont ils ont besoin. Ils nous manque, comme pour la propagande, l'action.

Je souhaite que de cette journée subsiste d'abord, avec le souvenir de Beau de Rochas, la certitude que le cycle à quatre temps est français et que c'est cette idée française qui a permis le prodigieux essor de tant d'industries, et qu'il en rejaillisse un peu plus de prestige pour la technique française.

Je souhaite, au moins autant, que son souvenir nous incite à nous grouper autour des hommes d'action qui bâtiront la propagande française, la recherche organisée en France et qui prépareront, à la technique et aux techniciens, une voie mieux frayée, des lendemains plus glorieux.

Les possibilités du cycle Beau de Rochas dans l'avenir,

par M. Paul DUMANOIS, *président de la Société française des Mécaniciens, affiliée à la Société des Ingénieurs civils de France.*

Il est bien difficile, en matière technique, de vouloir prédire l'avenir. En effet, il suffit d'une découverte scientifique nouvelle pour permettre d'envisager des solutions dont nous ne soupçonnons même pas l'existence. Il en sera, dans le domaine de la production de la force motrice, comme dans tous les autres domaines de la technique. D'autre part, si l'imagination est nécessaire pour créer, il ne faut pas non plus se laisser emporter sur ses ailes dans le domaine des rêves. Partons donc des réalisations actuelles et cherchons, compte tenu des possibilités permises par les expériences les plus récentes, à voir jusqu'à quel point peut nous amener le cycle de Beau de Rochas.

Il semble bien que le progrès en matière de production de force motrice au moyen de moteurs à combustion interne continuera, comme il l'a été jusqu'alors, ainsi que l'indiquait tout à l'heure M. Prévost, président de la Société des Ingénieurs de l'Automobile, à être mené par les problèmes de transport.

Qu'il s'agisse en effet de transport terrestre, maritime ou aérien, la question qui se pose est toujours de loger dans un volume donné et pour un poids minimum

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le maximum de puissance. De plus, les conditions d'exploitation nécessitent que ce résultat ne soit pas acquis aux dépens de l'endurance ni au prix d'une augmentation de consommation.

Si l'on considère les équations de poids et de volume, comme le nombre de tours est la seule variable qui ne pèse pas et qui n'encombre pas, on peut augurer que la voie déjà suivie dans le sens de l'augmentation du régime sera poursuivie, permettant de réaliser la même puissance avec un volume moindre et un poids moindre.

Certes nous connaissons déjà les difficultés que présentera l'augmentation de vitesse linéaire des pistons qui en sera la conséquence; nous les avons déjà rencontrées, quand, il y a seulement quelques années, on hésitait à dépasser une vitesse de 10 m/s. Les difficultés seront du même ordre et on les résoudra par des moyens analogues : amélioration du refroidissement et du graissage; modification des systèmes de distribution; abandon des soupapes ou modification de leur structure en remplaçant les ressorts actuels par des barres de torsion.

Cependant, la vitesse linéaire ne pourra croître indéfiniment : l'augmentation de puissance massique conduira tout naturellement à la généralisation du moteur à deux temps.

En prononçant ces mots, il semble que, précisément, j'envisage, avec la disparition du cycle à quatre temps, celle du cycle de Beau de Rochas. Il n'en est rien : au point de vue thermodynamique, comme au point de vue philosophique, le véritable éclair de génie de Beau de Rochas est d'avoir mis en évidence l'importance primordiale de la compression préalable sans transvasement au point de vue du rendement : que l'on réalise le cycle en consacrant inutilement un tour de manivelle à l'aspiration et à l'échappement ou qu'on ampute légèrement la période de détente pour faire l'échappement, puis le balayage, cela ne change rien au principe.

Le moteur à deux temps s'est tout de suite imposé pour le moteur Diesel, dont la forme définitive est le deux temps double effet : c'est que, dans un tel moteur, le combustible n'est injecté dans le cylindre qu'au moment de la combustion : le balayage se fait avec de l'air, alors que, dans les moteurs à mélange carburé préalable, le balayage entraînerait une perte importante de carburant.

L'emploi de l'injection d'essence pendant la compression permettra d'éviter cet inconvénient.

L'emploi du moteur à deux temps simplifiera le problème des soupapes ou même le supprimera : il facilitera le refroidissement par le balayage d'air frais : il se trouve donc dans des conditions meilleures que le quatre temps en ce qui concerne l'augmentation de puissance massique.

Il est un autre moyen d'augmenter la puissance massique, c'est d'agir sur la valeur de l'ordonnée moyenne : Ricardo a montré récemment qu'en suralimentant à un taux de 4, on pouvait obtenir une ordonnée moyenne de l'ordre de 40 kg/cm^2. Certes, il faudra renforcer le moteur, car les pressions maxima dépasseront 200 kg/cm^2; mais l'augmentation de poids croît moins vite que celle d'ordonnée

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

moyenne. Certes, aussi, il faudra trouver des solutions nouvelles pour les paliers : les techniques actuelles sont déjà à peine suffisantes pour réaliser des coussinets ayant à la fois un bon coefficient de frottement, une élasticité suffisante, une résistance mécanique convenable; mais la difficulté la plus grande viendra peut-être du combustible : la détonation est en effet fonction de la valeur absolue de la pression en fin de compression; avec un moteur à mélange carburé, suralimenté à 4, cette pression sera de l'ordre de 50 kg/cm², alors que, pour tenir à 20 kg/cm², il faut déjà des carburants dépassant 100 d'indice d'octane.

On peut d'ailleurs éliminer cette difficulté en abandonnant le cycle à explosion pour se rapprocher du cycle à pression constante en comprimant de l'air et en injectant le combustible à partir du point mort. On diminuera en même temps la valeur de la pression maximum de régime, ce qui facilitera la construction. Ce résultat sera atteint au prix d'une légère diminution de rendement à pleine charge. Un tel inconvénient est d'ailleurs minime : trop souvent, la préoccupation exagérée du rendement théorique a conduit à des réalisations fragiles conduisant à des dépenses d'entretien bien supérieures à celles que donnait le gain de rendement théorique.

Certes, on s'écartera alors de plus en plus de la lettre du cycle de Beau de Rochas : Beau de Rochas prévoyait en effet la compression d'un mélange carburé, la limite de compression étant précisément déterminée par le risque d'auto-allumage par compression adiabatique; mais une telle considération ne saurait nous chagriner. Lorsque, dans un éclair de génie, un précurseur imagine une nouvelle solution qui tranche avec celles qui sont en usage, il est rare qu'il puisse la faire triompher; nous dirons que cela est presque normal.

Ainsi que l'a dit Claude Bernard, une conception technique est comme une graine: il lui faut un terrain préparé et un climat convenable. Sa mise en œuvre immédiate, en admettant qu'elle soit possible, conduirait à une destruction de machines existantes pour les remplacer par des machines nouvelles : or, on ne peut supprimer l'amortissement sans créer un trouble économique. On peut même dire que plus l'idée est neuve, plus elle intéresse une industrie puissante, et plus le temps sera nécessaire pour qu'elle éclose et fructifie Lorsque ce stade est atteint, la conception est réalisée : elle devient du domaine courant; alors, elle vieillit, et à son tour, elle devient un frein devant les conceptions nouvelles qui la relèguent dans le domaine du passé.

Quant à l'inventeur, ou bien il sera mort ou bien il n'aura que l'espoir fragile de compter sur la reconnaissance de ceux dont il aura fait la fortune, à moins qu'une aide secourable, comme le fut pour Beau de Rochas celle de la Société d'Encouragement, vienne compatir à la misère de ses vieux jours.

Examinons maintenant si, parmi les conceptions nouvelles que l'on peut envisager, certaines, précisément, ne sont pas susceptibles de demander une contribution à l'œuvre de Beau de Rochas, dont, nous le rappelons encore une fois, l'essentiel est la mise en lumière de l'influence fondamentale de la compression préalable, sans transvasement, permettant, sans perte théorique de chaleur, d'élever le niveau de température auquel sont libérées les calories.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Une idée qui a déjà suscité les travaux de nombreux chercheurs est celle de la turbine à gaz.

Le génie humain, en effet, a été amené à concevoir toutes ses réalisations mécaniques en utilisant le mouvement circulaire, ignoré de la nature; et c'est pourquoi la turbine à vapeur est apparue, par rapport à la machine alternative, comme un progrès considérable, en permettant la production directe de ce mouvement circulaire sans nécessiter l'intervention de l'appareillage mécanique constitué par le système bielle-manivelle. Mais si l'on examine comment se pose le problème de la compression préalable, indispensable au bon rendement de la turbine à gaz, on s'aperçoit qu'il est nécessaire de la produire en dehors de la roue, dans une enceinte spéciale.

On arrive ainsi à la notion d'un foyer dans lequel se fait une combustion avec écoulement de gaz brûlés sur les aubages de la turbine; mais, pour amener d'une façon continue l'air à ce foyer, il sera nécessaire d'utiliser un compresseur transvasant cet air dans le foyer. On retrouve ainsi les mêmes causes congénitales d'infériorité de rendement qui handicapaient les conceptions des prédécesseurs de Beau de Rochas.

Le problème se présente d'une façon plus favorable si l'on envisage la combinaison de la turbine avec un moteur alternatif.

Considérons en effet le cycle du moteur à quatre temps. Au moment où commence l'échappement, règne une pression qui est de l'ordre de grandeur de 5 kg/cm² à pleine charge; l'énergie contenue dans les gaz qui s'écoulent à ce moment dans l'atmosphère est perdue au point de vue de la production de la force motrice.

Depuis longtemps, est venue l'idée d'utiliser ces gaz dans une turbine. La première conception qu'ont eue les inventeurs a été d'envoyer ces gaz dans une enceinte à la sortie de laquelle se trouvait une turbine à pression constante. Le calcul comme l'expérience montrent qu'on ne peut espérer faire ainsi une récupération notable de la perte triangulaire. En effet, l'utilisation d'une turbine ainsi constituée revient à introduire une contre-pression sur l'échappement du moteur, et l'on ne pourrait augmenter la puissance fournie par la turbine qu'en augmentant cette contre-pression, ce qui reviendrait à faire mal travailler, dans la turbine, des calories qui travaillent bien dans le moteur alternatif.

C'est qu'en effet, si on analyse de plus près les phénomènes qui se passent au moment de l'échappement, on constate qu'à ce moment, sort une masse de gaz à une pression relativement élevée, de l'ordre de 5 kg/cm² comme nous l'avons vu; aussitôt après cet écoulement, et pendant toute la course d'évacuation, le piston joue le rôle de simple organe de transvasement, refoulant les gaz à l'intérieur de la turbine. Il serait bien préférable à ce moment d'échapper à l'air libre.

Le seul moyen de récupérer de l'énergie est donc de l'aller prendre là où elle se trouve, c'est-à-dire dans ce que Rateau appelait « la bouffée d'échappement ». C'est Rateau, en effet, qui a eu la conception originale des possibilités permises par l'emploi d'une turbine à pression variable, susceptible précisément d'utiliser

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'énergie contenue dans cette bouffée d'échappement. Il concrétisait ainsi une conception de principe qui figurait déjà dans le moteur mixte à gaz et à vapeur du brevet de Beau de Rochas, dont M. Walckenaer nous a fait l'historique tout à l'heure.

Mais Rateau fut plus qu'un génial inventeur puisque, dès 1917, il avait réalisé sa conception théorique en l'adaptant au moteur d'aviation : la récupération ainsi réalisée permettait de faire tourner un ventilateur suppléant à la diminution de la masse de l'air de la cylindrée résultant de la diminution de densité avec l'altitude. Tous les moteurs d'aviation actuels utilisent ce principe, qui leur permet d'avoir leur puissance maximum, non plus au sol, mais à l'altitude d'utilisation.

Ce n'est d'ailleurs là qu'un cas particulier des possibilités permises par la suralimentation, véritable moyen d'avenir pour augmenter la puissance massique d'un moteur. Nous avons vu précédemment les espérances que permettaient d'entrevoir les expériences de Ricardo avec une suralimentation de 4.

Certes, la fatigue mécanique augmente, et nous avons exposé les difficultés dont il faudra triompher, mais, plus encore que la fatigue mécanique, il semble *a priori* que la fatigue thermique paraisse à redouter : suralimenter un moteur, c'est, en effet, augmenter dans le même rapport la masse d'air et la masse de combustible de chaque cycle; c'est donc augmenter la quantité des calories qui sont introduites dans une masse déterminée de matière, donc élever les températures d'équilibre des parois de la chambre de combustion et des organes de distribution.

Avec les cycles tels qu'ils sont actuellement réalisés, on est déjà à la limite. Or la suralimentation ouvre une possibilité nouvelle à ce point de vue.

Puisqu'on alimente le moteur avec de l'air comprimé, il est possible de refroidir le moteur en agissant directement sur la paroi interne de la chambre de combustion. En ouvrant la soupape d'aspiration avant la fin de la course d'échappement, on réalisera un balayage d'air frais à l'intérieur de la chambre. On évacuera ainsi les gaz brûlés restant dans l'espace mort et on enlèvera les calories qui se trouvent à ce moment sur la « peau » de la paroi.

Non seulement la fatigue thermique n'augmente pas, mais elle a tendance à diminuer. L'expérience a été faite et elle est concluante.

On n'a guère appliqué jusqu'ici la suralimentation qu'aux moteurs à quatre temps, mais nous pensons que c'est surtout sur les moteurs à deux temps qu'elle est la plus intéressante, puisque l'énergie contenue dans la bouffée d'échappement est plus considérable que pour les moteurs à quatre temps.

Nous pensons donc que le terme ultime de l'évolution du cycle Beau de Rochas sera atteint avec le moteur à injection à deux temps, à forte suralimentation et dont la puissance massique et le rendement seront améliorés par l'accouplement de turbines à pression variable sur l'échappement.

Ainsi les possibilités du cycle Beau de Rochas auront un champ nouveau d'application, grâce aux travaux de Rateau qui valorisent en même temps une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

autre idée de Beau de Rochas, la récupération de la chaleur perdue dans les gaz d'échappement. Ainsi nous sommes amenés tout naturellement à associer, dans l'hommage de nos cinq sociétés au nom de Beau de Rochas, celui de Rateau, qui fut membre du Comité de la Société des Ingénieurs civils de France, président de la Société française de Navigation aérienne, président fondateur de la Société des Ingénieurs de l'Automobile, membre du Conseil de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, inspirateur de la Société française des Mécaniciens.

Qu'adviendra-t-il ensuite? On peut supposer que les progrès de la science permettront de réaliser, sur des principes nouveaux, des sources d'énergie dont nous ne pouvons actuellement soupçonner la puissance, et les moteurs dont je viens d'envisager le développement futur apparaîtront à nos descendants aussi archaïques que nous paraît à nous le fardier de Cugnot.

C'est la loi même du progrès d'ouvrir à l'horizon un idéal nouveau quand a été atteint celui qui, la veille, semblait utopie.

Discours de M. H. Luc,

Directeur général de l'Enseignement technique.

MESSIEURS,

L'enseignement technique devait se joindre à vous pour célébrer la mémoire de Beau de Rochas. Vous avez demandé à son représentant de présider cette cérémonie. Je vous remercie d'un honneur qui ne va point à ma personne, car chacun des signataires de la lettre eût mieux convenu pour jouer lui-même un tel rôle. J'y trouve du moins l'occasion de dire aux présidents des grandes sociétés qui se sont associées pour constituer le Comité Beau de Rochas que leur union n'est pas seulement utile pour rendre justice à un technicien de génie, qu'elle pourrait, je n'ose ajouter qu'elle devrait, servir les intérêts permanents de la technique française et que l'enseignement technique a besoin de leur appui constant.

Nous célébrons aujourd'hui une idée, une glorieuse étincelle. La terre de France en est riche. Même les traits particuliers de Beau de Rochas, cette originalité saisissante, cette misère qui fut sordide, ce jaillissement continuel, un peu confus, d'idées de toute sorte. il semble qu'on les prévoie, qu'on les connaisse à l'avance comme l'image de l'inventeur, si commun chez nous. Auguste Comte, Charles Fourier ont, dans un autre domaine, la même singularité, le même génie. Nous sommes terre de trouvères et nous avançons souvent les premiers sur les routes inconnues. Mais nous savons mieux semer que récolter et c'est une leçon que l'exemple de Beau de Rochas devrait imprimer profondément dans tous les esprits français.

Je n'entreprendrai pas à mon tour de retracer longuement cet exemple. M. Labarthe, dont la conférence du 14 janvier 1936 à la Société des Ingénieurs de l'Automobile est au point de départ d'un grand acte de justice, a dit excellemment ce que fut Beau de Rochas. Devant vous, M. Walckenaer, avec une compé-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tence, une autorité reconnues de tous, vient de faire l'histoire précise de l'homme et de l'œuvre. L'homme, nous ne l'oublierons plus. Si Beau de Rochas était entré dans l'ombre ingrate, il en est sorti pour toujours. Ce personnage de Balzac, jailli, semble-t-il, des pages de *La recherche de l'absolu*, ne cessera d'errer aux yeux de notre imagination sur la route pluvieuse ou brûlante qui le conduit à pied au bureau, un rouleau de papier sous le bras, l'esprit tendu et plein de combinaisons sans fin recommencées. Domicile inconnu. Le vrai point d'attache de cette ombre, c'est la maison où nous parlons de lui, la plaque qui porte son nom. C'est aussi Digne où il est né, une région où les originalités abondent, une vieille terre, pauvre en biens, riche en hommes. Le point de départ, le point d'arrivée qu'il nous faut donner à une vie misérable, toute vouée à la création et au génie.

Le génie n'est pas douteux. Vous lui avez rendu hommage d'une façon définitive. Les inventions techniques, les découvertes scientifiques se suivent de si près et se mêlent si souvent dans le plus grand désordre qu'il est bien difficile d'ordinaire d'y découvrir, d'y marquer de vrais commencements. De là ces querelles continuelles de préséance qui opposent les individus et les peuples. Ici même, il y a, et cela est inévitable, des embryons, des anticipations obscures de l'idée géniale de Beau de Rochas. Mais cette idée est si claire et si précise, elle est réellement si neuve qu'on ne peut nier que l'inventeur français ait créé le cycle à quatre temps avec compression préalable, qu'il en ait répandu l'idée dans le public, que ceux qui vinrent après lui et qui réalisèrent des moteurs conçus d'après ce principe ont pu s'inspirer de son œuvre, ne l'ont très probablement pas ignorée et ne peuvent passer au même titre pour originaux. Le cycle à quatre temps est donc, comme beaucoup d'autres, une idée française. Ici encore, la France a semé. Quant à la fécondité de ces semailles, vous en avez montré la prodigieuse ampleur. Vous avez fait voir que les autres cycles, que les autres types de moteur, ceux déjà créés et utilisés, ceux qu'on pourrait concevoir, comme mon ami, M. Dumanois, vient de le tenter avec une si belle hardiesse, dérivent de l'invention de Beau de Rochas et la prolongent. Il a ouvert un champ immense où les applications n'ont cessé de jaillir, d'où sont sorties même ces audaces de la navigation aérienne qui forment le trait le plus saillant de notre époque et qui représentent à la fois tant d'espoirs et tant de craintes. Il y a des noms plus grands. Un Ampère, un Sadi Carnot, méritent une autre gloire, ayant donné à la pensée d'autres domaines et percé d'autres ténèbres. Beau de Rochas n'en marque pas moins, dans l'ordre de la technique, une date capitale et mérite que la France s'enorgueillisse de son nom.

On ne lui doit cependant qu'une idée, quelques lignes d'un mémoire consacré en même temps à d'autres problèmes. L'idée, c'est la graine, dit Claude Bernard. Oui, mais à condition qu'elle germe, qu'elle produise ses fruits. Il se fait dans l'imagination des hommes de perpétuels remuements qui dessinent peut-être de grandes découvertes. Mais cette invention intellectuelle ne suffit pas. Il faut en venir au laboratoire, puis à l'usine. Le drame de l'invention, ce sont ces conditions matérielles où les individus s'épuisent. Beau de Rochas inconnu, malheu-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

reux, renaît chaque jour et chaque jour la société, l'État sont aveugles et ingrats, inévitablement, devant une idée neuve, peut-être féconde. Le seul remède, c'est l'organisation, l'organisation de la recherche scientifique, l'organisation de la recherche technique, ordres distincts et complémentaires qui nous affranchiront seuls du désordre, du hasard, qui feront seuls la grandeur et la richesse de notre pays.

Déjà chez nous, la recherche scientifique s'organise, grâce à Jean Perrin. L'organisation de la recherche technique nous manque encore où des sociétés comme les vôtres devraient, coalisées, jouer leur rôle, afin qu'au-dessus des individus, au-dessus des entreprises impuissantes et d'intérêt contraire, se crée un système cohérent de centres de recherches, afin que les lacunes de notre technique soient reconnues et comblées, afin que soient levées les servitudes qui nous lient aux techniques étrangères. C'est noblesse d'inventer, de créer, c'est faiblesse de ne jamais cueillir, ou trop rarement, le fruit de ses créations, et les abeilles de Virgile, qui travaillent pour d'autres, conseillent la prudence. Il y a un excès dans le désintéressement comme dans l'égoïsme. La France, dont les idées ont enrichi souvent d'autres peuples, ne peut espérer que ceux-ci nous donneront gratuitement le produit de leurs laboratoires et de leurs usines. Ils nous vendent, et très cher, le résultat de leurs patientes mises au point; les techniciens qu'ils nous offrent maintiennent cette tutelle onéreuse. Notre intérêt matériel, le souci d'une indépendance économique, qui va de pair avec l'indépendance politique, nous commandent de tirer parti de notre génie, de nos idées, de créer nous-mêmes des laboratoires, de mettre à la disposition de nos industries les résultats de leurs recherches, de travailler avec méthode, avec continuité, au progrès de la vie économique française, de sa puissance technique et industrielle, dont dépendent à la fois la paix et la guerre.

C'est aussi le moyen de faire cesser, dans toute la mesure du possible, ces hasards funestes qui président à la vie des inventeurs. Il est mauvais que la pensée fasse trop souvent vœu de pauvreté. Il est dangereux que l'intelligence, que le génie, les forces morales les plus hautes, les plus humaines, soient continuellement asservies aux puissances matérielles. La gloire posthume, même éclatante, les discours, les plaques, les statues, n'effacent pas les misères de l'esprit vivant et un représentant des Pouvoirs publics, quand il évoque les noms de Beau de Rochas, de Charles Tellier, de tant d'autres, doit sentir en lui l'aiguillon du remords. Pour l'éviter, organisons la recherche, non pour suppléer le génie par l'impossible méthode d'invention des idées dont rêvait Leibniz au XVII^e^ siècle, mais pour aider l'esprit dans ses démarches, pour lui donner des moyens matériels, pour créer des équipes, car le travail d'équipe est le plus fécond et le plus rationnel, pour rendre l'invention humaine et donner au travail le plus humain de tous des formes qui l'éloignent du martyre, élément nécessaire de cette organisation générale, inévitable, qui doit rendre la production assez abondante pour satisfaire aux besoins de la consommation et procurer, devoir impérieux, du travail à tous, et faire disparaître ces antinomies de la vie moderne pour qui trop de gens dans le monde ne croient possibles que des solutions violentes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Permettra-t-on au directeur de l'Enseignement technique de tirer de l'exemple de Beau de Rochas une autre leçon? J'admire en lui, non le succès, qui n'est pourtant que la consécration de son intelligence, mais sa flamme, sa curiosité toujours en éveil. Voilà la vraie marque de l'esprit, plus que le savoir, plus que la compréhension même! C'est elle qu'il faut, je crois, susciter, entretenir dans l'éducation technique, d'abord chez les ingénieurs et même chez leurs collaborateurs, afin qu'ils ne soient pas submergés par le poids toujours plus lourd des connaissances acquises, afin qu'ils ne soient pas esclaves des machines, du rendement, des servitudes ordinaires du travail, afin que leur esprit conserve sa fraîcheur et sa vie. Je crois qu'il le faut pour les maintenir hommes et pour éviter qu'ils ne deviennent machines, et qu'il le faut aussi pour qu'ils puissent comprendre.

Tout ce qu'on a trouvé et que représente cet immense capital matériel et intellectuel a été cherché, et, seul, celui qui cherche comprend celui qui trouve. Pour les autres, ces découvertes ne sont que formules abstraites, laborieusement enchaînées dans un ordre admirable, mais inhumain. L'histoire des sciences, l'histoire des techniques, l'esprit d'invention surtout, permettent seuls d'échapper à des habitudes intellectuelles où se prend le pli définitif et dangereux de la passivité et qui substituent l'illusion du savoir à la réalité de la pensée.

Il est temps de conclure. Nous voici rassemblés pour célébrer un inventeur français, à la demande d'une société française qui sut l'aider dans la tristesse de ses vieux jours. On a prouvé ici que Beau de Rochas était un authentique grand homme et qu'il avait enrichi le patrimoine humain d'une découverte incontestable. Nous n'avons pas voulu alimenter l'orgueil de notre pays et de notre race. Il ne s'agit pas de triompher, et cette gloire, ajoutée à tant d'autres ne tournera pas, nous en sommes sûrs, les têtes françaises, uniquement préoccupées de vivre libres parmi des nations libres. Il n'y a qu'un triomphe, celui de la technique, injustement accusée de tant de crimes et qui n'a commis que ceux que lui imposent la folie et la méchanceté des hommes. Beau de Rochas invente le cycle à quatre temps; il rend possible ce règne des moteurs dans lequel nous vivons. Il ne prévoit pas, il ne veut pas qu'on en fasse un mauvais usage, qu'on s'en serve pour semer la mort au lieu de la vie. Il est innocent des erreurs, des crimes commis et possibles. Nous pouvons donc, nous devons le célébrer sans remords. Et puis, nous prémunir ensuite contre les desseins redoutables de ceux qui font servir l'œuvre des techniciens à leur folie orgueilleuse. Car rendre hommage au génie français c'est d'abord maintenir la France.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE

INAUGURATION D'UN BAS-RELIEF, EN L'HONNEUR DE BEAU DE ROCHAS, AU SALON DE L'AUTOMOBILE DE PARIS, 1937.

(Paris, 8 octobre 1937).

Il convient de rappeler qu'une autre cérémonie a eu lieu le 8 octobre 1937 en l'honneur de Beau de Rochas : l'inauguration, au Salon de l'Automobile, d'un bas-relief dû à M. de Bus, Grand Prix de Rome, et qui a retenu l'attention de M. Albert Lebrun, président de la République.

Nous reproduisons ci-dessous cette œuvre d'art qui a été fort remarquée, et

Photo C. Duprat.

Bas-relief, exécuté, en l'honneur de Beau de Rochas, par M. de Bus, Grand Prix de Rome, qui a figuré au Salon de l'Automobile de Paris (octobre 1937).

où sont représentés les appareils de locomotion : routiers, sur voie ferrée, maritimes et aériens, redevables de leur essor au cycle de Beau de Rochas. Une courte notice, apposée au bas-relief, renseignait très brièvement les visiteurs non avertis sur l'œuvre du génial inventeur; au-dessous, figurait la photographie des parties du brevet de 1862, qui concernent le cycle à quatre temps.

Aucune publicité n'avait été faite au sujet de cette présentation. Comme l'a expliqué M. Pierre Prévost, président de la Société des Ingénieurs de l'Automobile (S. I. A.) (voir le *Journal de la S. I. A.* de décembre 1937), le Comité Beau de Rochas, qui s'était constitué dès le début de 1937, avait chargé la S. I. A. d'ouvrir une souscription avec le produit de laquelle un monument devait être élevé à la mémoire de Beau de Rochas. Le baron Pétiet donna aussitôt son assentiment pour que le monument fût présenté au prochain Salon de l'Automobile; son

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

but étant ainsi bien défini, la souscription fut aussitôt couverte, et uniquement par les industriels de l'automobile. La S. I. A. put alors se charger de l'exécution d'un bas-relief et convia à son inauguration toutes les sociétés et revues, savantes ou techniques. françaises et étrangères. La Société d'Encouragement y fut représentée par M. Paul Dumanois, membre de son Comité des Arts mécaniques.

M. Prévost a tenu à faire connaître ceux qui ont participé, souvent très largement, à la souscription, car, a-t-il dit, c'est un palmarès. En voici les noms, donnés par ordre chronologique : la Chambre syndicale des Fabricants d'accessoires et pièces détachées; — la Chambre syndicale des Constructeurs d'Automobiles; — la Fédération nationale de l'Automobile; — les Projecteurs Cibié; — la Société Solex; — les Fonderies Debard; — les Établissements Repusseau; — les Segments Amédée Bollée; — la Société des Accumulateurs électriques Dinin; — la S. E. F.; — les Établissements Chausson; — les Établissements Ferrodo; — la Chambre syndicale de l'Industrie du Pétrole; — Paris-Rhône; — l'Aluminium français; — Westinghouse Automobile; — la Chambre syndicale du Cycle et du Motocycle.

M. Prévost a ajouté : « Je crois que toutes les fois qu'on aide la technique française en rendant justice à un ingénieur et en publiant tout ce que le monde lui doit, on fait une œuvre salutaire, et pour l'industrie automobile, et pour la France, et que ceux qui y sont associés méritent d'en être récompensés; c'est donc pour les récompenser que je les nomme. »

Ce bas-relief a été donné au Conservatoire national des Arts et Métiers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LE CHAUFFAGE ET LA VENTILATION A L'EXPOSITION INTERNATIONALE DE PARIS 1937,

par M. C. HÉRODY, *président de l'Union des Chambres syndicales du Chauffage de France, vice-président de la Classe 36.*

D'une façon générale, le public étant beaucoup plus attiré par les nouveautés sensationnelles, la lumière, la décoration, les expositions étrangères et exotiques que par les perfectionnements purement techniques et utilitaires, la Classe du Chauffage et de la Ventilation, située dans le Pavillon du Bâtiment, a tout naturellement été moins visitée que d'autres parties plus attrayantes de l'Exposition. Ce sont surtout les spécialistes et les personnes du métier qui sont allés y voir ce qui avait été fait et en examiner les détails.

L'exposition de cette classe (classe 36) avait été cependant composée à la demande du Commissariat général de l'Exposition sous une forme toute nouvelle, qui méritait une certaine attention.

Au lieu d'être l'étalage, les uns à côté des autres, de tous les appareils de chauffage plus ou moins courants, comme on le voit généralement dans les foires-expositions, les bazars et les magasins, l'Exposition du Chauffage et de la Ventilation, pour la première fois, présentait, en effet, une analyse des différents procédés servant à la production et à l'utilisation de la chaleur, de façon à montrer l'état actuel de la science du chauffage et du conditionnement de l'air, ainsi que les moyens dont les constructeurs disposent, à l'heure actuelle, pour réaliser toutes les installations modernes.

Pour la première fois, les exposants, ayant abandonné toute idée de particularisme et de concurrence et après s'être mis d'accord, avaient composé leurs stands, soit pour présenter des choses se complétant mutuellement, soit pour montrer les différences qui peuvent exister entre les différents systèmes similaires; ou bien ils s'étaient groupés pour faire des présentations en commun, réunissant dans un même ensemble les divers procédés permettant de résoudre les problèmes courants, journellement posés à leurs industries.

Présentée de cette façon, l'Exposition du Chauffage et de la Ventilation se trouvait être, naturellement, un peu rébarbative pour ceux qui, non spécialistes, ne faisaient que la parcourir sans connaître ou recevoir les explications nécessaires. Aussi, des visites accompagnées, faites sous la direction d'ingénieurs, avaient-elles été organisées pour permettre d'en saisir tous les détails. Ceux qui les ont suivies, ayant pu alors en comprendre toute l'importance, en ont tiré, à leurs dires mêmes, le plus grand profit, et les lettres de félicitations que le Comité a reçues ont montré que les efforts n'avaient pas été faits en vain.

C'est pour ainsi dire à l'une de ces visites que nous allons faire participer rapidement les lecteurs de cet exposé, afin qu'ils puissent, eux aussi, se rendre compte de ce qui avait été fait.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tout d'abord, l'Exposition du Chauffage et de la Ventilation, répartie sur deux étages d'une surface d'environ 400 m² chacun, était divisée en deux parties, l'une au rez-de-chaussée, comprenant tout ce qui se rattache à la production de la chaleur (*chaudières, combustibles, brûleurs, foyers mécaniques, régulation automatique, réseaux de distribution y compris les radiateurs courants*); l'autre, au premier étage, plus spécialement affectée à la distribution de la chaleur et à ses accessoires, aux organismes techniques du contrôle et d'essais, et à l'enseignement professionnel (*radiateurs électriques, aérothermes, calorifères à air chaud, panneaux chauffants, chauffage par rayonnement, conditionnement de l'air, robinetterie, fumivorité, dépoussiérage, bureaux d'études, de contrôle et d'essais, chambres syndicales, écoles d'apprentissages, etc.*)

Commençant au sortir de l'Exposition de la Chambre de Maçonnerie, la visite se terminait à l'entrée des salles de la Classe 35 (couverture-plomberie, installations sanitaires) où baignoires, lavabos, chauffe-bains, venaient compléter l'ensemble de l'exposition des appareils domestiques courants.

La visite normale s'opérait en parcourant en premier lieu le rez-de-chaussée (production de la chaleur) puis le premier étage, où se trouvaient les appareils d'utilisation.

Après avoir examiné, dans les travées de la Maçonnerie, un certain nombre de matériaux des plus intéressants (*briques cellulaires et liège, pour l'isolation des parois; briques réfractaires de haute résistance pour la protection des foyers, etc.*) l'entrée proprement dite de l'Exposition du Chauffage amenait tout d'abord les visiteurs devant la plus grosse chaudière sectionnée en fonte, mise en service ces tout derniers temps. Véritable tour de force de fonderie, cette chaudière était tout particulièrement remarquée par les techniciens.

A côté de celle-ci se trouvait, avec quelques chaudières courantes, toute la gamme des petites chaudières d'appartement avec des tableaux montrant leur rendement thermique et les progrès réalisés, surtout ces dernières années, dans leur construction. Toutes ces chaudières, qui sont actuellement du domaine courant, ne manquaient pas d'être examinées sur toutes leurs faces par les visiteurs, étant donnés la présentation qui en avait été faite et les différents émaux dont certaines étaient recouvertes.

Entre elles se trouvait l'exposition des combustibles nouveaux de plus en plus couramment employés (*coke, semi-coke, agglomérés divers de différentes formes*) avec un modèle réduit de presse à boulets, montrant la fabrication des agglomérés d'anthracite et de coke, et des vitrines mettant sous les yeux tout ce que l'on peut tirer du charbon cru pour faire comprendre l'importance qu'il y a, au point de vue national, à éviter, dans la plus large mesure possible par l'emploi de ces combustibles, la perte de tous ces produits extrêmement intéressants.

En face de cette première ligne de stands, se trouvaient placés les brûleurs à huile lourde des différents systèmes ainsi que les foyers mécaniques à charbon les plus courants, mettant ainsi sous les yeux des visiteurs tous les appareils dont on dispose maintenant pour brûler les combustibles autrefois délaissés et dont le rendement, par suite de la régulation automatique de la combustion, arrive, à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

être de beaucoup supérieur à celui de la simple chauffe à la main. Ces combustibles étaient exposés à côté de chaque appareil pour en montrer les avantages.

Deux stands présentaient, ensuite, les différents appareils de régulation automatique couramment employés pour : le contrôle de la chauffe, la répartition de la chaleur dans les pièces, le réglage du tirage et de l'admission d'air et l'équilibrage des installations en fonction de la température extérieure et des températures d'utilisation réclamées.

Les appareils les plus modernes étaient donc mis en évidence ainsi que tous les détails de l'organisation générale d'une régulation automatique de type courant.

Puis venaient les panneaux relatifs au chauffage urbain, montrant, par des photographies et des plans : l'état du réseau actuel de Paris; le programme des travaux futurs; les usines de production et les diverses réalisations déjà effectuées.

Enfin, de chaque côté de l'escalier, des ensembles de radiateurs en tôle et en fonte montraient toute la gamme des divers appareils employés maintenant d'une façon courante et le grand choix qui existe dans ce domaine pour exécuter au mieux les diverses installations.

Montant l'escalier, on avait alors de chaque côté deux grands panneaux décoratifs, représentant, l'un, un centre d'extraction de houille avec des photographies montrant le triage du charbon et sa manutention, la fabrication des agglomérés et du coke, etc., et une carte des différents bassins houillers de France; l'autre, une raffinerie de pétrole et les procédés de forage avec, sous forme de photographies, les nombreuses utilisations possibles des combustibles liquides dans la navigation, l'industrie, les installations de chauffage central et autres. Cette documentation était complétée par une carte des centres d'importation, de raffinage et de distribution des huiles et essences de pétrole.

Deux autres panneaux mettaient sous les yeux du public les travaux des deux principaux organismes de recherches, d'essais et de contrôle du chauffage et de la ventilation, et attiraient ainsi l'attention sur l'importance de ces questions et sur les moyens dont disposent les installateurs et les usagers pour réaliser et exiger des installations correctes.

Venaient ensuite : les radiateurs électriques portatifs, dont l'usage est devenu courant; les aérothermes, de plus en plus employés dans le chauffage des grands locaux; la robinetterie de chauffage, avec ses robinets à double réglage; les calorifères à air chaud modernes; les nouveaux poêles et les nouvelles cuisinières, dont les détails de construction étaient mis sous les yeux des visiteurs par des coupes. Le fini des appareils présentés, leurs formes, leurs émaux, ainsi que les principes mêmes sur lesquels ils sont établis méritaient une mention toute spéciale, car il y avait, à cet égard, un effort extrêmement grand des usines françaises pour offrir au public des appareils bien étudiés, à haut rendement calorifique, d'une conduite facile et d'une très grande solidité.

On arrivait alors à l'une des parties les plus importantes de l'Exposition, celle qui était affectée au chauffage par rayonnement et au conditionnement de l'air.

Toutes les maisons françaises s'occupant de ces deux problèmes s'étant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

groupées pour mieux mettre en évidence leurs solutions, ont pu présenter :

1° Un ensemble de maquettes représentant les divers procédés employés actuellement dans la construction pour réaliser le chauffage : par le plafond, par le sol, par les murs, au moyen de tuyaux qui y sont incorporés. Des coupes montraient en détail les réalisations suivant ces divers procédés, compte tenu de ce que la chaleur doit être déversée, ou d'un seul côté ou, au contraire, sur les deux faces de chaque paroi; des photographies exposaient les applications de ce procédé au chauffage et à la forcerie des plantes à l'air libre.

2° En face, deux caissons de conditionnement de l'air suivant les méthodes françaises montraient aux visiteurs comment se font la préparation de l'air et son envoi dans les pièces (batteries de pré-chauffage, dépoussiéreurs, batteries de mise à la température et à l'état hygrométrique voulus, ventilateurs de propulsion, gaines de répartition et bouches de sortie).

Ensuite, dans une pièce formant salon, se trouvaient exposés les différents appareils du Comité technique de la Ventilation et du Chauffage parmi lesquels : l'appareil grapho-mécanique pour le calcul des flux de chaleur; l'appareil de mesure de la ventilation naturelle des locaux, basé sur la différence de résistance d'un fil de platine porté au rouge suivant la teneur en hydrogène de l'air qui l'entoure; l'appareil de prise de la température instantanée des parois; les thermomètres résultants; les graphiques montrant les avantages du chauffage intermittent et les progrès réalisés depuis 1900 dans le rendement thermique des installations.

Des tableaux représentaient les écoles d'apprentissage des chambres syndicales et les travaux de l'Association des Ingénieurs de Chauffage et Ventilation de France.

Enfin, un appareil de projections faisait défiler devant les yeux du public toute la série des différents procédés de fumivorité et de dépoussiérage, de plus en plus utilisés depuis la mise en vigueur de la loi Morizet.

Cette visite était complétée par un coup d'œil : 1° aux vitrines-bibliothèques, dans lesquelles étaient exposés tous les cours et livres français récents, relatifs aux industries du chauffage, de la ventilation, de la fumivorité et du dépoussiérage et à leurs accessoires; 2° à un médailler, où avaient été exposés, grâce à de généreux prêteurs, des livres très anciens concernant la profession, tels que la *caminologie*, la *mécanique du feu*, etc., et dont certains remontent à 1600; les gravures et médailles représentant les savants français ayant contribué à la science du chauffage (Péclet, Fourier, Ser, etc.); 3° à un vitrail consacré à la mémoire des pionners français du chauffage et de la ventilation, dont les noms devaient être justement rappelés dans une exposition de cette importance.

Évidemment, l'Exposition du Chauffage ne paraissait pas présenter pour la majorité des visiteurs un intérêt passionnant. Ils auraient préféré voir un rassemblement plus important d'appareils réels. Mais, d'une part, une semblable composition n'eût pas été dans la ligne des idées convenant au beau titre de l'Exposition, *Arts et techniques dans la vie moderne*; d'autre part, il eût été impossible de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

réaliser par suite de la place relativement minime qui lui avait été réservée. Ce n'est pas sur 800 m², compte tenu de tous les passages à ménager et de toutes les obligations de circulation d'une exposition, que l'on peut rassembler les fabrications de toute une industrie française. Les organisateurs se sont donc vus obligés de n'accepter que ce qui était vraiment nouveau et intéressant et de se restreindre à un ensemble cohérent.

Du reste, préparée uniquement pour que les ingénieurs étrangers venus au 6e Congrès international du Chauffage et de la Ventilation pussent se faire une idée des progrès récents réalisés dans notre pays, cette exposition n'avait pas à être plus importante. Elle n'avait qu'un but : montrer ce que nous sommes capables de faire et prouver qu'en France, contrairement à ce que l'on entend trop souvent dire, nous ne sommes pas en cette matière à la remorque de l'étranger.

Le sixième Congrès international du Chauffage, qui a été tenu en même temps, a montré par l'importance et la valeur de ses communications, qu'en France la science du chauffage est loin d'être en décadence : il s'en faut de beaucoup.

Tous les étrangers qui ont visité l'Exposition et ont pris part au Congrès ont été vivement impressionnés par les travaux qui leur étaient présentés et n'en ont fait que des compliments. Il en a été de même à Genève, pour la présentation faite par la Cinquième Commission, celle de l'hygiène du chauffage dans l'habitation.

L'Exposition et le Congrès de 1937 ont constitué une œuvre utile pour notre pays. Malheureusement, contrairement à ce que les organisateurs avaient désiré, cette Exposition, comme beaucoup d'autres, n'a pu être prête à temps, et cela, indépendamment de leur volonté. Il leur a même fallu beaucoup de persévérance pour aboutir. On ne peut que les féliciter, ainsi que tous les exposants, du résultat de leurs peines, et c'est justice que le Jury international ait décerné de nombreuses récompenses à la classe 36.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1re CONFÉRENCE INTERNATIONALE POUR LA PROTECTION CONTRE LES CALAMITÉS NATURELLES (Paris, 13-17 septembre 1937),

par M. Paul VAYSSIÈRE, *membre du Conseil de la Société d'Encouragement.*

La 1re Conférence internationale pour la Protection contre les Calamités naturelles s'est tenue à Paris, du 13 au 17 septembre 1937, sous le haut patronage de M. le Ministre de l'Éducation nationale, la présidence d'honneur de M. le Sénateur CIRAOLO, président de l'Union internationale de Secours, et la présidence de M. ROTHÉ, président de la Commission française d'Études des Calamités et directeur de l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg.

M. le Ministre des Colonies a bien voulu, en clôturant cette manifestation, témoigner sa sympathie pour cette initiative et préciser l'intérêt des travaux qui y ont été poursuivis.

Quelques personnalités marquantes, déléguées officiellement par divers gouvernements étrangers, ont également, par leur présence et par l'intérêt soutenu avec lequel elles ont suivi les séances, sanctionné l'utilité d'une telle réunion, et leur témoignage fut unanime pour en souhaiter le renouvellement. Il en fut de même pour MM. les représentants des diverses commissions d'études des calamités qui existent dans un certain nombre de pays étrangers : Autriche, Belgique, Bulgarie, Chili, Grèce, Hongrie, Italie, Suisse, Tchécoslovaquie, et MM. les experts du Comité exécutif de l'Union internationale de Secours.

Divers groupements d'assurances, suisses, bulgares et français, avaient délégué plusieurs représentants, ce qui permit de confronter les différentes conceptions de l'assurance contre les calamités.

Enfin, un certain nombre d'organismes scientifiques, que la question des calamités naturelles intéresse à des points de vue divers, sont venus, eux aussi, pour confirmer l'opportunité de ces études et apporter leur encouragement à les poursuivre[1].

(1) L'importance des calamités naturelles est méconnue du grand public à qui la presse ne signale que celles qui frappent l'imagination. *La Géographie* de février 1938, résumant les statistiques d'un géographe suisse, montre quelle est cette importance.

Si on ne tient compte que des calamités vraiment catastrophiques, c'est-à-dire de grande envergure, ayant entraîné des destructions importantes et causé la mort de nombreux êtres humains, on trouve qu'il y a, en moyenne, par an, dans le monde : 95 inondations, 83 cyclones, 32 tremblements de terre, 23 incendies, 11 invasions de sauterelles, 10 sécheresses, 7 famines, 3 éruptions volcaniques, 3 éboulements de terrains, 3 raz de marée et une avalanche. Ces catastrophes se répartissent ainsi : 119 en Europe, 47 en Asie, 24 en Amérique, 17 en Afrique, et 14 en Océanie. La forte proportion pour l'Europe résulte évidemment de ce qu'elle est densément peuplée, de ce que les observations y sont plus faciles que dans les autres parties du monde, et de ce que les catastrophes de celles-ci échappent souvent aux statistiques et à l'observation, tant par leur plus grande étendue que par la faible densité de leur population. Dans le seul Japon insulaire, on compte en moyenne un séisme par jour, mais il s'en faut de beaucoup que tous ces séismes soient destructeurs. [N. D. L. R.]

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

De nombreux rapports, abordant le problème des calamités dans tous les domaines, furent successivement exposés et discutés :

M. le sénateur CIRAOLO. Activité de la Commission italienne pour l'Étude et la Prévention des grandes Calamités ;

M. MONTANDON, Origine et buts de la Conférence ;

M. ROMANO, Discipline des secours aux populations frappées de calamités ;

M. LAFTCHIEFF, Rapport de la Commission nationale de Bulgarie près de la Société bulgare de la Croix Rouge pour l'Étude des Calamités ;

M. RETHLY, Rapport du Comité national hongrois de l'Étude des Calamités et propositions à la collaboration internationale à suivre ;

M. LIDAKS, La protection contre les calamités naturelles ;

M. BURKY, Proposition pour l'organisation rationnelle de la lutte contre les calamités naturelles ;

Colonel MECKLER, Instructions aux Sociétés de Croix Rouge pour les secours lors des grandes calamités ;

M. ROMMEL, Suggestion en faveur d'une extension du premier secours par l'Union internationale de Secours ;

M. HECK, Principes des méthodes utilisées aux États-Unis pour réduire ou prévenir les ravages des tremblements de terre ;

M. SAPPER, La lutte contre les forces volcaniques ;

M. ROTHÉ, Tremblements de terre, éruptions et vagues de fond ;

M. SEVERIT, L'importance des tremblements de terre au point de vue de la géographie humaine ;

M. IANKOV, Les tremblements de terre en Bulgarie ;

Mme HÉE, La construction aséismique et l'assurance contre les tremblements de terre ;

M. ROMANO, Règles de la construction aséismique en Italie ;

M. GAIN, Rôle de l'Office national météorologique dans la protection contre les calamités ;

M. HUBERT, Les ouragans, cyclones et raz de marée ;

M. AUJESKY, Origines des dommages causés par les vents et les tempêtes, et mesures à prendre pour les éviter ;

R. P. POISSON, Les calamités naturelles à Madagascar : cyclones et inondations (présenté par le R. P. COZE) ;

M. DESAUNAIS, Les inondations ;

M. VANEUFVILLE, La protection de la région parisienne contre les inondations ;

M. KUN, La défense contre les inondations en Hongrie ;

M. JEZDIK, Les cas de calamités naturelles en Tchécoslovaquie touchant le domaine du génie civil ;

M. ALLIX, La lutte contre les avalanches ;

M. PETITJEAN, La sécheresse et les vents de poussière en Afrique du Nord ;

Colonel RUBY, Moyens de défense contre la grêle ;

E. AUJESKI, La tâche des services météorologiques dans la lutte contre la foudre ;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. CAPART, La protection contre la foudre;

M. LOUVRIER, Les variations de la pression atmosphérique (en supposant une attraction électrique des molécules);

M. ROUBAUD, La transmission de la fièvre jaune dans les pays extra-tropicaux;

M. ANNOK, Histoire de la peste en Hongrie (d'après le manuscrit du professeur RIGLER);

M. UVAROV, Les sauterelles considérées comme un fléau mondial;

M. VAYSSIÈRE, L'organisation internationale de la lutte contre les fléaux animaux;

M. ISAAKIDES, Les pertes causées à la production agricole en Grèce par les insectes nuisibles, les maladies des plantes et les intempéries;

M. POHL, Le crabe chinois;

M. PETIT, Le problème universel du rat;

M. AUBREVILLE, La protection des forêts coloniales contre les feux de brousse;

M. von LAUPPER, Les mesures pour combattre en Suisse l'embrasement spontané des stocks de fourrages;

M. LABOURET, Les famines et disettes aux colonies;

Général SIMON, Les disettes dans l'Afrique du Nord;

M. ROSSIN, Les bienfaits de l'eau à l'oasis de Tazzarine;

M. BOTCHEV, La protection contre les calamités naturelles en Bulgarie. Assurance-grêle, assurance-bétail;

M. de GREYERZ, Le Fonds suisse de Secours en cas de Dommages non assurables;

M. LANZ-STAUFFER. Les calamités naturelles et les assurances;

M. P. MOREAU. Le rôle des mutuelles agricoles dans la protection contre les calamités naturelles;

M. REGNAULT DE BEAUCARON, L'assurance contre les calamités agricoles en France;

M. R. MOREAU, La grêle et l'assurance contre la grêle.

Voici, résumés, les principaux vœux qui furent adoptés et auxquels M. le Ministre de l'Éducation nationale fut prié de bien vouloir donner la suite qu'ils comportent :

Que la revue *Matériaux pour l'Etude des Calamités*, organe de l'Union internationale de Secours, publiée sous les auspices de la Société de Géographie de Genève et de la Croix Rouge internationale, continue à faciliter l'œuvre des commissions nationales d'études existantes et la formation de nouvelles semblables commissions;

Que l'Union précitée crée une commission internationale permanente pour la protection contre les calamités, qui collaborera avec le Bureau de Documentation scientifique attaché au Service central de ladite Union, en vue de coordonner les efforts des commissions nationales d'études;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Que, pour la création, l'organisation et le fonctionnement des commissions nationales, exemple soit pris sur la Commission italienne, qui travaille en collaboration avec l'Accademia dei Lincei et l'Administration du Genio civile, en attirant dans chaque pays l'attention des Pouvoirs publics et de l'opinion publique sur l'œuvre dont l'Union précitée a été chargée par la Convention de juillet 1927, savoir, *encourager les études préventives contre les calamités*;

Que, par la création de chaires et de bourses, ces études soient facilitées et des recherches entreprises;

Que soit établie, dans chaque pays, une *carte historique et géographique des calamités* dont il souffre, afin d'établir une carte mondiale semblable, et cela, en vue de coordonner tous les efforts;

Que des *plans de mobilisation* soient étudiés pour parer, dans le plus bref délai, aux calamités qui n'auront pu être évitées;

Que soit établie et observée là où elle existe la réglementation de la construction, publique et privée, dans les régions sujettes aux *tremblements de terre*, aux *inondations* et aux *avalanches*;

Que soient étudiées ou améliorées les méthodes de prévision et d'avertissement des inondations et des avalanches;

Que soient poursuivis, avec le concours des compagnies d'assurances, les études, recherches et essais de lutte contre la *grêle* qui ont été abandonnés après un premier échec;

Que les gouvernements prennent des mesures sérieuses, ou renforcent les mesures existantes reconnues efficaces, pour protéger les *forêts contre l'incendie et les feux de brousse*, ainsi que pour la mise en défens des massifs boisés reconnus nécessaires à la *régularisation du régime des eaux et des vents*;

Que des *parcs nationaux* et des *réserves* zoologiques et botaniques soit créés;

Que soit rendue permanente très prochainement la surveillance des aires grégarigènes des Acridiens africains pour prévenir les dévastations par les *sauterelles*;

Que, pour conserver la faune dulcaquicole et la pêche en eau douce, et assurer la stabilité des berges, des constructions riveraines et des ouvrages d'art, soit étudiée, avec la plus grande diligence, la protection des eaux européennes, tant côtières que fluviales, contre leur envahissement par le *crabe chinois* ou velu (*Eriocheir sinensis*), devenu une véritable calamité, sinon les dégâts commis seront irréparables [2];

Que soient créées des unions entre pays pour coordonner leurs mesures de protection contre les fléaux des cultures, telles que celles qui existent déjà contre le *doryphore de la pomme de terre* et le *rat*;

(2) On trouvera une étude détaillée du crabe chinois par M. Jean-Henri VIVIEN dans *La Nature* du 15 juillet 1938, p. 44 à 46. [N. D. L. R.]

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Que, pour lutter efficacement contre les *famines* et les *disettes*, les fonctionnaires coloniaux soient maintenus aussi longtemps que possible dans la même région géographique et ethnologique;

Que les administrations locales des régions où la population est sous-alimentée travaillent en collaboration étroite avec les ethnologues, médecins, pharmaciens, chimistes et agronomes, pour augmenter les surfaces cultivées, introduire de nouvelles cultures, assurer l'éducation agricole, culinaire et hygiénique des indigènes, développer les institutions de prévoyance, exécuter des travaux d'utilité sociale;

Que les compagnies d'assurances étudient les moyens de couvrir les risques dus à toutes les calamités naturelles;

Un vœu qui mérite de retenir spécialement l'attention est celui qui a été émis par la Commission française d'étude des Calamités après audition du rapport de M. le général Tilho, membre de l'Institut, sur la *capture progressive du Logone par la Bénoué*; si elle devenait totale, des centaines de milliers d'indigènes, habitant la région du lac Tchad, seraient condamnés à la famine par la disparition des terres cultivables arrosées : Qu'une mission soit envoyée le plus tôt possible dans la région visée en vue d'étudier et de proposer les mesures propres à enrayer la capture précitée.

La seconde Conférence internationale pour la Protection contre les Calamités naturelles se tiendra au plus tard dans cinq ans. Son siège sera fixé ultérieurement. Les comptes rendus *in extenso* de toutes les communications présentées à la Conférence constitueront un volume de 400 pages, qui paraîtra en 1938; on pourra se les procurer en s'adressant à M. Vayssière, secrétaire général de la Commission nationale d'Études des Calamités, 45 *bis* rue de Buffon, Paris (5e).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

APPLICATIONS DE L'HYDROTECHNIQUE AUX MACHINES-OUTILS (*)

par M. A. VROLIX, *ingénieur-conseil.*

Durant ces dix dernières années, les commandes hydromécaniques ont vu s'accroître justement l'étendue de leurs applications. A côté des machines-outils qui nous intéressent plus particulièrement aujourd'hui, de nombreuses autres réalisations sont apparues, telles que : les foyers automatiques, les machines agricoles, les machines à gouverner, la collecte des ordures ménagères, les appareils pour terrassement, etc.

Certes, dans les débuts de cette période, toutes les nouvelles applications n'ont pas été couronnées de succès, mais l'ère des tâtonnements et des indécisions est aujourd'hui passée.

On peut considérer les mécomptes comme inexistants lorsque l'étude du dispositif et sa réalisation ont été judicieusement dirigées, c'est-à-dire en s'entourant de toutes les compétences utiles et en choisissant toujours la solution la plus simple.

Depuis quelques années, nos revues techniques ont largement diffusé ces procédés dans leurs formes les plus diverses. De plus, nous possédons actuellement, en France, des constructeurs d'organes relevant de dispositifs tels que ceux que nous allons examiner, ce qui nous permet de réaliser toutes les formes de commandes pratiquement possibles, à de légères modifications près.

Par commande hydro-mécanique, il faut entendre, dans sa définition élémentaire, un dispositif par lequel, à l'aide d'un fluide liquide sous pression, on fait naître, dans un organe récepteur, une action capable d'engendrer des mouvements plus ou moins complexes, sous des régimes de vitesse et de direction variables, et cela, automatiquement, si c'est utile.

On s'aperçoit ici que les machines dans lesquelles l'agent liquide sous pression est appelé seulement à fournir un effort de poussée, telles que les presses hydrauliques, les vérins, les machines à river et tous organes de fonctionnement similaires, ne sauraient être comprises dans la forme de commande précitée. Néanmoins, ces sortes de machines ont largement bénéficié, depuis ces dernières années, des progrès réalisés en hydromécanique.

Un équipement comprend, en principe :

1° Une source d'huile sous pression, constituée par une pompe appartenant, en général, à l'un des types que nous allons examiner ;

2° Un organe récepteur, restituant, sous forme d'action mécanique, l'énergie que lui a fournie l'huile sous pression. Ces organes sont constitués par des cylindres à mouvements rectilignes ou par des moteurs rotatifs ;

(*) Conférence faite par l'auteur en séance publique le 13 novembre 1937. Le compte rendu de la discussion qui a suivi cette conférence a été donné dans le *Bulletin* de novembre-décembre 1937, p. 542-543.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

3° Un dispositif régulateur du débit d'huile sous pression, permettant de faire varier ce débit, soit mécaniquement, dans certaines machines, soit automatiquement et, en fonction de certaines actions, dans d'autres cas;

4° Un ensemble de valves destinées à commander les diverses actions d'inversion de sens de marche, d'arrêt, de changement de régime de marche, etc.

La plupart des équipements sont, en outre, munis d'un organe limiteur de pression, qui est, en fait, une soupape de sûreté, destinée à protéger l'installation contre toutes surpressions accidentelles, dangereuses pour les divers organes et que l'on désigne sous l'appellation de « by-pass ».

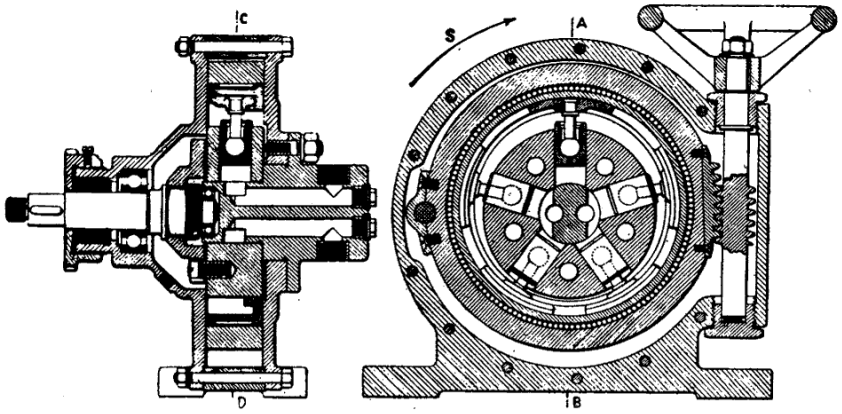


Fig. 1. — Type de pompe à cylindres radiaux rotatifs et à débit variable.

POMPES. — Les pompes presqu'exclusivement utilisées à ce jour, sont : 1° Les pompes à plongeurs radiaux en étoile, tournant autour d'un distributeur fixe;

2° Les pompes à palettes, tournant sous la même forme;

3° Les pompes à engrenages équilibrées, employées sous forme à élément unique ou à éléments multiples.

Pompes à plongeurs radiaux en étoile (fig. 1). — Nous voyons le distributeur central fixe, autour duquel tourne un rotor, percé de 5 chambres cylindriques; 5 pistons peuvent se mouvoir dans ces chambres lorsque la rotation de l'arbre provoque celle du rotor. Des crosses de bielles, ou navettes, sont radialement solidaires d'une couronne qui, dans la position de figure, est excentrée par rapport au rotor.

Il s'ensuit, pendant la rotation, que les pistons prennent, dans leur logement, un mouvement qui engendre l'aspiration pendant 1/2 tour, et le refoulement pendant l'autre 1/2 tour.

Dans le cas de rotation suivant la flèche *s*, les pistons correspondant à la partie du distributeur sise du côté opposé au volant de manœuvre sont à l'aspiration, tandis que les autres sont au refoulement. Si, à l'aide du volant de manœuvre,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

on réduit la valeur de l'excentration, on réduit par cela même d'autant la course des pistons dans leurs alésages et, dans les mêmes proportions, le débit de la pompe.

Lorsque la couronne et le rotor sont concentriques, les pistons ne se meuvent plus et le débit est nul. Si l'on dépasse ce point, le débit réapparaît, mais en sens inverse, c'est-à-dire que les pistons, côté volant, aspirent, tandis que les autres refoulent.

On voit que l'on peut ainsi, à tout instant, faire varier la vitesse du récepteur alimenté par une telle pompe, ainsi que son sens de rotation.

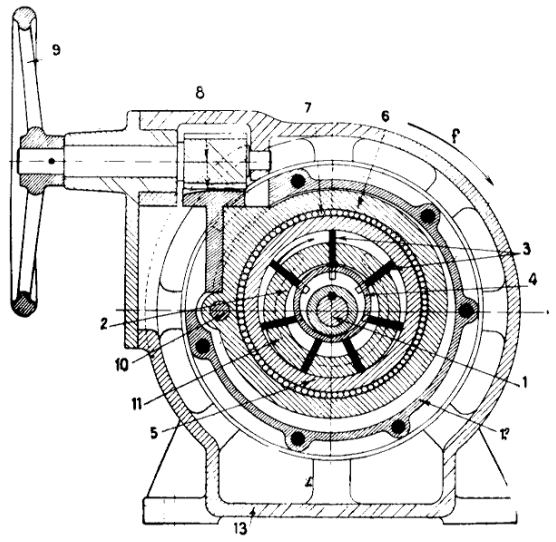


Fig. 2. — Type de pompe à palettes et à débit variable.

Ces actions ne s'effectuent pas cependant avec l'instantanéité qui serait parfois souhaitable, puisqu'il faut manœuvrer un volant ou un levier, dans certaines machines, pour modifier la vitesse ou renverser le sens de rotation; aussi est-on amené souvent à opérer l'inversion du sens de débit dans le récepteur à l'aide d'une valve appropriée.

Ces pompes étant réversibles peuvent tourner en réceptrices et constituent ainsi des moteurs rotatifs. Cette qualité a été utilisée pour réaliser, par accouplement d'une génératrice et d'une réceptrice, des variateurs de vitesse parfaitement progressifs.

Leur fonctionnement est bon et des pressions élevées peuvent leur être demandées. Leur prix de revient est un facteur à considérer.

Dans tous ces types de pompes, le nombre des plongeurs est, en général, premier, soit 5, 7, 11 plongeurs, ou plus, cela dans le but d'obtenir la plus grande régularité de débit.

Pompes à palettes (fig. 2). — Elles sont similaires, dans leurs actions, aux dispositifs précédents. Le rotor est, ici, un tambour cylindrique 2, creusé d'encoches normales aux génératrices. Dans ces encoches coulissent des palettes 3. Ce rotor tourne, entraîné par l'arbre 1. Une bague intérieure 4 qui, dans la pompe représentée, est élastique, oblige les palettes à porter constamment, contre la couronne 6, laquelle tourne, entraînée par ces palettes. Cette couronne voit sa rotation facilitée à l'intérieur de la bague oscillante 5 par l'interposition d'aiguilles de roulement 7.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cet ensemble peut pivoter autour de l'axe 10, sous l'action du système à vis tangente 8, lequel est commandé par le volant 9. On voit que les actions se passent d'une façon identique à celle qui vient d'être exposée.

Les orifices d'aspiration et de refoulement 11, vus ici en pointillé, sont latéraux, car cette machine fait partie d'un ensemble formant bloc variateur de vitesse dans lequel la pompe génératrice et la pompe réceptrice ont un distributeur commun.

Le nombre des palettes de ces machines est également premier et, pour éviter la reproduction de pulsations synchrones entre la pompe et le moteur, le nombre des palettes de la pompe génératrice et le nombre des palettes de la pompe réceptrice sont premiers entre eux. L'ensemble est noyé dans un carter formant réservoir.

La pression engendrée par ces machines semble être moins élevée que celle des pompes à plongeurs radiaux.

Pompes à engrenages équilibrées. — Les applications de ces pompes ont pris une grande extension dans ces cinq dernières années, parce que : simples, robustes, se prêtant par groupages à de nombreuses combinaisons de débit, susceptibles d'engendrer des pressions importantes, et réversibles en moteurs.

Une pompe à engrenages se compose, en principe, d'un corps dans lequel tournent deux pignons en prise, l'un des pignons étant conduit et entraînant l'autre. La pompe aspire du côté où les dents se quittent et refoule du côté où elles s'engrènent. De telles pompes, non équilibrées, sont incapables d'engendrer des pressions appréciables pour les cas qui nous intéressent, car toute élévation notable de pression provoque l'application des engrenages contre la paroi des alésages, ce qui a pour effet d'amener une usure rapide des alésages dans lesquels ces pignons tournent. Cette usure se produit également d'une façon anormale aux portées de roulement de l'arbre de commande et des tourillons.

On peut facilement mettre cet effet en évidence. Si on prend une pompe à engrenages non équilibrée et convenablement ajustée pour ne pas donner lieu à des fuites internes à des pressions moyennes de l'ordre de 50 kg/cm^2 par exemple, ce qui est très au-dessous des pressions actuellement pratiquées avec ce genre de machines, et si on alimente un des orifices de cette pompe avec de l'huile sous pression, on constate qu'il n'y a même pas démarrage, car les frottements dus au manque d'équilibrage engendrent un couple résistant supérieur au couple moteur. Si on augmente la pression de l'huile, les choses ne changent pas, car le couple résistant dû au déséquilibre de la pompe augmente en même temps dans les mêmes proportions.

Avec une pompe équilibrée, au contraire, on obtient un démarrage instantané et ces machines constituent des moteurs hydrauliques à grande puissance massique, puisque, par exemple, un moteur de ce type pouvant fournir une puissance de 10 ch à 1.500 t/min ne pèse que 12 kg environ.

Voici comment cet équilibrage a pu être obtenu. La figure 3 représente, vue en coupe transversale, une pompe à engrenages équilibrée par le *procédé par perforations interdentaires continues*. Les pignons ont chacun un nombre de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dents pair et les espaces intermédiaires sont réunis deux par deux, par des canaux de communication qui se croisent sans se couper.

La réaction qui s'exerce suivant les flèches *f*3 et *f*4 se trouve contrebalancée par le fait que la pression traversant les canaux interdentaires en communication avec la chambre de refoulement 2 crée sur les pignons et aux points opposés, une pression antagoniste de même valeur, dirigée suivant les flèches *f* 5 et *f* 6, c'est-à-dire en sens inverse des flèches *f* 3 et *f* 4.

Si l'on considère les dents en prise, on voit que les deux canalisations situées de part et d'autre de l'axe vertical se trouvent, l'une à l'aspiration, l'autre au refou-

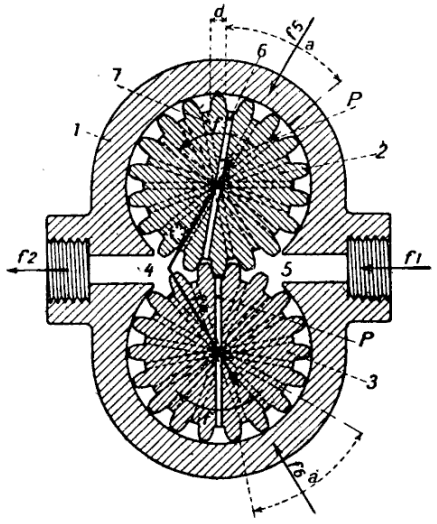


Fig. 3. — Équilibrage intermédiaire continu.

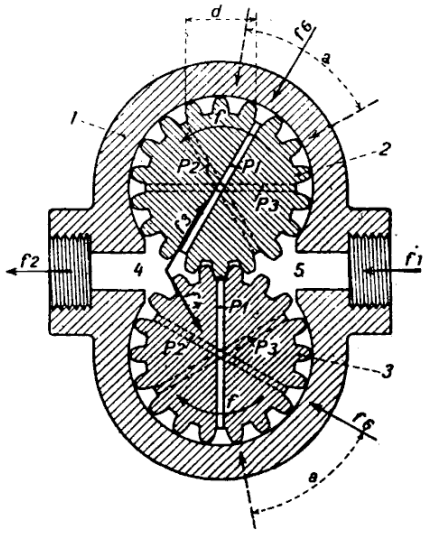


Fig. 4. — Équilibrage intermédiaire tiercé.

lement. Au point du pignon opposé à l'engrènement, l'épaisseur seule d'un sommet de dents doit assurer l'étanchéité.

Pour augmenter la garantie d'étanchéité, on adopte alors le procédé représenté sur la figure 4 dit *équilibrage tiercé par perforations interdentaires.*

Les pignons ont un nombre de dents multiple de 6. Des perforations unissant les espaces interdentaires opposés, mais 3 sommets de dents séparent deux perforations consécutives; comme précédemment, les perforations se croisent sans se couper. Au montage, on engrène les pignons entre eux de telle façon que les perforations des deux pignons ne se trouvent jamais en communication directe; en d'autres termes, on les imbrique.

Ainsi, la canalisation sous pression est séparée par l'épaisseur de trois sommets de dents de la canalisation à l'aspiration et la garantie d'étanchéité est largement assurée : la pression équilibrante se répartit d'une façon très suffisante par le léger jeu existant entre les sommets des dents et les logements des pignons.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Avec de telles pompes, on obtient couramment des pressions de l'ordre de 100 kg/cm², dont le rendement volumétrique est de 80 p. 100. Des essais ont été effectués jusqu'à 225 kg/cm² (pression que je ne conseille pas) le rendement volumétrique restant encore satisfaisant.

On a réalisé des dispositifs d'équilibrage sans perforations interdentaires; en voici les formes :

Tout d'abord on a pratiqué des alvéoles (fig. 5) sises aux points opposés à ceux des chambres d'aspirations A et de refoulement B et réunis à ces chambres par des canalisations appropriées. Cet équilibrage semble n'être que partiel, car

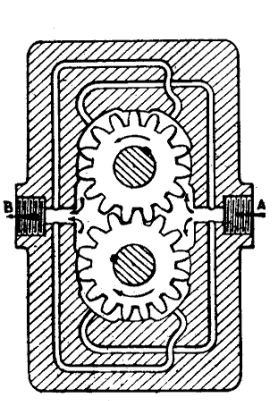


Fig. 5. — Équilibrage partiel par alvéoles symétriques.

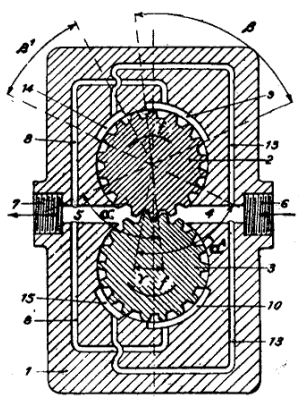


Fig. 6. — Équilibrage par alvéoles dissymétriques.

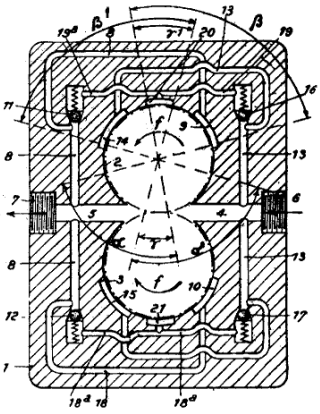


Fig. 7. — Disposition pour double sens de rotation.

la pression s'exerce jusqu'au point où les dents en prise terminent leur engrènement, c'est-à-dire l'axe passant par les deux axes de rotation des pignons. En conséquence, la poussée du fluide emprisonné dans les dents en prise et qui tend à s'en dégager, n'est pas équilibrée, même si des canaux de fuites latéraux, dits poches, sont prévus.

La figure 6 montre un dispositif d'alvéoles équilibrantes dyssymétriques avec lequel on obtient un équilibrage complet. Les encoches 9 et 10 sont en correspondance opposée à la partie du pignon qui est sous l'action de la chambre de refoulement, ainsi que celle qui correspond à l'arc d'engrènement; les alvéoles 14 et 15, correspondant à la chambre d'aspiration, sont beaucoup plus courtes.

Dans ces machines, l'équilibrage est parfait et comparable à celui que procurent les perforations interdentaires continues. Ce système présente, en outre, l'avantage de n'engendrer aucun renversement du sens de circulation du fluide d'équilibrage pendant la rotation des pignons et de permettre de larges sections de passage à ce fluide.

L'inconvénient est que ces machines ne peuvent tourner que dans un seul sens, inconvénient léger lorsqu'il s'agit de pompes fonctionnant en génératrices

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mais devenant sérieux lorsque ces mêmes machines doivent fonctionner en réceptrices. On tourne cette difficulté par la disposition représentée sur la figure 7. Les alvéoles sont alors au nombre de trois pour chaque pignon: deux sont à la pression et une à l'aspiration. Sur les deux canalisations sous pression, l'une, l'alvéole médiane, est toujours en communication avec la pression quel que soit le sens de rotation, cela de par le jeu de quatre clapets 11, 12, 16 et 17. Par suite, l'arc d'équilibrage, côté pression, est limité par l'angle β et l'arc opposé à l'aspiration est limité par l'angle $\beta' - \gamma$. Cela, pour le sens de rotation *f*. Pour le sens

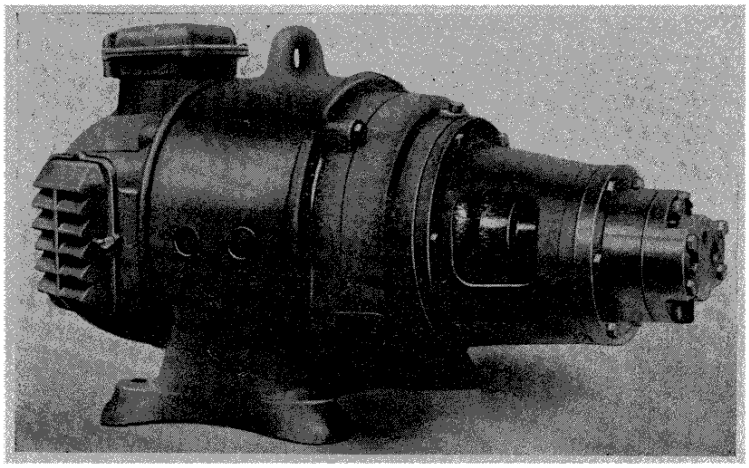


Fig. 8. — Groupe-bloc électro-hydraulique.

opposé, l'arc d'équilibrage pression est limité par l'angle β' et l'arc à l'aspiration est limité par l'angle $\beta - \gamma$. Les mêmes conditions d'équilibrage que dans le cas précédent sont remplies et, cela, quel que soit le sens de rotation.

La figure 8 montre un groupe-bloc électrohydraulique. La pompe est ici du type à engrenages à équilibrage tiercé. On voit que, eu égard aux dimensions du moteur électrique, ces pompes ont un petit encombrement. Ces groupes s'établissent couramment pour des débits de 10 à 120 l/min, sous des pressions de 80 à 100 kg/cm^2, avec pointes possibles de 20 p. 100.

Pompes à débit progressivement variable. — Les pompes à engrenages se prêtent mal à la réalisation de machines à débit progressivement variable. Cependant on obtient ce résultat en accouplant des pompes à plusieurs éléments; le plus généralement cet accouplement est automatique et s'effectue sous la conduite d'un régulateur qui transforme les paliers successifs de débit en une courbe continue.

La figure 9 montre un dispositif fréquemment utilisé pour produire un grand débit à faible pression, pour approches et retours rapides, par exemple, et un faible débit aux pressions élevées et vitesses de travail. Deux pompes P_1 et P_2, de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

capacités différentes, aspirent au réservoir 1 et refoulent dans le collecteur de pression 8. Tant que la pression en 8 est insuffisante pour repousser le noyau 11 de la valve 10, maintenu par le ressort 12, les pompes continuent à débiter en parallèle; mais, dès que cette pression dépasse cette valeur, le noyau 11 est repoussé. Le refoulement de P_1 est mis sur l'aspiration de P_2 par 5 et le retour de la pression sur 6 est évité par le clapet 7. Les pompes débitent ainsi en série. La pompe P_1 étant d'un débit supérieur, une pression règne en 5, lors de cette

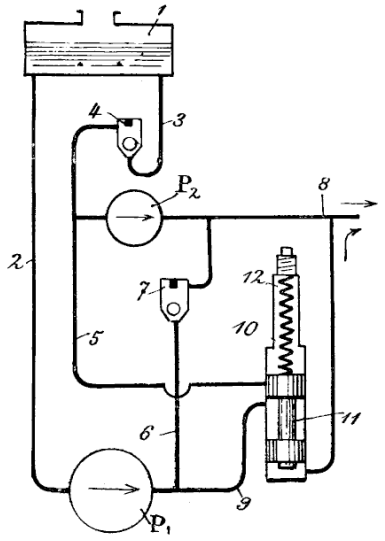


Fig. 9. — Schéma de groupage de pompes pour débit automatique en série ou en parallèle.

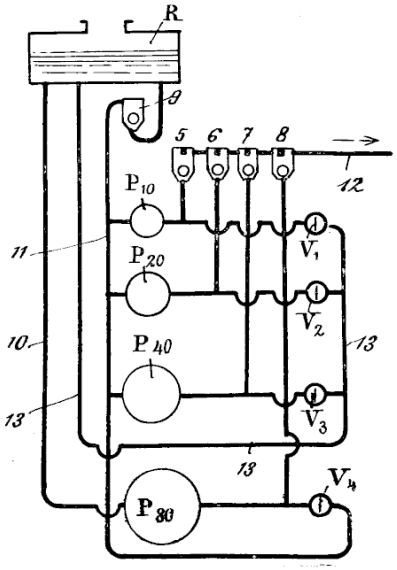


Fig. 10. — Schéma d'un groupe à 4 éléments donnant 15 débits.

phase de fonctionnement, ce qui a pour effet de suralimenter la pompe P_2 et d'obtenir en 8 des pressions élevées avec un bon rendement volumétrique.

La figure 10 représente schématiquement une disposition permettant d'obtenir 15 débits en 15 paliers raccordés en courbe continue par manœuvre des vannes V_1, V_2, V_3, V_4, sous la dépendance d'un régleur hydraulique. La pompe comporte 4 éléments, dont les divers volumes engendrés subissent, du premier au dernier, une progression géométrique dont la raison est 2. C'est ainsi par exemple que, pour 4 éléments de 5, 10, 20 et 40 cm³ de volume engendré, nous pouvons obtenir 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70 et 75 cm³ de volume engendré, ce qui est déjà une progression quasi continue, et rendue effectivement continue par l'action d'un régulateur.

Le processus de mise hors circuit d'un ou de plusieurs éléments s'obtient en agissant sur les valves V_1, V_2, V_3, V_4. Tel que le schéma l'indique, le débit est au

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

maximum; lors des débits inférieurs à 40 cm³ de volume engendré et, en supposant, les volumes engendrés précités, l'élément P80 agit comme dans le cas précédent, en suralimentant les autres éléments, puisque cet élément possède, toujours dans le cas des volumes engendrés supposés, une supériorité de 5 cm³ aux volumes engendrés réunis des trois autres éléments. Si, par exemple, V_2, V_3, V_4, sont ouverts, seul l'élément P10 est en circuit : il débite dans 12 par 5; P20 et P40 reviennent au réservoir par 13 dans lequel, malgré l'ouverture des valves, la pression ne peut s'élever, les clapets 6 et 7 étant fermés : l'élément P80 débite donc dans P10, P20 et P40, et il suralimente P10.

L'énergie emmagasinée dans l'huile sous pression, qui passe par P20 et P40, se trouve récupérée sous forme d'énergie mécanique, ces éléments fonctionnant à cet instant en récepteurs.

Il existe des machines à trois éléments pouvant fournir 7 volumes engendrés respectivement : 25, 50, 75, 100, 125, 150 et 175 cm³. Indépendamment de l'équilibrage radial, ces machines sont équilibrées axialement. Des dispositifs d'équilibrages, dits étagés, et assurés par la pression de suralimentation, sont prévus lors de la marche en série.

*
* *

ÉQUIPEMENT HYDROMÉCANIQUE. — Les formes d'équipement hydromécanique se réduisent à trois schémas principaux.

1er Schéma. — Le premier schéma concerne les mouvements alternatifs rectilignes égaux; c'est le cas des machines à rectifier et, similairement, des machines à polir les surfaces, à débiter le granit, etc. Il s'agit alors (fig. 11) d'imprimer à la table 2 des mouvements alternatifs, dont on aura réglé l'amplitude par les taquets 7 et 8 et la vitesse par l'étranglement 12^a. Une pompe 13 aspire, dans le réservoir 14, l'huile qu'elle refoule sous pression dans la canalisation C_p. Un by-pass de décharge protège l'installation contre les surpressions dangereuses. Une valve 16 permet d'obtenir l'arrêt par mise en by-pass de la pompe. L'huile sous pression arrive à la valve 10, d'où, dans le cas du schéma, après avoir desservi le pilote 9, elle est dirigée par la canalisation C_4 sur la tige tubulaire 9 dépendant du piston 3, qui est fixe (le cylindre 1 est mobile avec la table 2).

Le cylindre avance dans le sens *f* en expulsant par la tige tubulaire 5, fixe, l'huile d'échappement par C_5. Cette huile passe par le régulateur dash-pot automatique 12, dont les actions sont réglées par la vitesse d'expulsion de l'huile à l'échappement en fonction de l'ouverture de 12^a. Le taquet 7 vient attaquer le pilote 9 par le levier 9'. Ce pilote effectue un quart de tour et, de ce fait, change l'action du fluide sur le noyau de la valve d'inversion 10. Ce noyau se déplace vers la droite et la pression est admise par la tige 5 alors que le fluide précédemment admis par la tige 4 est, à son tour, expulsé. Les mouvements continuent ainsi jusqu'à ce que l'arrêt soit provoqué, soit en agissant sur la valve 16, soit par arrêt du moteur commandant la pompe.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2d *Schéma.* — Le second schéma (fig. 12) se rapporte aux mouvements alternatifs rectilignes inégaux ; on en trouve l'application aux étaux limeurs, raboteuses, fraiseuses, chariots de tour et, comme similaires, dans les refouloirs pour la collecte des ordures ménagères, les commandes de foyers automatiques.

Dans ce schéma, on retrouve des organes communs, mais on voit ici que le cylindre 1 est fixe et directement alimenté, alors que le piston 3 et sa tige 4 actionnant le chariot 2 sont mobiles. Le régulateur 12 n'agit pas par effet de

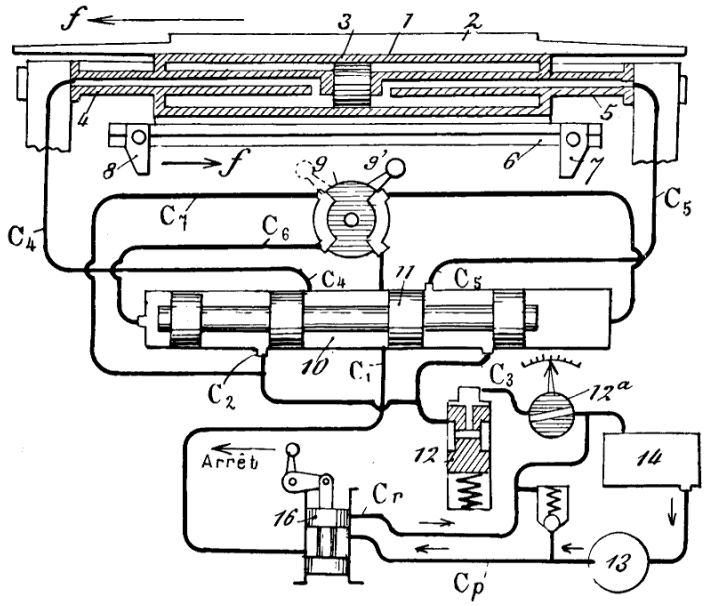


Fig. 11. — Schéma principal de commande hydromécanique pour mouvements rectilignes égaux.

dash-pot, mais par mise en by-pass de la pompe. D'autres moyens de régulation peuvent d'ailleurs être prévus, notamment par l'emploi de pompes à éléments multiples à débit auto-régularisé, dont il a été question précédemment.

Entre la valve 10 et le pilote 9, un dispositif d'étranglement est destiné à ralentir, si c'est utile, la durée d'inversion du noyau 11, en correspondance avec l'arrivée sur butée positive du chariot 2, cela pour la précision de certains travaux. Il convient de remarquer que le régulateur n'agit que dans le sens *f* (travail), le retour étant toujours rapide, par adjonction d'une valve d'accélération, non figurée. Une partie de la course dans le sens *f* peut s'effectuer à allure d'approche rapide du travail avec mise à la vitesse de travail en un point déterminé de la course.

3e *Schéma.* — Le troisième schéma concerne les mouvements rotatifs et dispense de tout commentaire. C'est le cas d'entraînement d'une broche de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

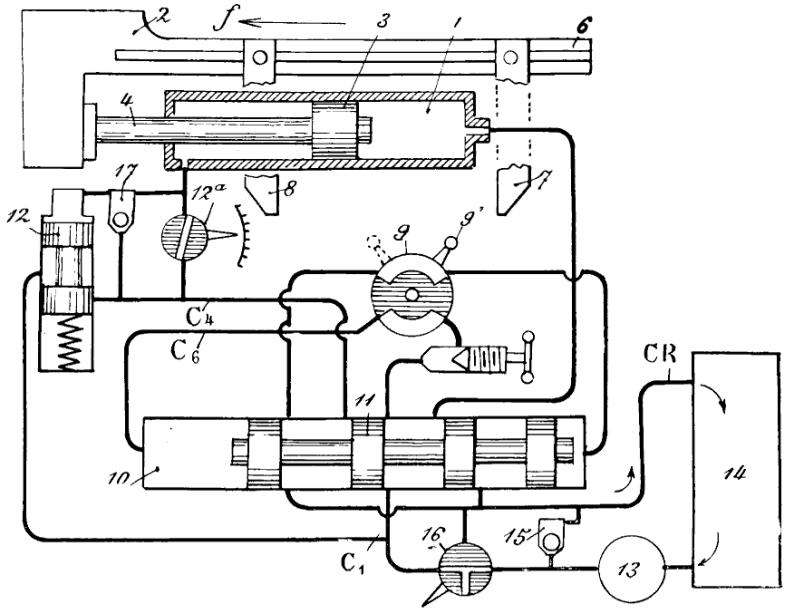


Fig. 12. — Schéma principal de commande hydromécanique pour mouvements rectilignes inégaux.

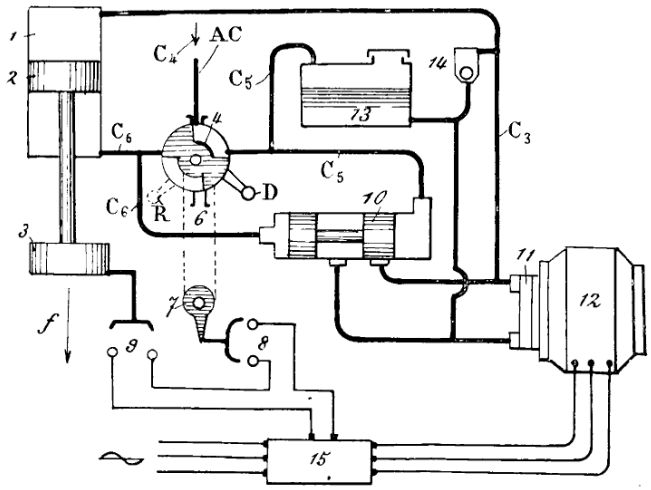


Fig. 13. — Schéma élémentaire de commande pneumo-hydraulique à contrôle électrique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

machine-outil par action hydro-mécanique, en d'autres termes, la suppression du harnais d'engrenages et son remplacement par une transmission hydraulique à vitesse progressivement variable.

Une tendance à allier les moyens hydrauliques aux actions électriques et même pneumatiques se manifeste tous les jours. Voici le principe élémentaire de telles actions (fig. 13).

Une commande pneumatique assure les mouvements rapides d'un dispositif de travail, mais cette action pneumatique agit dans un sens avec interposition d'huile. A un point donné, un contact déclenche la mise en marche d'une pompe qui substitue automatiquement, pour le travail, des actions hydrauliques aux

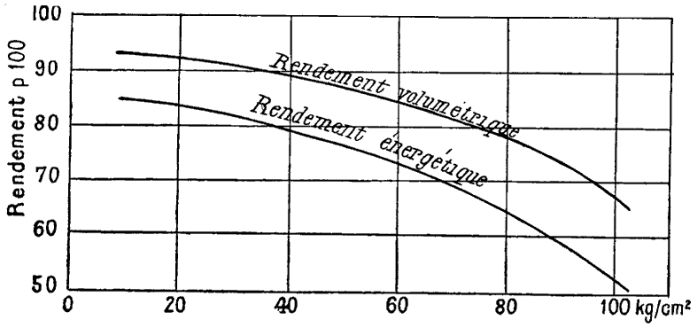


Fig. 14. — Rendement des pompes à engrenages équilibrées.

actions pneumatiques précédentes, et cela sous pression élevée, les retours s'effectuant sous pression pneumatique. La manœuvre est commandée sous basse pression et par action pneumatique.

RENDEMENTS. — Le rendement des commandes hydro-mécaniques, si l'on ne considère qu'un seul régime de vitesse, est évidemment moins bon que celui d'une transmission mécanique.

Le rendement énergétique est inférieur à celui d'une transmission électrique Leonard, mais le rendement massique est nettement supérieur, et la souplesse incomparable de ce moyen de commande est inégalée.

L'ouvrage de M. Louis BERGERON, *Machines hydrauliques* (Dunod, éditeur) nous donne d'intéressantes indications sur le rendement et la régularité de débit (p. 580 et suivantes) et (p. 633) d'intéressantes courbes concernant les pompes à plongeurs radiaux.

Le rendement des pompes à engrenages équilibrées est représenté par les courbes de la figure 14.

On voit que le rendement de ces machines est satisfaisant et soutient avantageusement la comparaison.

Nous ne conseillons pas les pressions élevées, telles que 150 kg/cm² et plus, parce qu'en hydromécanique, il n'y a pas seulement à considérer la pompe et le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

récepteur, mais aussi divers autres organes (régulateurs, valves, etc.) qui possèdent tous leur rendement volumétrique propre eu égard au fluide qui les parcourt; en effet, les pressions élevées diminuent le rendement volumétrique de chaque organe parcouru par l'huile et dans des proportions qui croissent beaucoup plus vite que l'augmentation de pression; il en résulte des fuites internes qui, se traduisent par un dégagement de chaleur. D'où l'obligation de refroidir l'huile par circulation d'eau.

Au contraire, avec des pressions raisonnablement élevées, de l'ordre de 80 kg/cm², l'échauffement de l'huile est normal. C'est ainsi, par exemple, qu'après 8 heures de fonctionnement sous des pressions de l'ordre de 60 à 80 kg/cm² a des débits de 50 à 100 l/min, la température de l'huile de la machine représentée sur les figures 17 et 18, était de l'ordre de 38 degrés.

La qualité des huiles à employer dépend du type de machine; en principe, en employant une huile plus visqueuse on améliore le rendement volumétrique, mais on diminue le rendement énergétique. En conséquence à rendement volumétrique égal et pour une pression donnée c'est la machine utilisant l'huile la plus fluide qui aura le meilleur rendement énergétique.

Voici quelques caractéristiques des huiles qui peuvent être utilisées.

	Point de figeage.	Point éclair.	Viscosité Engler à 20°.	Viscosité Engler à 50°.
	—	—	—	—
Sous les climats tempérés. . .	— 4°	196°	13	3,2
Sous les climats froids	— 45°	143°	3,9	1,65

Dans certains cas, malgré le faible échauffement de l'huile sous pression, on utilise un dispositif pour son refroidissement; mais, le plus souvent, son objet est de maintenir le fluide à température constante dans le cas d'un fonctionnement de l'équipement sous la dépendance d'un régulateur, car, dans certains de ces appareils, les variations de température peuvent provoquer des variations de la vitesse de travail. Cependant, certaines autres formes de régulateurs, dits aviscosimétriques, sont insensibles à ces variations; et ils sont mêmes indispensables à tout équipement devant posséder une régularité de marche parfaite, et cela quel que soit le type de pompe utilisé.

EXEMPLES D'APPLICATIONS. — Voici quelques machines-outils typiques dans lesquelles les commandes examinées ont été utilisées, et où les pressions d'huile, variant de 50 à 125 kg/cm², sont assurées par groupes à engrenages équilibrés.

Transformation d'un tour pour forage des arbres de couche marins. — Mis en service en 1932, cet équipement compte plus de 20 000 heures de service sans aucune défaillance. La pompe a été démontée pour revision au bout de 15 000 heures. Les valves, régulateurs et cylindres n'ont donné lieu à aucun incident durant ce temps; aucun démontage n'a été effectué. (Forges Aubagnac et Cie).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

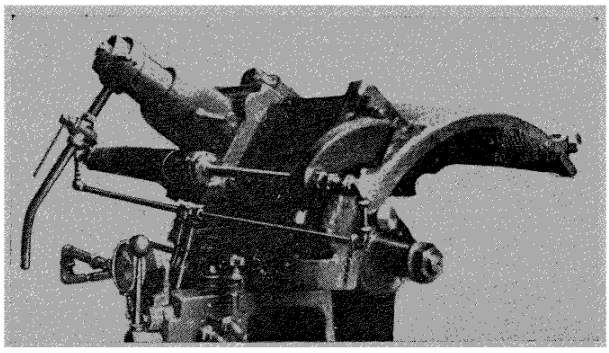


Fig. 15. — Commande de diamantage de meules sur rectifieuse sans centres.

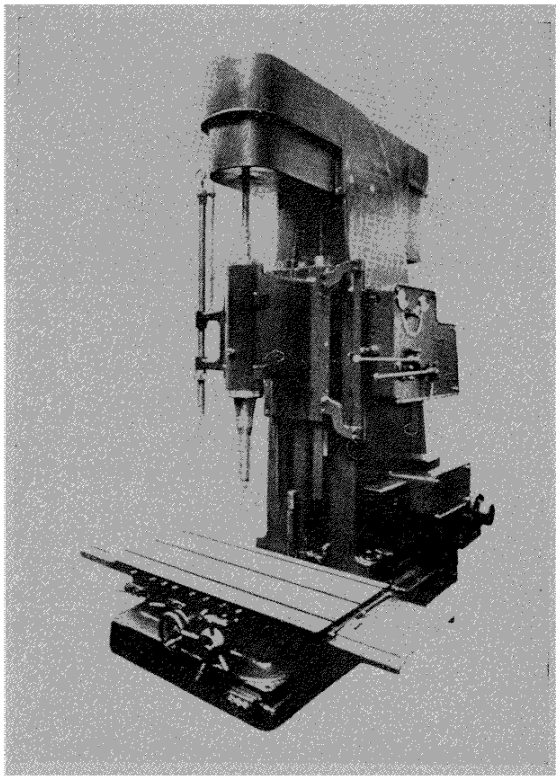


Fig. 16. — Machines à aléser verticale, à marche automatique ou commandée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Machine à polir (construction Société des Usines de La Chaléassière). — C'est un type des mouvements alternatifs rectilignes égaux. Cette machine est destinée au polissage des plaques en matière plastique. Sur le même schéma, on a construit à plusieurs exemplaires des machines à scier le granit, véhiculant, sur leur table mobile, des blocs dont le poids est des plus imposants. C'est du même dispositif que relèvent les commandes rectifieuses.

Commandes de diamantage de meules dans les machines à brocher sans centres. (Établissements Bordier et Grommadsinski) (fig. 15).

Aléseuse verticale à mouvements automatiques ou commandés. (Établissements

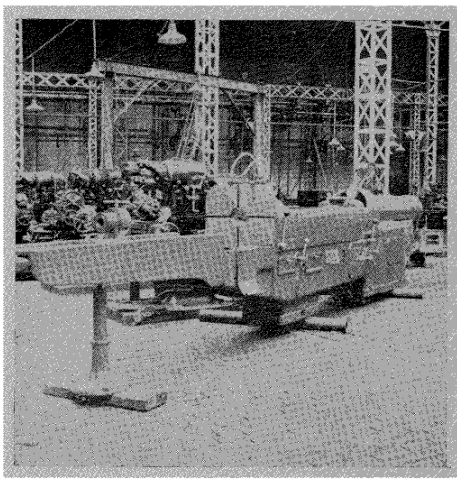


Fig. 17. — Machine à brocher horizontale de 30 tonnes.

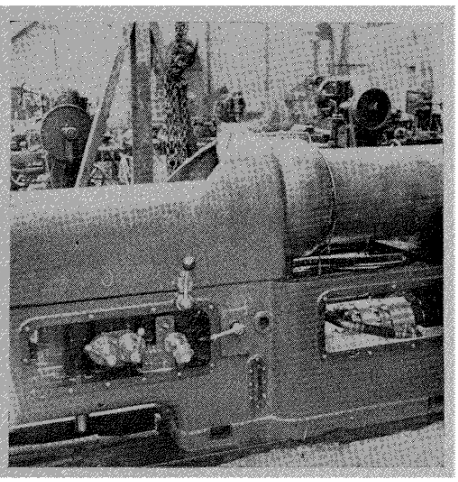


Fig. 18. — Vue du bloc de commande hydromécanique et du groupe de pompes de la machine de la figure 17.

Bordier et Grommadsinski) (fig. 16). — Ici, un mouvement unique de levier ordonne la mise en marche avec commande d'embrayage de broche et approche rapide simultanées, passage à la vitesse de travail, arrêt en fin de travail avec débrayage et commande de remontée, outil à l'arrêt.

Machine à brocher de 30 tonnes. (L'Outillage R. B. V. constructeur). — Vue générale (fig. 18) et bloc de commande des pompes (fig. 17).

Machine à souder en bout des tôles planes. (La Soudure électrique, constructeur). — Elle permet de souder une tôle de 1 m $\times$ 800 mm ou de plus petites dimensions quelconques. Elle est surtout employée à souder les tôles de carrosserie des automobiles.

Machine à souder les rails. (La Soudure électrique, constructeur). — Elle est en service aux ateliers des Chemins de fer de l'Est à Saint-Dizier. Dans cette réalisation se trouvent réunis, en une étroite collaboration, les moyens hydrauliques, pneumatiques et électriques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les réalisations hydromécaniques qui viennent d'être examinées sont toutes de conception et d'exécution entièrement françaises. Les brevets qui les protégent sont de même source. Aucune licence de fabrication n'est payée à l'étranger. Loin de nous l'idée de vouloir méconnaître la valeur technique de certains dispositifs dont l'origine n'est pas française : cet exposé tend seulement à démontrer que nous pouvons suffire à nous-mêmes dans ce domaine.

Ces quelques exemples d'applications ne sont qu'un aperçu des machines ainsi équipées actuellement, car leur nombre est tel qu'il serait impossible de les examiner toutes. De plus, certaines firmes qui équipent des machines pour les besoins de leurs fabrications s'opposent à leur application dans d'autres domaines.

On peut cependant se faire une idée de l'importance prise par ces applications en signalant qu'un seul constructeur français a livré du 31 octobre 1936 au 31 octobre 1937 : 238 pompes génératrices ou réceptrices de divers types pour pressions de 50 à 120 kg/cm² et des débits de 10 à 500 l/min ; — 112 groupes-blocs électro-hydrauliques ; — 126 régulateurs de vitesse, de débit, de pression ; — 308 valves diverses, d'inversion de sens, de marche, d'arrêt pour commande à distance, pour commande électro-hydraulique, etc.

Si l'on ajoute à ces chiffres le nombre d'organes construits sur études spéciales (tels que les blocs d'organes de commandes) ainsi que celui des organes exécutés par d'autres firmes s'occupant de ce genre de construction, on se rend compte que le nombre des machines équipées hydrauliquement avec du matériel français est très important.

Les années à venir verront certainement s'augmenter l'étendue de ces applications qui intéressent la plus petite comme la plus grosse machine, et confirmer ainsi l'efficacité de ces procédés de commande pour le plus grand bien de notre production.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LA FONDATION D'UN INSTITUT DE RECHERCHE ET DE COORDINATION ARTISTIQUES ET TECHNIQUES (IRCAT),

par M. H.-Marcel MAGNE, *membre du Conseil de la Société d'Encouragement, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, membre du Conseil supérieur des Beaux-Arts et du Comité central d'Art appliqué, Président de la Fédération des Sociétés françaises de Propagande et d'Enseignement artistiques et techniques.*

Les efforts déployés depuis quelques années par la Fédération des Sociétés françaises de Propagande et d'Enseignement artistiques et techniques, en collaboration étroite avec les Pouvoirs publics, pour restaurer dans son indispensable unité le domaine de l'art et des techniques, ont récemment abouti à un résultat de grande importance : la fondation de l'Institut de Recherche et de Coordination artistiques et techniques (IRCAT), objet d'une convention passée le 10 novembre 1937 avec le Sous-Secrétaire d'État de l'Enseignement technique.

L'IRCAT a pour but la recherche et la réalisation des meilleures solutions artistiques et techniques des problèmes matériels de la vie moderne, par la coordination des efforts des artistes, ingénieurs, industriels, artisans, techniciens et ouvriers.

Ainsi, cette création répond au souhait de tous ceux qui estiment que les besoins urgents de notre civilisation, aussi bien que les puissants moyens dont elle dispose, ne sauraient s'accommoder du désordre, de la routine, de l'amateurisme, de l'ignorance mutuelle qui, trop souvent, sépare les divers spécialistes. Elle s'inspire de cette vérité que l'aspect artistique et l'aspect technique des problèmes sont solidaires et qu'ils doivent tous deux être étudiés dans l'esprit rationnel qui fut celui de la tradition française. Esprit dont l'abandon au cours du XIX^e^ siècle, au profit du pastiche, entraîna la décadence de nos arts industriels; dont la méconnaissance à notre époque, en faveur de la formule internationale, appauvrit les créations artistiques et mène au contre-sens technique.

Ce n'est pas en s'ingéniant à trouver *a priori* des formes nouvelles, inspirées de la mode, qu'on peut inventer l'expression artistique de la vie moderne. L'art ne s'est jamais transformé que par des idées nouvelles, des besoins nouveaux, des matières nouvelles, des techniques nouvelles, c'est-à-dire par le fond, qui détermine la forme.

Les idées nouvelles, ce sont aujourd'hui les idées d'hygiène, de sécurité, de confort, d'éducation, auxquelles correspondent des programmes d'assainissement dans les grandes agglomérations, des règles de salubrité dans la construction et l'aménagement des demeures, des travaux collectifs d'adduction d'eau, d'extension des espaces libres, la création d'hôpitaux, d'écoles, d'établissements de sports, le développement des moyens de transport.

Nulle époque d'autre part, ne s'est enrichie d'autant de matières nouvelles que la nôtre, grâce aux découvertes scientifiques. Les techniques ont été transfor-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mées par le développement de l'outillage mécanique, la motorisation de l'industrie.

Par un étrange paradoxe, l'engourdissement artistique a correspondu au progrès technique.

Si l'on considère le soin avec lequel chaque artisan composait jadis la targette qu'il exécutait à la main, cherchant une harmonie entre le découpage de la platine et le forgeage du bouton, il est déconcertant de penser que c'est du jour où la presse a permis de fabriquer instantanément, en série illimitée, un tel objet qu'on s'est désintéressé de sa beauté.

La comparaison des fontaines Wallace avec les anciennes fontaines publiques comme celles des Innocents par Jean Goujon, de la rue de Grenelle par Bouchardon, du Trahoir par Soufflot n'est pas plus flatteuse pour nous au point de vue de l'hygiène qu'au point de vue de l'esthétique. Le pavage des rues et des places, qui fut autrefois une véritable œuvre d'art par le choix de pavés de colorations différentes dans les plus modestes cités, comme par l'utilisation des marbres dans les capitales les plus somptueuses, est tombé dans une complète banalité. Quant aux accessoires de la voie publique, kiosques, bancs, candélabres, ils sont un défi au goût.

La faute en revient à l'indifférence des artistes. En 1934, une société d'électricité mettait au concours un candélabre de voie publique en béton armé moulé. Alors que tous les artistes, jeunes et vieux, se plaignent d'une inaction dont ils rendent responsables les difficultés économiques actuelles, il n'y eut guère plus de concurrents que de primes : c'est qu'il eût fallu se donner la peine d'étudier deux questions, l'éclairage et le moulage du béton armé.

A cette indifférence des artistes pour les nécessités techniques et les besoins de l'existence moderne correspond l'indifférence des techniciens pour l'expression artistique des problèmes. Il semble qu'on prenne à tâche de gâter les plus jolies places de nos villes et de nos villages, les plus jolis sites de nos campagnes par les solutions les plus laides. Jadis, cependant, les horloges que l'on apposait sur des édifices antérieurs à l'invention de l'horlogerie, comme l'horloge du XVI^e^ siècle que l'on voit sur la cathédrale de Chartres, les croix et les pyramides qui s'élevaient dans les carrefours, ne les défiguraient pas.

Pire encore que l'indifférence est l'incompétence présomptueuse et nourrie d'idées erronées : telle est la fausse conception technique qui consiste à prodiguer hors de propos les formes nautiques ou aérodynamiquès; telle la fausse conception artistique qui consiste à croire qu'il faut partout un décor et que le rôle de ce décor est de cacher la structure et les organes utiles : erreur qui ne conduit pas seulement à introduire dans les plus belles créations de la technique moderne, comme les paquebots, des éléments de gêne et de danger, mais incite encore le technicien à se contenter parfois de solutions paresseuses et primitives dont le décor dissimulera l'inquiétant désordre.

Si l'on examine les problèmes urgents dans le domaine de l'urbanisme et de l'habitation, on est obligé de conclure que leur solution est aussi défectueuse du point de vue technique que du point de vue artistique. Pour l'éclairage d'un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

palais, nos conducteurs électriques sont encore les fils dont Edison se servait naguère dans son laboratoire ; pour le chauffage, à l'erreur technique du radiateur, source unique, chauffant un point du mur comme au temps des cheminées, s'est surajoutée l'erreur artistique du cache-radiateur. Canalisations, terrasses, isolement thermique et sonore appellent des solutions satisfaisantes, qui ne peuvent être élaborées que par la coordination des recherches et des efforts.

Grouper les compétences et les volontés autour d'une doctrine positive, tel fut le but de la Fédération des Sociétés françaises de Propagande et d'Enseignement artistiques et techniques.

C'est en 1933 que, reprenant les idées qui avaient inspiré la création de l'Office de liaison en 1922, le programme de l'Exposition de 1925, la circulaire Herriot en 1927, la Fédération affirmait cette doctrine par le vœu qu'elle présentait au 49e Congrès de la Ligue française de l'Enseignement.

Dans le vœu, qui fut adopté à l'unanimité, elle demandait :

« Qu'à l'école, la coordination de l'enseignement artistique et de l'enseignement technique, prescrite dès 1927 par le Ministre de l'Instruction publique Edouard Herriot, soit assurée d'une manière effective et continue ;

« Qu'après l'école, une liaison de plus en plus étroite soit réalisée entre les artistes et les techniciens afin que tous les programmes nouveaux caractéristiques de la vie moderne (emploi du béton armé dans la construction, installations intérieures d'eau, de chauffage, d'éclairage, de téléphonie, de radiophonie, utilisation dans la décoration fixe et dans le mobilier des belles matières nouvelles : bois coloniaux, alliages métalliques, etc...) soient rationnellement étudiés de concert par les artistes et les techniciens ;

« Qu'ainsi l'évolution moderne de la tradition artistique française soit basée sur des données moins inconsistantes que la mode ;

« Que les errements qui, en dissimulant par exemple les canalisations électriques derrière des lambris de bois contreplaqué enduit de peinture cellulosique, ont provoqué des catastrophes, soient abandonnés ;

« Que les artistes et les industriels se souviennent que l'art français a su faire des chefs-d'œuvre en montrant les cordes des harpes ou les tuyaux des buffets d'orgue et qu'il est contraire à tout progrès artistique de cacher les nécessités techniques. »

Le premier paragraphe de ce vœu concernait les écoles. Il est en voie de réalisation. Le Comité central d'Art appliqué, créé le 19 septembre 1936, s'y emploie. La Section d'Art appliqué récemment instituée à l'École normale supérieure d'Enseignement technique, donne à la Direction générale de l'Enseignement technique le moyen de faire l'éducation artistique de ses élèves, cependant que la Direction générale des Beaux-Arts se préoccupe de faire pénétrer l'esprit technique dans ses écoles [1].

(1) *Cf.* Le 8e Congrès international de l'Enseignement du Dessin et des Arts appliqués. (*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale* de janvier-février 1938).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'IRCAT vient maintenant constituer le second échelon : la liaison, après l'école, entre artistes et techniciens. Il a trois tâches à remplir.

La première est de recenser les meilleures solutions trouvées jusqu'à ce jour. Souvent, en effet, la bonne solution existe : on l'ignore ou on veut l'ignorer.

La deuxième est d'accueillir et de perfectionner les solutions nouvelles, en fournissant aux chercheurs les conseils, les concours et les moyens qui peuvent leur manquer pour mettre au point, ou pour matérialiser leurs idées.

La troisième est de provoquer les recherches sur des sujets encore insuffisamment étudiés; recherche de la solution qui correspond à tous les aspects de tel problème, recherche de tous les matériaux que sa réalisation exige, recherche des moyens nécessaires pour mettre en œuvre ces matériaux, recherche des formes qui expriment, par la pureté de leur exactitude, l'idée réalisée.

Tout chercheur peut donc participer à l'action de l'IRCAT, soit en lui apportant une documentation sur les solutions satisfaisantes des problèmes, soit en lui proposant les solutions qu'il a lui-même trouvées, soit en lui offrant sa collaboration pour des recherches collectives.

Les propositions sont d'abord soumises à l'examen de Sections d'études. Dix d'entre elles sont constituées actuellement. Elles ont pour domaines respectifs : la construction, la climatisation, l'électricité, le mobilier, le tourisme, l'urbanisme, les instruments de musique et l'acoustique, la bijouterie de fantaisie et les accessoires de mode, la mécanique, les matières plastiques, les huit premières correspondant à des besoins essentiels de la vie moderne, les deux dernières groupant des moyens techniques pour les mettre à la disposition des premières.

Ces Sections d'études, auxquelles il appartient également de préparer les programmes de recherche et d'étudier les dossiers présentés, apportent les solutions au Comité technique, qui est le Comité central d'Art appliqué. Ce dernier présente ses conclusions au Conseil d'Administration.

Le Conseil d'Administration, qui décide en dernier ressort, est placé sous la présidence du Directeur général des Beaux-Arts et du Directeur général de l'Enseignement technique. Il comprend, outre les représentants des grandes associations affiliées à la Fédération des Sociétés françaises de Propagande et d'Enseignement artistiques et techniques, des délégués des Confédérations patronales, artisanales, ouvrières, des chambres de commerce, et des grands organismes publics ou privés que son activité intéresse, écoles, laboratoires, offices, syndicats professionnels. La sauvegarde des droits des auteurs, notamment, est facilitée par la représentation au sein du Conseil de la Direction de la Propriété industrielle et du Syndicat de la Propriété artistique.

Les projets qui, à l'issue de ces études, seront approuvés ou qui seront retenus, avec l'assentiment des auteurs, pour être approfondis ou mis au point, auront une autorité d'autant plus grande que cette sélection et cette mise au point auront été dirigées par les personnalités dont la compétence, en chaque domaine, est la moins discutable. L'IRCAT s'efforcera de les faire connaître et de les faire appliquer,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par tous les moyens dont le bienveillant patronage de l'État et sa propre action de propagande lui permettront de disposer.

Il est nécessaire que l'appel de l'IRCAT soit entendu, et que tous les artistes ou techniciens qui ont foi en cette œuvre lui apportent leur concours sans tarder.

Ainsi que l'a rappelé M. le Directeur général de l'Enseignement technique en inaugurant ses travaux, la tâche du nouvel organisme est d'autant plus urgente que des pays étrangers ont déjà pris les devants. L'Allemagne apporte, là comme ailleurs, sa ténacité, son esprit de méthode, sa discipline. L'action du Werkbund remonte déjà fort loin. Partout, artistes et techniciens travaillent de concert. A la Foire d'Iéna, on peut voir des objets en matières plastiques étudiées minutieusement aussi bien au point de vue de l'élégance que du but pratique. Solingen, ville de la coutellerie, possède un Institut d'Art pour la création des modèles. D'autres pays suivent la même voie. Pourtant il ne s'agit pas pour eux, comme pour nous, de la carte maîtresse dans la lutte économique.

La nécessité économique se double d'ailleurs d'une nécessité sociale. Des classes entières de la nation attendent encore des habitations, un mobilier adaptés à leurs besoins et à leurs moyens, un cadre d'existence quotidienne qui ne soit pas désordre et laideur. C'est une caricature de civilisation que celle qui ignore la réalité et remplace par une camelote habillée de faux luxe des objets usuels qui devraient être simples, pratiques, durables.

Ce programme considérable réclame de la méthode et du travail, parfois l'abandon de certains préjugés; en d'autres termes des sacrifices. Aussi voudrais-je ici remercier les personnalités éminentes, à l'autorité et à la compétence desquelles l'IRCAT a fait appel pour constituer son conseil d'administration et ses sections d'études, et qui veulent bien lui consacrer un temps dont elles auraient mainte raison d'être avares; les chercheurs qui, dès le premier jour, lui ont témoigné leur confiance en lui apportant leurs propositions; enfin les grands organismes publics et privés qui, comme la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, attestent, par l'intérêt qu'ils portent à cette œuvre, son importance pour le maintien et le développement des meilleures traditions de notre pays.

Nota. — L'IRCAT a son siège à l'École nationale supérieure des Arts décoratifs, 31, rue d'Ulm, Paris (5e) (Téléphone : Danton 76-79). Le Secrétariat administratif est ouvert au public de 16 à 18 h., les lundis, mardis, mercredis, jeudis et vendredis.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NOUVEAUX APPAREILS DE MICROMANIPULATION(*)

par M. P. DE FONBRUNE, *du Laboratoire de Cinémicrographie de l'Institut Pasteur de Paris.*

C'est dans le domaine des sciences naturelles, semble-t-il, que la micromanipulation est appelée au plus brillant avenir. L'idée en est assez ancienne; d'après certains auteurs, elle remonterait à 1844, époque à laquelle J. E. Purkinjes en avait fort bien pressenti les possibilités. Cependant, les premières micromanipulations n'ont été réalisées qu'en 1887 par notre compatriote Chabry, qui réussit de fort belles expériences sur des œufs d'Ascidies, au Laboratoire maritime de Concarneau.

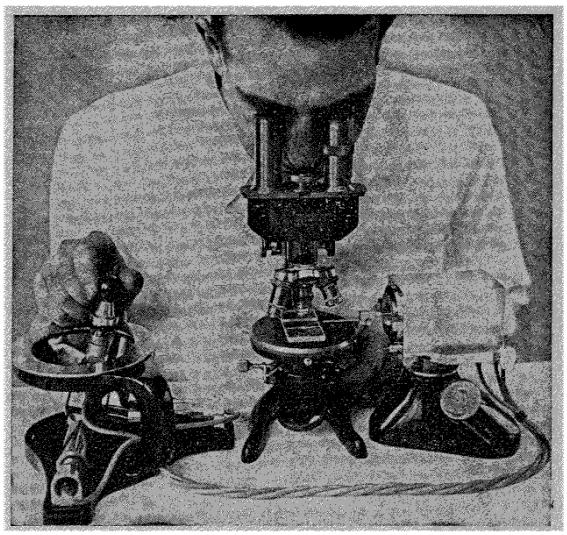


Fig. 1. — Micro-manipulateur pneumatique. (Le *manipulateur* communique avec son *récepteur* par trois tubes en caoutchouc.)

En 1897, le Néerlandais S. L. Schouten parvint à isoler des bacilles, des levures, avec un dispositif qu'il avait imaginé. Depuis, cet auteur n'a cessé de perfectionner son micromanipulateur et de l'utiliser pour une série de très intéressantes recherches, surtout dans le domaine de la bactériologie.

Ensuite, Barber en Angleterre, Chambers aux États-Unis, Janse et Peterfi en Allemagne, pour ne citer que les plus connus, s'attaquent aux problèmes de la micromanipulation, créent de nouveaux appareils et de nouvelles techniques. Leurs remarquables travaux de cytologie ont ouvert des perspectives séduisantes sur les applications de la nouvelle méthode de recherches.

Les possibilités offertes par la micromanipulation sont, en effet, devenues considérables. En s'aidant de minuscules outils, actionnés par des dispositifs mécaniques intermédiaires, le biologiste, par exemple, est à même de palper une cellule, de la percer, de lui injecter un liquide quelconque, de lui soustraire une inclusion, de l'inciser, de la transporter et de l'isoler, de la soumettre au courant

(*) Communication faite par l'auteur en séance publique le 15 janvier 1938. Voir, dans le *Bulletin* de janvier-février 1938, p. 75, le compte rendu de cette séance et la discussion qui a suivi la communication.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

électrique, etc. La finesse des expériences réalisables confond parfois l'imagination : telle est la section d'un bacille, long de 6 à 8 μ, en plusieurs tronçons réguliers et nettement tranchés. Toutes ces opérations ne peuvent s'effectuer, bien entendu, que sous le contrôle du microscope.

Le maniement des micromanipulateurs proposés jusqu'ici était cependant loin d'être aisé, de même que les méthodes imaginées pour la confection des « micro-instruments », c'est-à-dire des minuscules outils nécessaires aux expériences.

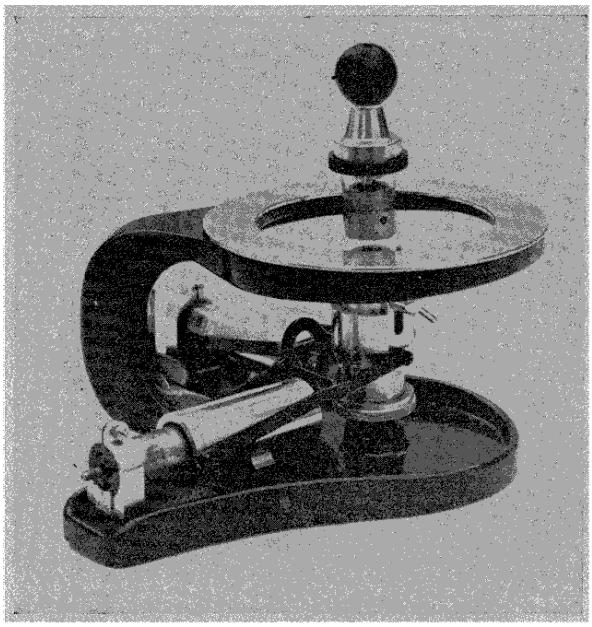


Fig. 2. — Manipulateur à rotule. (En agissant sur le levier de commande, on déplace simultanément et en proportions variées les pistons des trois pompes.)

La pratique des micromanipulations nécessitait donc une exceptionnelle légèreté de main, une grande attention et aussi une dose sérieuse de patience. Sans dispositions naturelles, doublées d'un long entraînement et d'une pratique suivie, il semblait vain de se lancer dans ces travaux d'une grande difficulté. C'est d'ailleurs ce qui a limité le nombre de leurs auteurs.

Nous avions été extrêmement intéressé par les expériences de micromanipulation; notamment les interventions micro-chirurgicales sur les cellules vivantes nous semblaient particulièrement attrayantes.

Depuis longtemps, avec notre maître, le Dr Comandon, nous songions à reproduire de telles expériences par la microcinématographie, lorsque le Laboratoire put enfin disposer d'un micromanipulateur. C'était un fort bel instrument; il était accompagné des divers accessoires nécessaires à son emploi.

Aussitôt nous entreprîmes de nous familiariser avec le nouveau venu. Il se composait de deux statifs (ou encore « assistants ») chacun devant recevoir un micro-instrument. Chaque assistant comprenait une première série de trois boutons moletés; en tournant ceux-ci, il était possible d'amener la pointe du micro-instrument sous le microscope, placé entre les deux mécanismes. L'autre série de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

boutons commandait trois vis à pas serrés devant assurer les déplacements « fins » du micro-instrument dans le champ, au cours des expériences. Par exemple, suivant le sens dans lequel on tournait ces boutons, on obtenait un déplacement de gauche à droite ou de droite à gauche, de bas en haut ou de haut en bas, d'avant en arrière ou inversement. Au total les trois boutons de chacun des statifs procuraient donc six directions différentes, par autant de manœuvres variées et dont il fallait se souvenir.

Mais, l'acquisition de réflexes francs pour passer d'une vis à l'autre sans tâtonner, pour agir sur elles directement dans le sens convenable, et sans interrompre pourtant l'observation attentive au microscope, exigeait, comme bien l'on pense, un sérieux entraînement. Et, tant que cet entraînement n'était point suffisant, la vigilance de l'observateur se trouvait constamment détournée de son principal objet par la manœuvre de l'instrument.

Après plusieurs jours d'exercices sur des organismes relativement gros, au moyen d'aiguilles en acier du plus fin modèle, nous entreprîmes une manipulation délicate en utilisant, cette fois, les deux seules micro-aiguilles en verre, livrées avec l'appareil. Bientôt, hélas! une fausse manœuvre vint malencontreusement briser l'une d'elles : il fallut en fabriquer une autre.

Nous nous efforçâmes donc d'appliquer la méthode prescrite, c'est-à-dire effiler une mince tige de verre, tenue entre le pouce et l'index de chaque main, en la ramollissant au-dessus d'une très petite flamme de gaz (de 1 mm environ). Après une semaine de consciencieux efforts, la réussite n'était, en moyenne, que d'une micro-aiguille de dimensions plus ou moins bien adaptées aux expériences projetées pour une cinquantaine de tentatives. Quant aux autres petits outils, nous ne parvînmes même pas à les obtenir.

Malgré un très vif désir d'aboutir, et, devant le temps considérable nécessaire à la préparation des expériences, le découragement ne tarda pas à nous saisir, et, en fin de compte, le micromanipulateur prit place dans une vitrine dont il ne devait jamais plus sortir.

Nous devons cependant à ces malheureux débuts d'avoir fixé davantage notre attention sur les micromanipulations et de nous avoir incité à rechercher de meilleures méthodes pour les réaliser. Bientôt, le hasard nous procura, à ce propos, un spectacle très suggestif.

Nous étudiions, au microscope, l'action de la température sur une préparation de sang et, dans cette préparation, était accidentellement incluse une bulle d'air. Dès que la température s'élevait, l'air se dilatait, refoulant et bousculant délicatement devant lui les cellules sanguines. Parfois même, un globule blanc se trouvait emprisonné entre la lamelle couvre-objet et la bulle; il subissait alors, de la part de celle-ci, une pression relativement considérable et son étalement forcé favorisait singulièrement l'examen du noyau et des courants du protoplasme. Lorsque la température s'abaissait, la bulle d'air se contractait, libérant ses prisonniers.

La bulle d'air exécutait sous nos yeux une délicate manipulation; l'asservir et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lui confier des micro-instruments fut naturellement l'objet de nos méditations.

Nous ferons grâce de toute la filiation d'idées et de réalisations successives qui suivirent cette simple observation : elles ont abouti finalement à la création du micromanipulateur pneumatique.

Dès l'origine de nos recherches, nous avons bénéficié de l'aide inestimable de l'Office national des Inventions et, depuis plus de 5 ans, nous avons poursuivi sans relâche la mise au point de nos dispositifs.

Les modèles définitifs que nous présentons aujourd'hui ont été construits grâce à la précieuse collaboration de MM. P. Beaudoin et H. Gondet, des Établissements Ch. Beaudoin. Nous leur exprimons toute notre gratitude pour la part importante et l'intérêt soutenu qu'ils ont bien voulu consacrer à ces réalisations.

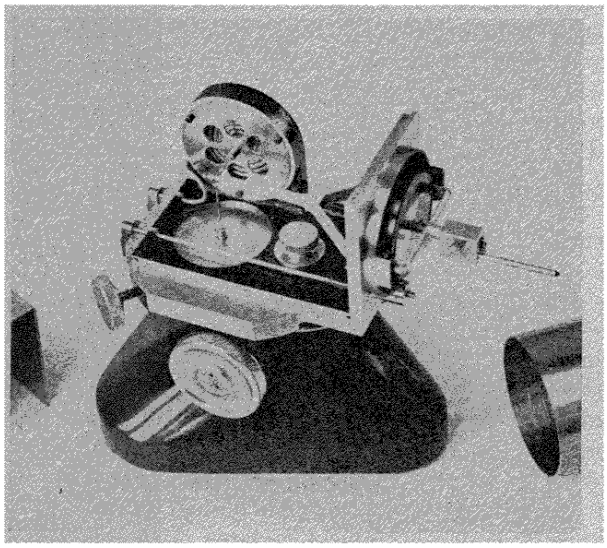


Fig. 3. — Mécanisme du récepteur. (La petite barre horizontale qui surmonte le micro-instrument est sollicitée en toutes directions par trois membranes souples métalliques obturant des capsules étanches que l'on met en communication avec les pompes du manipulateur.)

MICROMANIPULATEUR PNEUMATIQUE. — Le micromanipulateur pneumatique se compose de deux organes distincts : un *manipulateur*, proprement dit, comprenant un levier de commande, et un *récepteur*, qui supporte le micro-instrument.

Les impulsions de la main agissant sur le manipulateur (fig. 1 à 3) sont transmises pneumatiquement au récepteur par trois tubes de caoutchouc intermédiaires. A cet effet, chacun des tubes fait communiquer l'intérieur d'une petite pompe en cristal avec la cavité d'une capsule étanche, obturée hermétiquement par une membrane métallique souple. Les trois pompes font partie du manipulateur et les capsules correspondantes sont placées dans le carter du récepteur.

C'est au moyen d'un unique levier qu'on actionnne les trois pompes; on provoque ainsi des pressions ou des dépressions d'air à l'intérieur des capsules dont les membranes souples alors se bombent ou, au contraire, se dépriment de part et d'autre de leurs positions d'équilibre. Les mouvements des membranes sont finalement transmis au micro-instrument par l'intermédiaire d'une petite barre mobile, à laquelle on le fixe.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le levier de commande est articulé, à sa base, au moyen d'une rotule et il est aisément maniable en tous sens. La construction de l'appareil a été réalisée de façon telle que le micro-instrument reproduit, à l'échelle très réduite, tous les mouvements que l'on imprime au levier.

Notre micromanipulateur ne peut être mieux comparé qu'au pantographe, étant donné que toute courbe ou figure complexe que l'on fait décrire à l'extrémité de son levier se trouve restituée « en miniature » par le micro-instrument. D'ailleurs, par un réglage très simple du mécanisme, son pouvoir démultiplicateur de mouvement est modifiable entre des limites très éloignées, et cela donne à l'opérateur la faculté de proportionner constamment la démultiplication aux divers grossissements du microscope. Ainsi, la difficulté ne va pas de pair avec l'échelle à laquelle on effectue les micromanipulations et, résultat paradoxal, il devient par exemple aussi facile de travailler sur un objet de 1 mm grossi 5 fois que sur un autre n'ayant que 5 μ, mais grossi 1000 fois!

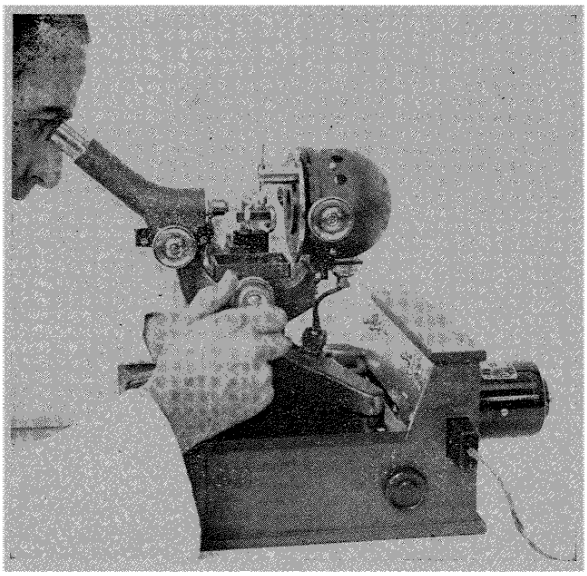


Fig. 4. — Micro-forge. (L'instrument repose sur un coffret qui reçoit les accessoires électriques et la soufflerie.)

La souplesse de maniement du micromanipulateur pneumatique est telle qu'il nous a été possible de tracer des inscriptions en lettres de quelques microns de hauteur seulement ou de signer notre nom dans un espace qui tiendrait sur une écaille de papillon.

Grâce à cet appareil, le néophyte est à même d'entreprendre avec succès jusqu'aux plus délicates manipulations. En effet, *l'appareil obéit fidèlement aux mouvements réflexes de la main* [1], cependant que les gestes de celle-ci se trouvent démultipliés, dans chaque cas, pour le maximum de commodité.

Sans la moindre difficulté, le micromanipulateur pneumatique nous a donc permis, avec le Dr Comandon, d'obtenir des films cinématographiques montrant de fines manipulations que nous vous présentons.

(1) Et ceci, quelles que soient les inversions d'images produites par les divers systèmes optiques susceptibles d'être utilisés et quelle que soit aussi la position qu'occupe le microscope dans l'espace.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MICRO-INSTRUMENT ET MICRO-FORGE. — Si pratique et précis que puisse être un micromanipulateur, son emploi se trouverait limité si l'on n'avait à sa disposition des micro-instruments de formes variées et de dimensions parfaitement adaptées à chaque expérience.

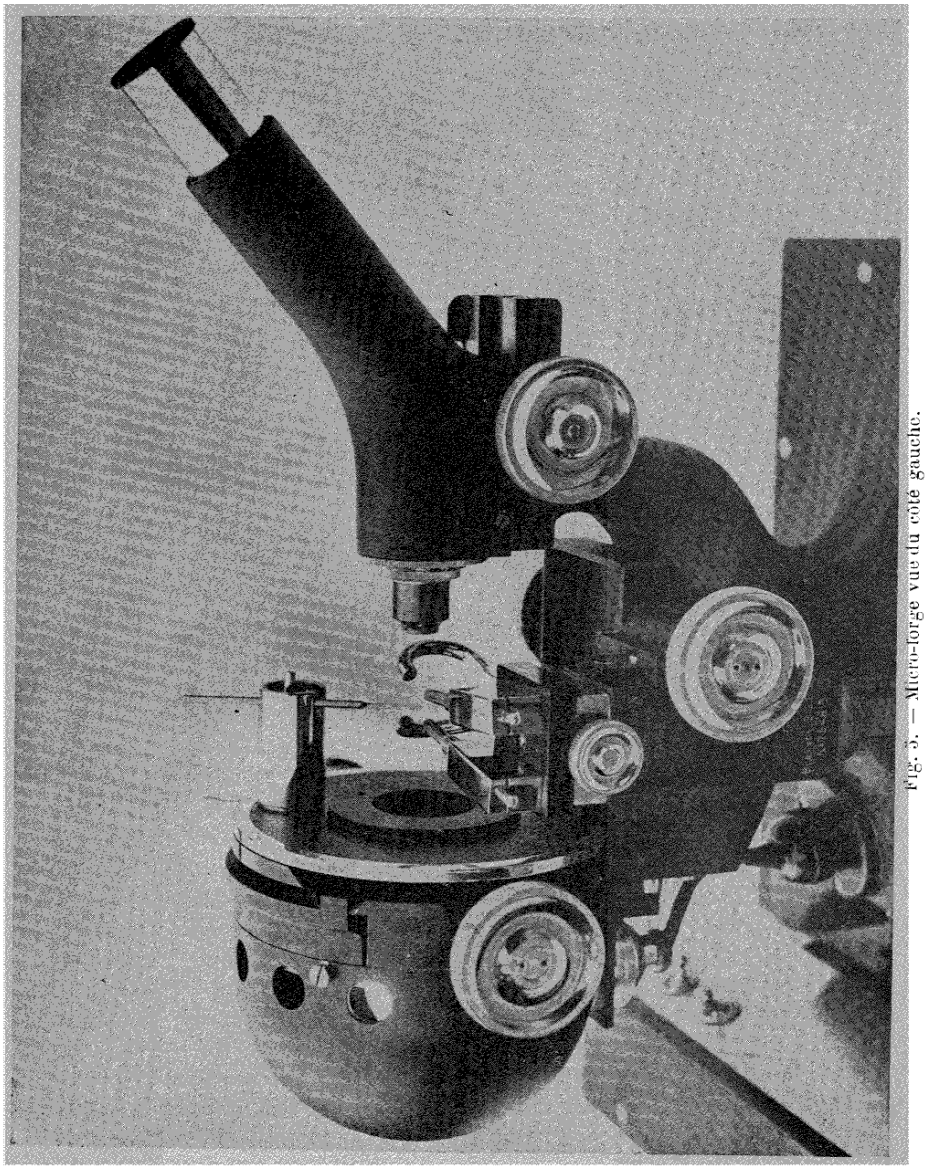


Fig. 5. — Micro-forge vue du côté gauche.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Or, ces micro-instruments sont généralement en verre et leur fragilité est extrême; il faut pouvoir les remplacer facilement et rapidemeut. C'est dans ce but qu'a été créée la *micro-forge* (fig. 4 et 5). Avec cet appareil, également construit sur nos indications par les Établissements Baudouin, se réalisent tous les micro-instruments d'usage courant, en des temps particulièrement courts. Par exemple, 5 micro-instruments différents : une micro-aiguille; — une micro-anse; — un micro-scalpel; — une micro-électrode et une micro-pipette, s'obtiennent en moins de 20 minutes.

Bien d'autres accessoires peuvent également se fabriquer avec la micro-forge. On les façonne sous le contrôle d'un microscope dont l'objectif est horizontal mais muni d'un prisme qui dévie ensuite l'axe optique d'environ 30° dans le sens vertical; ainsi, l'oculaire se trouve commodément orienté pour l'observation.

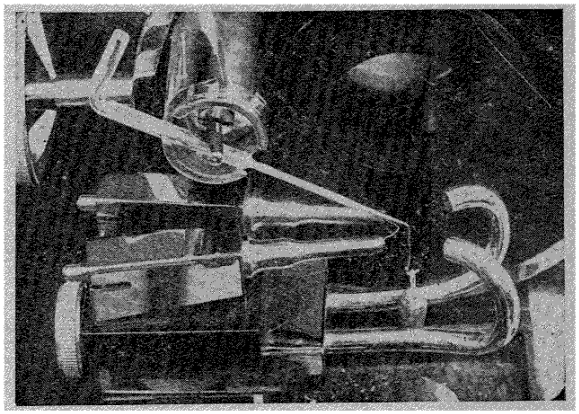


Fig. 6. — Détail de la micro-forge montrant le fil chauffant au cours de la fabrication d'une micro-pipette. (A gauche, le bouton qui, le cas échéant, permet de régler l'intensité du jet d'air sortant des tubulures.)

Une source de chaleur limitée, mais très puissante, est constituée par un filament de platine de faible diamètre que l'on porte à l'incandescence par le passage d'un courant électrique (fig. 6). On peut déplacer ce filament en toutes directions, dans le champ du microscope, au moyen de boutons moletés agissant l'un sur une vis, l'autre sur une crémaillère. La température du fil chauffant se règle entre de très larges limites au moyen d'un rhéostat.

Deux tubulures recourbées s'ouvrent à une certaine distance du fil chauffant, vers lequel elles convergent; elles servent, en certains cas, à projeter sur lui un jet d'air froid, fourni par une soufflerie électrique.

Le jet d'air a pour effet d'accuser considérablement la chute de température aux abords immédiats du fil incandescent; dans le sens opposé à son écoulement, il permet donc d'approcher un objet fusible à une très courte distance de la source chauffante, et de ne fondre qu'une très faible portion de sa surface.

Enfin, un dispositif sert à soutenir les tiges à travailler, à modifier leur orientation et à les déplacer avec précision dans le champ du microscope.

Les techniques d'emploi de la micro-forge sont nombreuses et nous ne pouvons donner ici qu'une notion très sommaire de nos divers procédés de fabrication [2].

(2) Voir, à ce sujet, la revue *Recherches et Inventions*, n° 274, janvier 1938, bulletin de l'Office national des Inventions.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Micro-aiguilles. — Une bonne micro-aiguille s'obtient en deux temps : on façonne d'abord son corps, puis l'on étire sa pointe (fig. 7).

1er temps : Le fil de platine incandescent est mis en contact avec l'extrémité amincie d'une tige de verre : celle-ci fond instantanément sur une courte longueur. Lorsque le fil se trouve entouré de verre pâteux, on tente alors de le

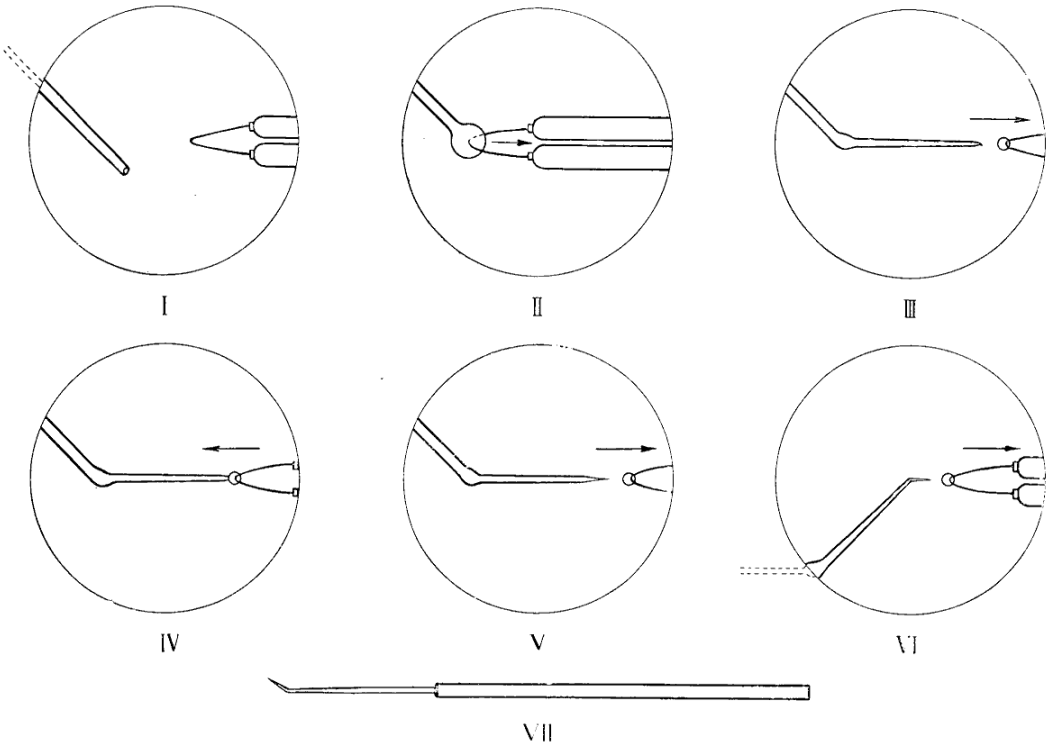


Fig 7. — Fabrication d'une micro-aiguille.

dégager assez vite. Pendant cette manœuvre, la masse de verre visqueux reste soudée à la tige, mais, son adhérence au platine étant assez forte, elle se trouve partiellement entraînée et s'étire, dans le sens du mouvement, en un cône très allongé qui durcit aussitôt et se détache du filament : le corps de l'aiguille est ainsi constitué (I, II, III).

2e temps : Le façonnage de la pointe est tout à fait analogue à l'étirage du corps de l'aiguille, mais il s'effectue avec le filament fortement ventilé.

A la suite des opérations du premier temps, une petite perle de verre reste toujours attachée au filament; on la soude à l'extrémité du corps de l'aiguille. En éloignant ensuite très lentement la perle de verre, une pointe s'étire, dont la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

longueur et le degré d'acuité dépendant de la vitesse du mouvement et de la température où l'on opère (IV et V).

Sphère. — En approchant le fil incandescent, non ventilé, de la pointe d'une micro-aiguille, celle-ci fond à distance et, par l'effet des forces capillaires, elle se ramasse en une micro-sphère qui trouve certains emplois.

Micro-électrodes. — Nous avons constaté que certains métaux, à une température légèrement supérieure à leur point de fusion, pouvaient aussi s'étirer en aiguilles extrêmement fines, qui peuvent constituer des micro-électrodes. Tels

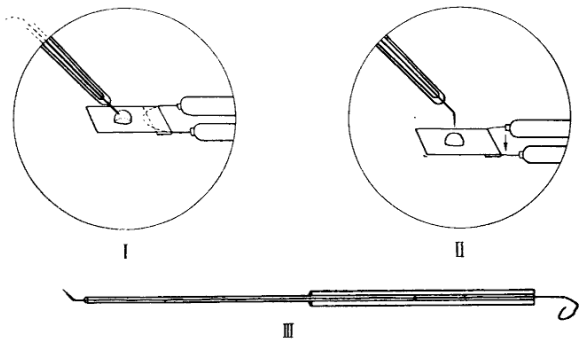


Fig. 8. — Fabrication d'une micro-électrode.

sont le zinc, le cadmium, le bismuth, l'étain et le plomb. Nous avons indiqué ailleurs la technique spéciale pour obtenir ces micro-instruments (fig. 8).

La micro-forge permet aussi de travailler d'autres matières, par exemple la gomme-laque, le sélénium, le bitume de Judée.

Micro-anses. — La confection d'une anse est bien différente de l'étirage d'une aiguille (fig. 9).

On part d'un court et mince fil de verre, soudé par une extrémité à une fine tige métallique (I).

Le filament de platine est porté à une température telle qu'il soit seulement capable de ramollir par contact le fil de verre, sans se coller à lui. On manœuvre le fil chauffant de façon à heurter le fil de verre vers son extrémité, qui, alors, se courbe; en continuant le « martelage » on arrive ainsi sans peine à former un anneau et l'anse est constituée (IV. V, VI).

Crochets. — Au lieu de « forger » un fil de verre comme il vient d'être indiqué pour l'anse, il est de même possible de recourber la pointe d'une micro-aiguille jusqu'à la façonner en un fin crochet.

Micro-scalpel. — Sur le filament incandescent on dépose un petit fragment de verre; il fond et se ramasse en une gouttelette sphérique. Cette gouttelette est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

alors amenée au contact d'une courte et fine tige de platine, à laquelle elle se soude (fig. 10, I). On cesse ensuite de chauffer et, après solidification, la tige de platine se trouve scellée superficiellement dans la petite perle de verre.

Si l'on arrache alors la tige, on constate le plus souvent qu'un éclat superfi-

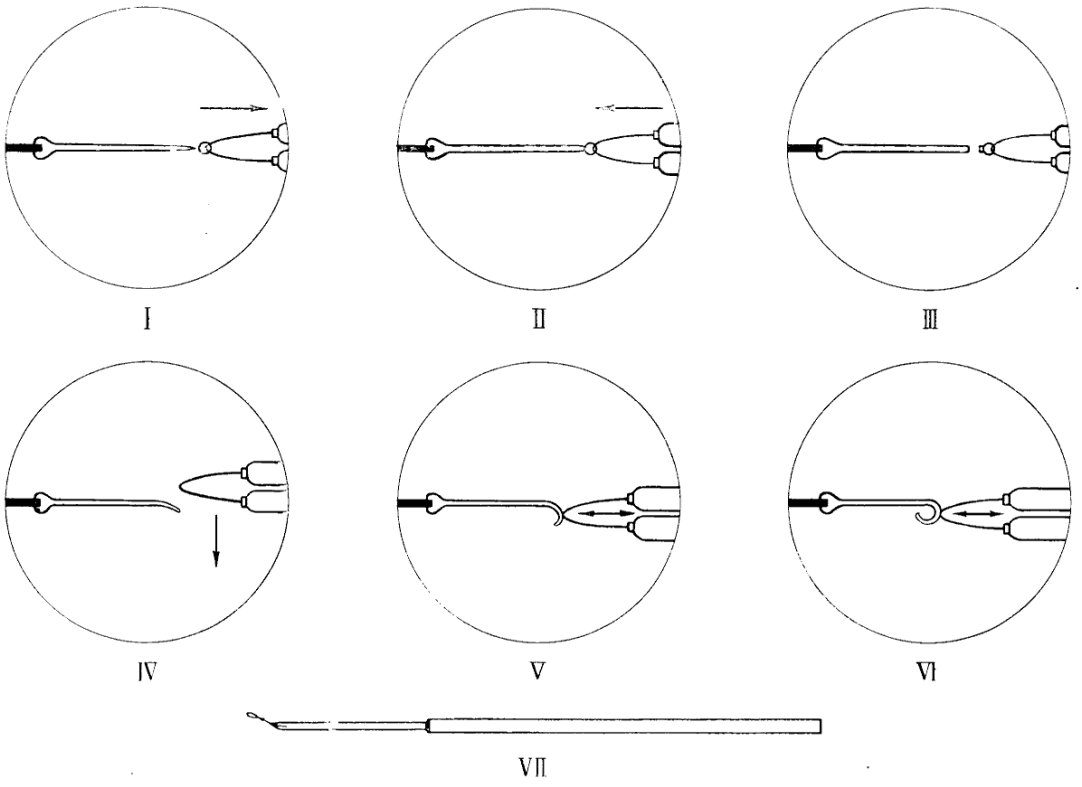


Fig. 9. — Fabrication d'une micro-anse.

ciel de la perle reste attaché à son extrémité. Cet éclat de verre, en forme de calotte aplatie, présente un contour arrondi, aux arêtes très vives : il constitue un excellent scalpel (II).

Micro-pipettes. — Un fin tube capillaire en verre, maintenu verticalement dans le champ du microscope est lesté à sa partie inférieure par une petite masse métallique (fig. 11, I et II). Ensuite, au moyen du fil incandescent, on chauffe *à distance* une région limitée de ce tube; il se ramollit localement et, si la température n'est pas trop élevée, la traction exercée par la masse métallique, située en contre-bas, provoque au point chauffé, un étirage lent du petit tube; il diminue ainsi progressivement de diamètre (IV).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Lorsque le diamètre du tube atteint une certaine valeur, il se rompt spontanément vis-à-vis du filament, que l'on éteint aussitôt. La pipette est alors terminée (V).

Les pipettes ainsi obtenues ne sont jamais obturées; elles sont donc immédiatement prêtes pour l'usage.

Mais ce n'est point la particularité la plus remarquable du procédé. L'expérience a en effet montré que le diamètre de la pipette croît en fonction du poids qui a provoqué l'étirage. La rupture du tube est d'autant plus précoce que la traction exercée est plus importante. Par conséquent, en disposant d'une série de

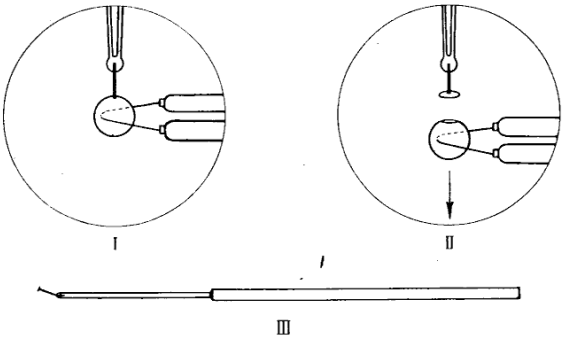


Fig. 10. — Fabrication d'un micro-scalpel.

poids, il est toujours possible d'obtenir, d'emblée, une pipette exactement du calibre désiré. Ce calibre peut avoir, *à volonté*, toutes les valeurs comprises entre 1 et 20 μ.

Nous pensons pouvoir expliquer très simplement ce fait : la rupture se produirait automatiquement dès que la surface de section de la paroi du tube descend au-dessous d'une valeur critique, pour laquelle sa résistance mécanique est incapable d'équilibrer l'effort de traction. En effet, la tenacité d'un verre donné, à une température fixe, est constante. Or nous opérons toujours dans des conditions de température très voisines, vers lesquelles le verre est encore cassant.

MICRO-SOUFFLAGE DU VERRE. — Un autre genre de fabrications réalisables avec la micro-forge consiste à ramollir localement des tubes capillaires, de quelques centièmes de millimètre, dans lesquels on modifie la pression d'air. Par ce moyen, il est possible d'obtenir une grande variété de minuscules accessoires susceptibles de nombreuses applications.

Ce sont, par exemple, des ballons, des sondes avec orifices diversement placés, des pipettes de formes spéciales, des tubes avec de fins étranglements, des ampoules, des tubes à ouverture évasée en entonnoir.

Il nous est malheureusement impossible de nous étendre sur ces fabrications que nous avons décrites ailleurs de façon assez détaillée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous sommes persuadé qu'elles ouvrent une voie nouvelle de possibilités fécondes dans le domaine de la micro-expérimentation.

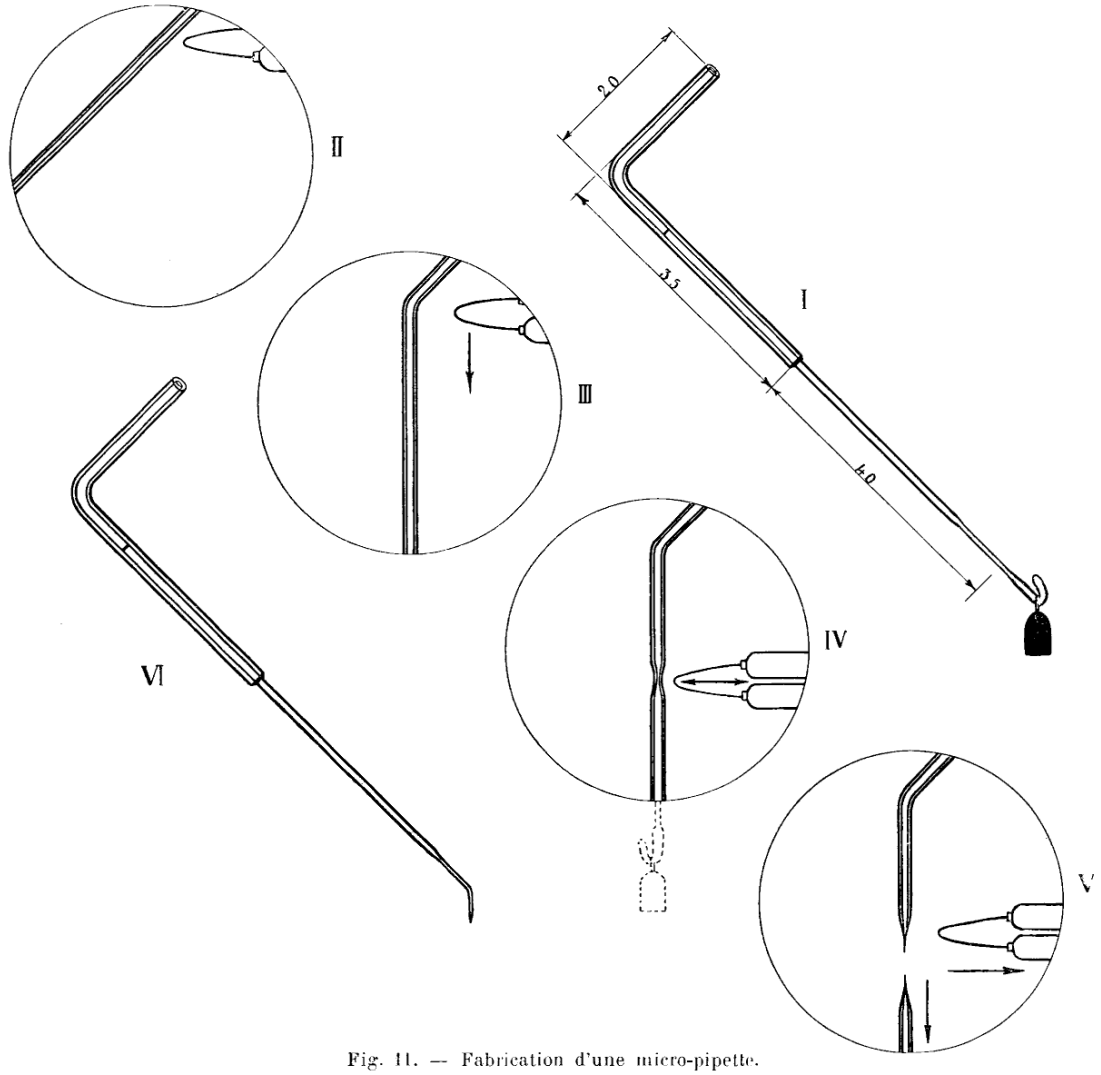


Fig. 11. — Fabrication d'une micro-pipette.

Chambre à huile. — Enfin, un problème fort important pour les micro-manipulations restait à résoudre; il s'agissait non seulement de soustraire les organismes à la dessiccation pendant les expériences, mais encore de les conserver sur place longtemps en bon état, afin de suivre leurs réactions post-opératoires.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Avec le Dr Comandon, dans ce but, nous avons réalisé un procédé très simple et tout à fait efficace (3).

Notre méthode consiste, en abrégé, à étendre en couche mince, sur une lamelle de verre, les liquides aqueux contenant les micro-organismes. Ensuite, sur une sorte de petite cuve remplie d'une huile minérale neutre, nous retournons la lamelle; les gouttelettes adhérant à sa face inférieure se trouvent ainsi immergées dans l'huile, qui évite leur évaporation. On peut ensuite atteindre aisément les cellules en faisant traverser le bain d'huile par les micro-instruments.

Ce procédé des préparations dites « en chambre à huile » procure de nombreux avantages. C'est ainsi que les cellules peuvent être assez énergiquement maintenues contre la lamelle de verre par le seul effet de l'adhérence capillaire; il est donc aisé d'agir sur elles au moyen d'un seul micro-instrument.

Les gaz, notamment l'oxygène, traversent suffisamment vite le bain d'huile pour que les organismes puissent vivre un temps fort long et même se multiplier dans notre dispositif. A la suite de cette constatation, nous utilisons maintenant la chambre à huile, non seulement pour les micro-manipulations, mais aussi, avec le plus grand profit, pour tous nos examens microscopiques d'organismes vivants.

CONCLUSION. — Le micromanipulateur pneumatique, la micro-forge et la chambre à huile se complètent fort avantageusement. Ces instruments mettent quiconque à même d'entreprendre les micromanipulations les plus diverses, après seulement quelques séances d'apprentissage. Le temps nécessaire pour préparer une micromanipulation devient insignifiant et l'adresse manuelle requise pour l'effectuer reste d'ordre courant.

On peut donc espérer que les nouveaux instruments contribueront à développer une technique expérimentale du plus haut intérêt en la mettant à la portée de nombreux chercheurs.

L'enregistrement sur film nous semble, d'autre part, devoir favoriser grandement l'interprétation convenable des expériences effectuées sur la cellule vivante. En effet, la cinémicrographie a été amenée à un haut degré la perfection sous l'impulsion de son apôtre, le Dr Comandon, qui en a démontré les avantages vraiment uniques.

Les documents permanents que procure cette méthode graphique peuvent, à tout moment, être comparés entre eux, et ils se prêtent à des mesures de temps et d'espace d'une extrême précision. L'accélération ou le ralentissement artificiels du mouvement représenté à la projection sont de nature à mettre en relief certaines modifications consécutives aux interventions micro-chirurgicales et qui, autrement, échapperaient à l'observateur le plus perspicace.

Si l'on considère, en outre, que la photographie (et surtout la photographie animée) révèle dans la cellule vivante des détails de structure non décelables par

(3) J. COMANDON et P. DE FONBRUNE, *La chambre à huile* (*Annales de l'Institut Pasteur*, tome 60, p. 113, 1938).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'observation directe, on peut présumer que la micro-chirurgie, doublée de la cinématographie, procurera d'intéressantes et nouvelles acquisitions dans le domaine de la physiologie cellulaire. C'est le but logique que nous souhaitons poursuivre maintenant.

Au cours de cet exposé, nous nous sommes cantonné à montrer le point de vue du biologiste, mais il est évident que la micro-expérimentation doit aussi intéresser le chimiste et le physicien. Elle permet, en effet, de réaliser des montages délicats, d'isoler de fines parcelles de matière inerte, d'étudier leurs qualités physiques, d'obtenir des notions sur leur composition chimique.

Certains laboratoires industriels, comprenant les précieux avantages d'une telle méthode d'investigation, l'ont appliquée à l'étude de matières premières ou de produits concurrents. Nous supposons enfin qu'à leur tour, nos modernes Sherlock Holmes pourraient aussi fort avantageusement s'emparer d'elle pour aider à démasquer fraudeurs et malfaiteurs.

JUBILÉ DU PROFESSEUR GABRIEL BERTRAND,

membre au Conseil de la Société d'Encouragement (Comité des Arts chimiques). (Paris, 24 juin 1938).

Le 24 juin 1938 a été célébré dans l'amphithéâtre de l'Institut Pasteur, sous la présidence de M. Lacroix, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, le jubilé cinquantenaire de notre éminent collègue du Conseil, M. Gabriel Bertrand, membre de l'Institut de France, professeur honoraire de chimie biologique à la Sorbonne.

Au cours de cette cérémonie, de nombreuses adresses ont été présentées en l'honneur du jubilaire, au nom de la plupart des sociétés, savantes ou techniques, françaises et étrangères, intéressées dans les études de chimie minérale, organique ou biologique.

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale était représentée par M. A. Trillat, membre de son Conseil, qui a donné lecture de l'adresse qu'il avait préparée au nom de la Société et que nous reproduisons ci-dessous, et par M. Baclé, président du Comité des Arts chimiques, dont font partie MM. Gabriel Bertrand et A. Trillat.

Adresse présentée par M. A. Trillat, au nom de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale à laquelle appartient Gabriel Bertrand comme membre du Comité des Arts chimiques de son Conseil, s'associe à la manifestation de ce jour pour faire ressortir le retentissement que ses travaux ont eu sur le développement de nos industries. Gabriel Bertrand eut d'illustres prédécesseurs dans le Comité des Arts chimiques : tels Frémy, Thenard, Péligot, Schlœsing, Carnot, Henry Le Chatelier et bien d'autres, dont les travaux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

eurent une portée industrielle et qui se sont efforcés d'établir la liaison entre la théorie et la pratique.

L'œuvre scientifique de Gabriel Bertrand, qui s'étend de 1883 à nos jours, et qui se continue, a été en effet remarquablement fertile en applications industrielles.

Ses études sur l'essence de niaouli, en rapprochant sa composition de celle du terpinol, a permis de remplacer ce dernier par l'essence naturelle, donnant ainsi un grand essort à sa fabrication.

Le sorbose était un corps à peine connu. Aujourd'hui, grâce à la découverte de sa préparation par voie biochimique, l'industrie le fabrique en grand pour obtenir la vitamine C.

Gabriel Bertrand a découvert que certaines espèces de caféiers ne renfermaient pas de caféine, tout en conservant leur arôme. Il proposa d'essayer la culture de ces caféiers, mais on préféra aller au plus court et on se mit à décaféiner le café ordinaire : Gabriel Bertrand n'en reste pas moins le véritable promoteur de cette industrie.

La préparation des sérums anti-venimeux, à la suite de ses études en collaboration avec Phisalix, est devenue pour ainsi dire industrielle.

Ses travaux sur le latex et les oxydases sont utilisés dans l'industrie du laquage, par exemple dans l'aviation, ainsi que dans l'industrie des vernis.

Un immense service a été rendu aux industries agricoles et à l'hygiène par la mise au point d'un procédé de désinsectisation basé sur l'emploi de la chloropicrine. Ce procédé est appliqué en grand pour la destruction des charançons et des rongeurs, pour la conservation des stocks de blé ou de graines, et pour la destruction des parasites dans une foule de cas.

La démonstration que la présence de certains éléments minéraux était nécessaire au processus biologique n'a pas été seulement d'un intérêt théorique. Car il suffit d'ajouter à un terrain les éléments déficients dont on ignorait la nature pour lui restituer sa fertilité. De là, l'origine de l'industrie de nouveaux engrais.

L'importante notion de la déficience de certains éléments dans le règne végétal s'étendit au règne animal et voici que la thérapeutique industrielle fut dotée de toute une floraison de nouveaux médicaments à l'usage des hommes et des animaux.

Beaucoup d'autres industries ou de perfectionnements sont encore dus aux travaux de Gabriel Bertrand : tels sont ceux se rapportant à l'opium, à de nouvelles diastases, au maté, à la fabrication du papier, à la vinification, à la panification, au caoutchouc, etc.

Je n'aurais garde d'oublier la grande part que Gabriel Bertrand a prise, par sa collaboration, aux industries de la défense nationale, à un moment critique où certaines de nos industries chimiques étaient inexistantes.

Parmi les méthodes d'analyse de Gabriel Bertrand qui se distinguent en ce qu'elles sont marquées au coin de la précision — et je dirais même de l'élégance — plusieurs sont couramment utilisées dans les laboratoires industriels.

Les travaux de Gabriel Bertrand offrent cette particularité qu'ils ont été comme une trame sur laquelle de nombreuses applications se sont essaimées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On peut dire qu'ils laisseront comme une alluvion fertile sur laquelle ont germé et germeront encore de nouvelles applications.

Son laboratoire, dont il est l'animateur, était comme un temple des idées : je dirais même, en quelque sorte, un palais de la découverte.

Au nom de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, je lui adresse notre tribut de félicitations et d'admiration.

COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE DU 21 MAI 1938

Présidence de M. P. Rolley, *secrétaire général.*

La séance est ouverte à 17 h. 30 m.

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

M. de Fonbrune (Pierre), lauréat de l'Académie des Sciences, biologiste, attaché au Laboratoire de Cinémicrographie de l'Institut Pasteur, Institut Pasteur, Garches (Seine-et-Oise), présenté par MM. Lumière, Lacoin et Lemaire;

M. Brenot (Paul) (C. ✻), ingénieur, président de la Chambre syndicale des Industries radioélectriques, président-fondateur du Comité de Prévoyance et d'Action sociales, 47, rue Vieille-du-Temple, Paris (4e), présenté par MM. Alby et Lemaire;

M. Liénart (Pierre), Ingénieur des Arts et Métiers, Société nationale des Chemins de fer français, Service central des Installations fixes, 32, rue de Lyon, Paris (12e), présenté par M. Guillet.

MM. de Fonbrune et Liénart sont deux des lauréats que la Société a récompensés cette année.

Les Établissements Kuhlmann ont complété à 1 000 fr le versement pour leur cotisation de 1938, le complément devant être porté au compte du *Bulletin*. M. Rolley leur adresse ses remerciements au nom de la Société.

M. Henri Leduc, Ingénieur E. P. I. C., lauréat de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, de la Société d'Encouragement au

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Progrès et du Syndicat du Caoutchouc, fait une communication sur *Les applications des courants électriques de haute fréquence à l'industrie du caoutchouc.*

Le conférencier rend d'abord compte des travaux qu'il poursuit en collaboration avec M. René Dufour et qui les ont conduits à ce qu'ils ont appelé la « radio-vulcanisation » du caoutchouc. Il rappelle en quoi consiste la vulcanisation, qui a pour objet de conserver et d'améliorer les qualités de la gomme malgré les variations de la température extérieure. Pour cela, on « cuit » un mélange renfermant : cette gomme, un composé sulfuré, une charge, qui peut n'être pas inerte, et un accélérateur. La durée de la cuisson, qui varie avec sa température, doit être aussi courte que possible et il faut que, pendant cette courte durée, le mélange soit à la température voulue, maintenue uniforme dans toute sa masse, quelles que soient l'épaisseur et le volume de l'objet, préalablement moulé, qui est soumis à la cuisson.

Or, de nombreux matériaux s'échauffent si on les soumet à l'action d'un champ électrique de fréquence élevée. Il devient donc possible de les chauffer uniformément et simultanément, en chacun de leurs points, à la condition que ces matériaux soient homogènes et que le champ électrique soit lui-même uniforme.

Ainsi, il devient possible d'élever régulièrement la température d'une masse de caoutchouc située entre les armatures d'un condensateur alimenté par des courants de fréquence élevée (1×10^6 à 20×10^6 p/sec).

On peut, au contraire, modifier la forme des électrodes pour concentrer le champ, c'est-à-dire le chauffage, en telle région où il est nécessaire d'obtenir un effet thermique plus accentué.

Les avantages de cette méthode sont :

1° de supprimer toute liaison et, au besoin, tout contact entre la matière à chauffer et les électrodes ;

2° de ne plus faire dépendre de la conductibilité thermique des matériaux la vitesse et surtout l'uniformité du chauffage de la masse à traiter, ce qui est d'une importance capitale lorsque les effets à produire dépendent à la fois de la température et du temps.

C'est le cas pour la vulcanisation des mélanges de caoutchouc.

Par exemple, la durée de la vulcanisation, pour qu'elle soit correcte, d'un mélange donné est de : 8 min à 140°, 20 min à 130° et 50 min à 120°. Et les propriétés mécaniques et la conservation du produit fini dépendent de l'exactitude de cette vulcanisation.

Or, le caoutchouc conduit très mal la chaleur et, de ce fait, la vulcanisation correcte des masses un peu épaisses était pratiquement impossible. La vulcanisation par haute fréquence donne une solution élégante, rapide et économique de ce problème.

D'autre part, si des mélanges de latex convenablement préparés sont poussés dans des filières isolantes, placées dans un champ électrique convenable, le latex se coagule en épousant la forme de la filière ; il devient ainsi possible de fabri-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quer en continu des fils, des tubes, des profilés divers, d'isoler des fils conducteurs, et même de produire des boudins de spongieux si l'on force dans la filière un latex contenant une émulsion gazeuse.

Quand on cuit à 140°, la consommation d'énergie varie, selon la composition des mélanges, de 200 à 300 Wh par kilogramme du mélange.

L'économie en argent du procédé est difficile à chiffrer car on n'a jamais établi le prix de revient de la vulcanisation par cuisson à la vapeur.

E. L.

MM. Rolley, Androuin, Fieux et Lemaire prennent part à la discussion.

La séance est levée à 18 h. 30 m.

BIBLIOGRAPHIE

Les cycles frigorifiques. Fonctionnement des machines et installations frigorifiques exposé à l'aide du diagramme entropique, 2e éd. revue et augmentée, par P. Ostertag, professeur au Technicum de Winterthur, traduit de l'allemand par A. Schubert, Ingénieur des Arts et Manufactures. Un vol. 25 × 16 cm, de VI + 170 p., 72 fig., VII pl. Dunod, édit., 92, rue Bonaparte, Paris (6e) 1938.

Index : 621. 55/56

L'utilisation du froid artificiel se développe de plus en plus dans quantité d'industries, dans le commerce des denrées, dans les installations ménagères. Les machines frigorifiques forment aujourd'hui une classe importante parmi les appareils de la thermodynamique appliquée. Le principe de ces machines, qui produisent le froid au moyen du travail mécanique, est réciproque de celui des moteurs thermiques produisant le travail mécanique au moyen de la chaleur.

Comme la machine motrice à vapeur, la machine frigorifique emploie pour agent de transformation de la chaleur et du travail un fluide évoluant en cycle fermé et opérant des échanges de chaleur avec au moins deux sources à températures différentes, T_1 et T_2 (températures absolues : $T_1 > T_2$). Mais ici le cycle est parcouru en sens inverse. Dans la machine motrice, le fluide recevant une quantité de chaleur Q_1 à température élevée en abandonne une partie Q_2 à température basse et l'abaissement du niveau thermique de Q_2, non seulement se fait de lui-même, mais laisse une disponibilité d'énergie capable de transformer le reste $Q_1 - Q_2$ en travail, sous réserve de l'inégalité $\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} < 1 - \frac{T_2}{T_1}$.

Dans la machine frigorifique, dont le but est de soustraire à la source dont la température est T'_2 une quantité de chaleur Q'_2 pour y produire et y entretenir le froid, le fluide qui reçoit Q'_2 à une température au plus égale à T'_2 ne pourrait faire absorber cette chaleur par la source à T'_1 si un appoint d'énergie n'était fourni au système. Il est fourni par un travail mécanique, relevant le niveau ther-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mique jusqu'au dessus de T'_1 et permettant de verser à la source à T'_1 une quantité de chaleur Q'_1, somme de la chaleur Q'_2 transférée d'une source à l'autre et de l'équivalent $Q'_1 - Q'_2$ du travail reçu. L'inégalité à satisfaire est ici

$$\frac{Q'_1 - Q'_2}{Q'_2} > \frac{T'_1}{T'_2} - 1.$$

Il est naturel que la dépense de travail, rapportée au nombre des frigories à produire, soit d'autant moindre que le seuil de température à franchir $(T'_1 - T'_2)$ est moins haut par rapport à T'_2, et qu'elle tende vers zéro avec la hauteur de ce seuil.

Le système n'est autre qu'une pompe de chaleur, mais une pompe dont l'effet utile est de puiser Q'_2 à la température T'_2, tandis que celui d'une pompe destinée à une production de chaleur positive serait de fournir Q'_1 à la température T'_1.

Les conséquences et les principales applications de ces principes généraux ont été développées par M. P. Ostertag, professeur au Technicum de Winterthur, dans un ouvrage dont nous devons la traduction à M. A. Schubert, et dont le titre, cité plus haut, précise l'objet et le plan.

On sait les services que rend, pour l'étude et le calcul des machines à vapeur (machines alternatives ou turbines) la consultation du diagramme entropique, représentant tous les états d'équilibre du fluide en fonction de sa température absolue T et de son entropie $\int \frac{dQ}{T}$. Sur ce diagramme sont tracées, une fois pour toutes, les familles de courbes correspondant aux diverses valeurs de la pression p, du volume spécifique v, de la fonction $u + pv$ dite potentiel thermique. Il est facile de suivre sur un tel diagramme toute évolution du fluide, pourvu qu'on puisse assimiler l'évolution à une suite d'états d'équilibre. Cette dernière réserve est essentielle, car, en dehors des états d'équilibre, les lignes tracées sur le diagramme n'ont pas de sens ; mais on tient compte de l'influence des irréversibilités par des corrections.

On peut aussi, au lieu du diagramme entropique, utiliser le diagramme de Mollier, obtenu en portant en abscisses les valeurs de $\log p$ et en ordonnées celles de $u + pv$: ce mode de représentation a ceci de commode que les changements d'état à pression constante y sont figurés par des droites verticales, dont les longueurs donnent les quantités de chaleur fournies ou absorbées, puisque, si p est constant, $\Delta(u + pv) = \Delta u + p\,\Delta v = Q$.

Ce sont ces procédés d'étude et de calcul, compte tenu du renversement du sens des phénomènes, que M. Ostertag applique aux machines frigorifiques. Les fluides les plus ordinairement employés dans ces machines sont l'anhydride carbonique, l'ammoniaque et l'anhydride sulfureux ; on emploie aussi les chlorures de méthyle, d'éthyle, de méthylène, le bromure d'éthyle ; on peut même, dans certains cas, envisager la vapeur d'eau. Pour chacun d'eux, l'auteur donne un tableau des caractéristiques du fluide ; en outre, on trouve à la fin du volume le diagramme entropique et le diagramme de Mollier pour l'ammoniaque et pour l'anhydride carbonique, le diagramme entropique pour l'anhydride sulfureux et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour le bromure d'éthyle. Ne serait-ce que par cette abondante documentation, le livre de M. Ostertag présenterait un caractère de grande utilité.

Mais il est aussi autre chose : il constitue un exposé méthodique et raisonné du mode de fonctionnement des divers systèmes de machines et d'installations frigorifiques, avec, pour chacun d'eux, un exemple numérique avec indication des résultats du calcul, ce qui fixe les idées d'une manière particulièrement instructive.

L'ouvrage débute par un chapitre I, intitulé « principes de la thermodynamique », qui, dans son ensemble, par la simplicité des considérations qu'il présente, convient aux lecteurs n'ayant sur ces matières que des connaissances générales. C'est précisément pourquoi nous croyons devoir signaler que le paragraphe 3, « propriétés thermiques des vapeurs », aurait peut-être gagné à être un peu plus développé sur quelques points, afin que ces lecteurs ne soient pas surpris par l'expression « quantité de chaleur contenue dans un kilogramme de liquide ou de vapeur » (laquelle, dans le langage de la thermodynamique classique, n'est définie que si l'on convient du chemin de transformation suivant lequel le fluide a été amené à son état actuel), ni par la manière brève dont est introduite la notion de potentiel thermique, qui jouera dans la suite de l'ouvrage un tout premier rôle. L'excellent traducteur, M. A. Schubert, a eu soin, pour combler ces quelques insuffisances de forme, d'ajouter au texte de ce chapitre plusieurs notes en bas de page, renvoyant au *Cours de physique* de M. Jean Becquerel ou fournissant des compléments d'explication sur les variations ou la constance de la fonction $u + pv$.

Dans les chapitres suivants, l'auteur étudie successivement les diverses variétés de machines frigorifiques à compression, l'emploi du turbo-compresseur, l'application des lois générales de transmission de la chaleur aux deux appareils d'échange de calories (l'évaporateur et le compresseur).

Enfin les deux derniers chapitres traitent de sujets spéciaux, à savoir la machine frigorifique à vapeur d'eau et la production du froid par l'emploi des gaz.

Dans le chapitre, qui est le plus développé, où sont étudiées les machines frigorifiques à compression, l'auteur passe en revue les deux solutions générales du régime humide et du régime sec, puis des points spéciaux tels que le sous-refroidissement, la réfrigération à distance, la surcompression, la détente en deux temps, la compression à deux ou plusieurs étages avec ou sans condensation intermédiaire, etc. Il calcule les principales dimensions des installations. Il analyse les divergences entre le cycle réel et le cycle théorique.

Bref, nous avons là un ouvrage riche de doctrine et de renseignements, propre à guider les ingénieurs s'occupant de cette technique particulière et à élargir les idées de tous les thermiciens.

WALCKENAER.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE EN AVRIL, MAI ET JUIN 1938

LACROIX (ALFRED). — **Figures de savants. L'Académie des Sciences et l'étude de la France d'outre-mer de la fin du XVII^e siècle au début du XIX^e.** In-8 (25 × 16). Tome III, de XIII + 220 p., XXXVIII planches; Tome IV, de 259 p., LIX planches. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6^e), 1938. **18675-6**

DUPONCHELLE (JULES). — **Manuel pratique de fonderie.** Cuivre. Bronze. Aluminium. Principaux métaux usuels. Alliages et soudures divers. 2^e édition. In-8 (21 × 14) de XVI + 302 p., 213 fig. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6^e), 1938. **18677**

VEZIN (Ch.) et VANDAMME (P.). — **L'agriculture dans le département du Nord.** In-8 (24 × 16) de 398 p., XXXII planches, 3 cartes. Lille-Loos, Imprimerie L. Danel, 1938. **18678**

Comptes rendus du Congrès international des Applications de l'Éclairage, Paris 1937, organisé par l'ASSOCIATION DES INGÉNIEURS DE L'ECLAIRAGE, sous le patronage du Comité français de l'Éclairage et du Chauffage et avec la collaboration de la Classe du Luminaire à l'Exposition de 1937 (publiés par les soins de Jean DOURGNON). In-4 (28 × 22) de 346 p., fig. Paris, Édités par la « Revue générale de l'Electricité », 12, place de Laborde (8^e). (*Don de la Compagnie des Lampes, membre de la Société*). **18679**

COMMISSION POUR L'ÉTUDE DE LA CORROSION DES PRODUITS MÉTALLURGIQUES NÉCESSAIRES A L'AÉRONAUTIQUE. — **Mémoires résumant les travaux de la Commission en 1935-1936.** In-4 (31 × 21) de X-230 p., fig., II planches. **18680**

***

BRILLIÉ (H.). **Le graissage moderne et le Congrès international de Londres d'octobre 1937.** Conférence faite à la Société industrielle du Nord de la France le 30 octobre 1937. (ex « *Monde industriel* », Bulletin de la Société industrielle du Nord de la France). In-8 (24 × 16) de 43 p., 20 fig. Lille, Imprimerie L. Danel, 1938. **Pièce 14117**

LEINEKUGEL LE COCQ (G.). — **L'effort de la France en ces quinze dernières années pour la construction des ponts suspendus et progrès réalisés.** Communication à la Section danoise des Ingénieurs civils de France, Copenhague, 10 février 1938. In-8 (27 × 18) de 36 p., 18 fig. Paris, Publications du journal « Le Génie civil », 5, rue Jules-Lefebvre (9^e), 1938. **Pièce 14118**

DE LA BARRERA (Commandant EMILIO). — **Nos hommages à la France pour le jour de sa fête nationale, 14 juillet 1789-1937.** In-8 (25 × 17) de 24 p. Lima (Pérou), 1937. (*Don de l'auteur*). **Pièce 14119**

PETIT (HENRI). — **Les véhicules à gazogène.** L'utilisation des carburants forestiers. Son intérêt économique et militaire. Comment choisir un gazogène. (*Bibliothèque du chauffeur*). In-12 (18 × 12) de VII + 75 p., 15 fig., Paris, Dunod, 92 rue Bonaparte (6^e), 1938. **Pièce 14120**

SATET (ROBERT). — **Les coulisses d'une conférence.** Communication faite à la séance pleinière du C. N. O. F. du 16 décembre 1937. In-4 (27 × 21) de 11 p., 13 fig. Paris, Delmas, 12, rue de Madrid (8^e). (*Don de l'auteur, membre de la Société*). **Pièce 14121**

NICOLAU (PIERRE), BERGER (M.), ANDROUIN (M.), BLANCHET (P.), MERIEL-BUSSY (M.), PLU (M.) et DUVAL (Ch.). — **La normalisation.** Conférences faites dans la séance du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vendredi 11 février 1938, organisée en commun avec la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, la Société des Ingénieurs civils de France, la Société française des Électriciens, la Société des Ingénieurs de l'Automobile, la Société française des Mécaniciens, l'Association française pour l'Essai des Matériaux, et l'Association française de Normalisation. In-8 (24 × 16) de 51 p., fig. (*Don de M. Pierre Nicolau, membre du Conseil d'Administration*). **Pièce 14122**

LONGINESCU (G. G.) et PRUNDEANU (I. I.). — **Analyses gravimétriques complètes par précipitation directe dans des creusets à masse filtrante d'Iéna.** (ex *Bulletin de la Section des Sciences de l'Académie roumaine*, Tome XIX, n° 6-7). In-8 (25 × 17) de 9 p. Bucarest, 1938. (*Don de l'auteur, membre correspondant de la Société*). **Pièce 14080**

PARMENTIER (A.). — **Locomotives Pacific P. L. M. 231-G, 231-H, 231-K. Essais effectués et résultats obtenus.** (ex *Revue générale des Chemins de fer*, 1er avril 1938). In-4 (30 × 21) de 24 p., 20 fig. (*Don de la Société nationale des Chemins de fer français, Direction régionale du Sud-Est*). **Pièce 14123**

Notes régionales sur l'organisation des recherches géologiques et minières dans les colonies françaises et certaines colonies étrangères. (Publication du Bureau d'Études géologiques et minières coloniales, n° 9). In-8 (24 × 16) de 44 p. Paris, 13, rue de Bourgogne (7e), 1938. **Pièce 14124**

ROUCH (J.). — **Leçon d'ouverture du cours d'océanographie physique.** (ex *Bulletin de l'Institut océanographique*, n° 749, 10 mai 1938). In-8 (25 × 16) de 22 p., 7 fig. Monaco. (*Don de l'auteur, membre correspondant de la Société*). **Pièce 14125**

***

DIRECTION GÉNÉRALE DES DOUANES — **Tableau général du commerce extérieur.** (Commerce de la France avec ses colonies et les pays étrangers). Année **1936**. Paris, Imprimerie nationale, 1937. **Pér. 34**

DIRECTION GÉNÉRALE DES DOUANES. — **Tableau général de la navigation maritime.** (Navigation internationale, cabotage français et effectif de la marine marchande). Année **1936**. Paris, Imprimerie nationale, 1938. **Pér. 34**

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES. — **Procès-verbaux des séances**, 2e série, Tome XVIII. Session de **1937**. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1937. **Pér. 208.**

COMITÉ DES TRAVAUX HISTORIQUES ET SCIENTIFIQUES (Ministère de l'Éducation nationale). — **Bulletin de la Section de Géographie.** Tome LI, année **1936**. Paris, Imprimerie nationale: Ernest Leroux, 108, boulevard Saint-Germain (6e), 1937. **Pér. 21**

COMITÉ DES TRAVAUX HISTORIQUES ET SCIENTIFIQUES (Ministère de l'Éducation nationale). — **Bulletin de la Section des Sciences économiques et sociales.** Année **1937**. Paris, Imprimerie nationale: Ernest Leroux, 1938. **Pér. 26**

COMITÉ DES TRAVAUX HISTORIQUES ET SCIENTIFIQUES. — **Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes de Paris et des départements, tenu à Paris en 1937.** Section des Sciences. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e) 1937. **Pér. 26**

L'agent général, gérant.
LEMAIRE.

BRODARD ET TAUPIN, Coulommiers-Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LE PAVILLON DES TECHNIQUES APPLIQUÉES A LA MÉCANIQUE FRANÇAISE A L'EXPOSITION INTERNATIONALE DE PARIS, 1937,

par M. Marcel SÉDILLE, *Ingénieur des Arts et Manufactures et des Arts et Métiers.*

ORGANISATION.

Le Comité des Techniques appliquées à la Mécanique française a fonctionné sous la direction des membres de son Bureau, composé comme suit :

Président, M. Léon GUILLET, membre de l'Institut, directeur de l'École centrale des Arts et Manufactures;

Vice-Présidents : M. C. MONTEIL, professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures et au Conservatoire national des Arts et Métiers; — M. Ch. WITTMANN, ancien président de l'Association amicale des Ingénieurs des Arts et Métiers; — M. André GARNIER, président de la Société des Ingénieurs civils de France;

Secrétaires : MM. GETTING et DE FÉLICE;

Présidents de Groupes : MM. BERGERON, BEYT, COMPÈRE, JONAS, PÉRONY et PILLON;

Ingénieur chargé de l'organisation : M. René DE BOUILLÉ.

Le Laboratoire d'Essais des Métaux a fonctionné sous la haute direction de M. Léon GUILLET, assisté de MM. GALIBOURG et SOURDILLON, maître de conférences et chef de travaux à l'École centrale des Arts et Manufactures.

Le Pavillon.

Le Pavillon des Techniques appliquées à la Mécanique française (fig. 1) a été construit à l'extrémité de l'Annexe Maillot de l'Exposition internationale, à proximité immédiate de la Porte Dauphine.

Il présente en plan un rectangle de 65×20 m et, en élévation, une partie centrale dominante et deux ailes de hauteur plus réduite.

La façade principale (fig. 2) comporte une porte monumentale d'un heureux effet décoratif, encadrée de verrières, les façades latérales étant découpées par des portes surmontées d'un auvent soutenu par des piliers élancés.

La décoration d'ensemble a pour base l'emploi du verre métallisé donnant l'impression de métal poli, encadré d'une ossature peinte en blanc. La porte principale est ornée d'un motif sculptural exécuté suivant une idée toute moderne en tôle d'aluminium, œuvre du sculpteur NOUILLAC. Chacune des portes latérales est surmontée de sculptures sur plâtre, dues à MM. MENON et PETIT et symbolisant les bienfaits de la mécanique.

L'intérieur du pavillon est largement éclairé par un vitrage occupant la totalité de la toiture et, en outre, par des verrières de façade et par des châssis latéraux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La décoration intérieure a utilisé systématiquement le métal poli pour les rampes, les inscriptions et les divers accessoires, et mis à profit l'aspect brillant du verre métallisé des baies, se détachant sur l'ensemble de tonalité claire des peintures et du vélum.

Ce pavillon est l'œuvre des architectes MOLINIÉ et BOULENGER, qui ont su réa-

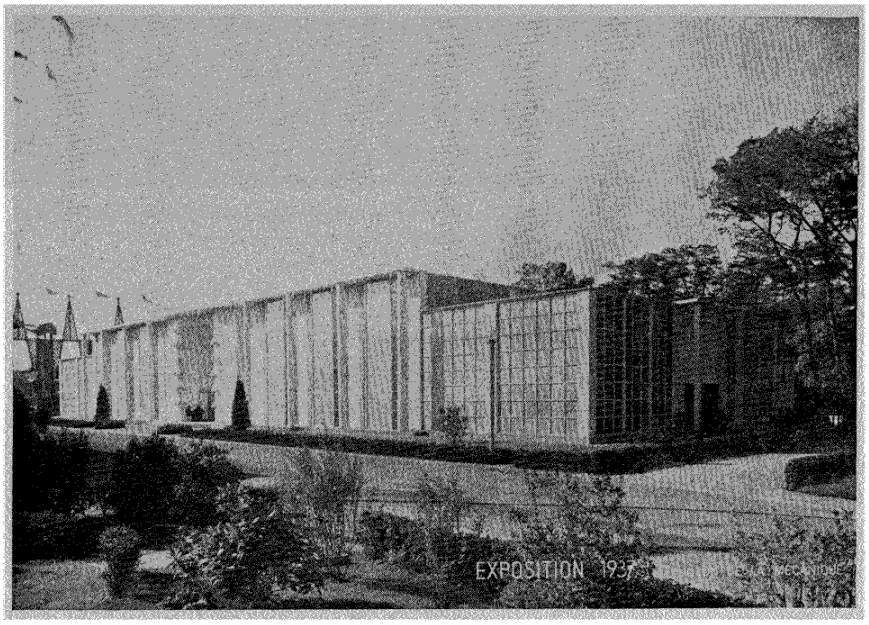


Fig. 1. — Vue d'ensemble du Pavillon des Techniques appliquées à la Mécanique française.

liser un ensemble architectural dont le caractère s'harmonise bien avec la nature des appareils et objets exposés.

Les architectes ont fait appel pour le gros œuvre aux Entreprises Monod et à la Société auxiliaire des Grands Travaux, travaillant en association, et pour la décoration à M. DESAGNAT.

L'installation électrique, d'une puissance de 150 kW installés, a été faite par la Maison Angelle.

Après ces indications préliminaires, passons à l'exposition elle-même.

Elle se divise en deux parties, occupant dans le Pavillon deux emplacements distincts; l'un est le Laboratoire d'Essais des Métaux, l'autre se compose des stands des exposants, constructeurs et mécaniciens français.

On décrira ci-après séparément ces deux parties, dont chacune rehausse l'intérêt de l'autre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1re partie : Le Laboratoire d'Essais des Métaux.

La mécanique est, pour une part importante, tributaire des progrès de la métallurgie. Il était donc logique de placer à côté de la mécanique française, un laboratoire d'essais pourvu des moyens d'observation et de mesure pour l'étude des produits métallurgiques.

Dans l'imagination du public, les laboratoires font trop souvent figure de

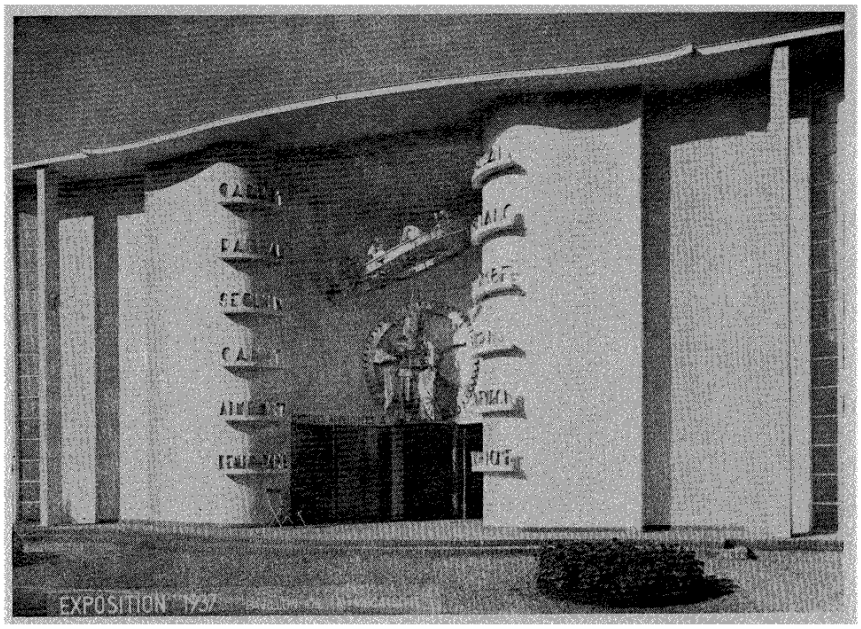


Fig. 2. — Porte monumentale de la façade principale du Pavillon des Techniques appliquées à la Mécanique française.

temples fermés où, loin des regards profanes, des expériences accessibles aux seuls initiés sont accomplies en secret.

Il n'était pas sans intérêt de montrer que, dans un laboratoire métallurgique, les propriétés de la matière, celles qui, notamment, interviennent dans la construction mécanique, peuvent être étudiées d'une façon simple avec des appareils établis sur des principes faciles à saisir.

Tous les appareils exposés, de fabrication française, avaient été choisis parmi ceux que les laboratoires utilisent journellement. Le public avait donc sous les yeux les principaux artisans des progrès considérables accomplis dans la connaissance, l'emploi et le perfectionnement des métaux et alliages.

Pour accentuer l'attrait de cette exposition, le Laboratoire d'Essais métallurgiques était présenté en fonctionnement réel, avec un personnel com-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

prenant : un ingénieur, chef du laboratoire, un sous-chef, quatre manipulateurs et deux ajusteurs-outilleurs.

Des essais, se rattachant pour la plupart à un programme de recherches d'intérêt général, étaient exécutés devant les visiteurs, depuis le découpage et l'usinage des éprouvettes jusqu'à la synthèse des résultats.

DESCRIPTION.

Le laboratoire occupait une salle de 400 m² (fig. 3). Déduction faite des circulations réservées aux visiteurs, il comportait environ 300 m² pour l'empla-

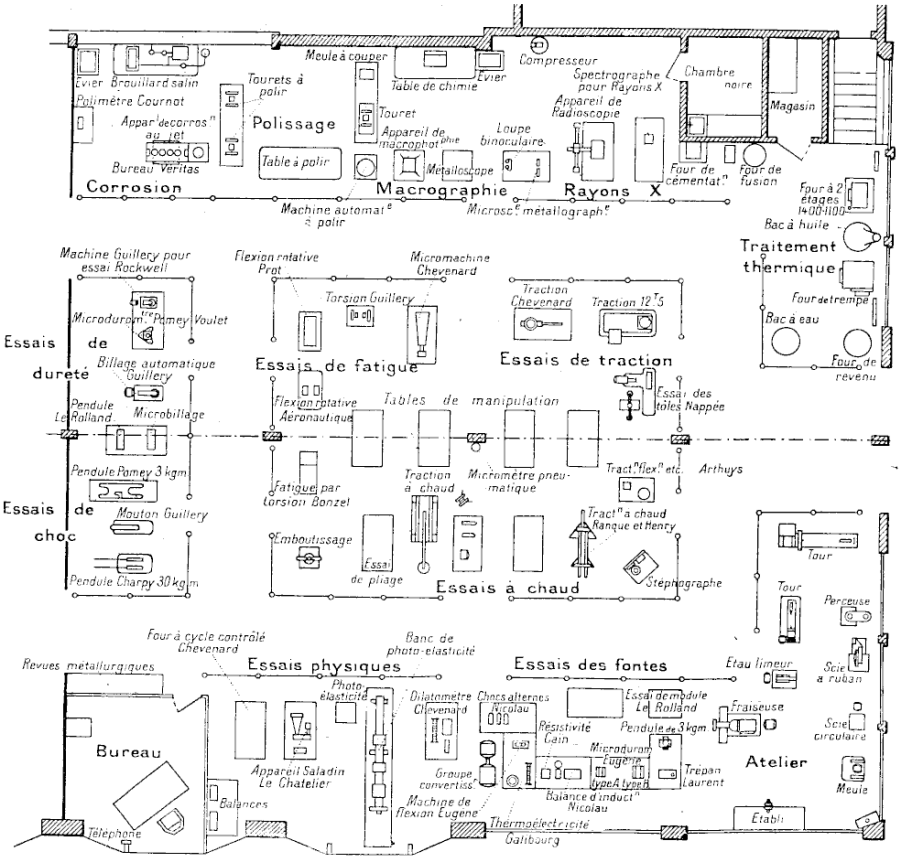


Fig. 3. — Plan général du Laboratoire d'Essais des Métaux.

cement des machines, appareils et tables de manipulation. Dans ce cadre, il n'avait pas été possible de faire entrer les essais chimiques, exception faite toutefois pour les essais de corrosion.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les appareils étaient réunis par catégories d'opérations ou d'essais. La figure 3 donne le plan général du Laboratoire, les figures 4 à 12 des vues d'ensemble de groupes d'appareils. Le texte ci-dessous et les figures comportent des numéros repères correspondant aux divers appareils décrits.

PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS ET ÉPROUVETTES.

USINAGE. — Un certain développement avait été donné aux ateliers de traitement thermique et d'usinage, afin de leur permettre de fournir au Laboratoire

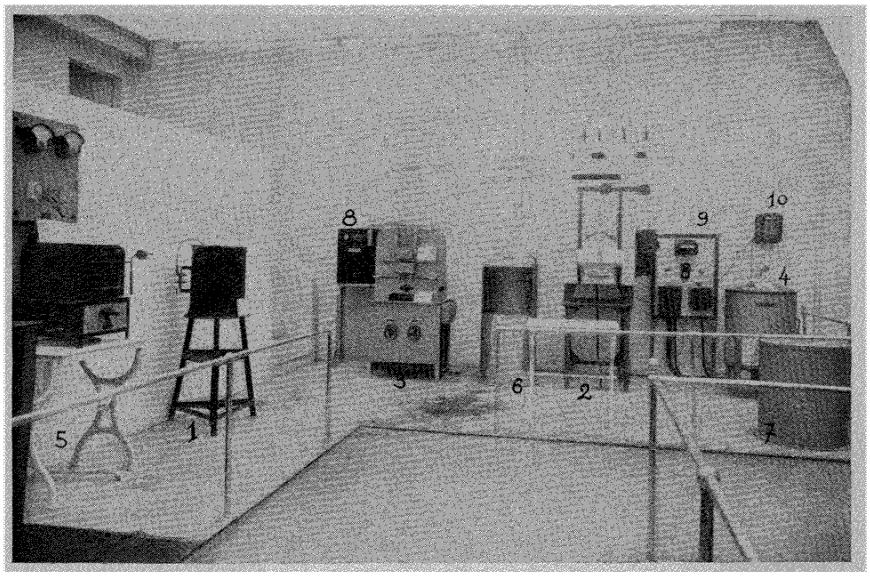


Fig. 4. — Traitements thermiques.

des éprouvettes en nombre suffisant pour les essais exécutés devant les visiteurs.

On avait voulu montrer, en outre, qu'un laboratoire, grand consommateur d'échantillons et d'éprouvettes, doit avoir à son entière disposition les moyens voulus pour élaborer et façonner les métaux à essayer. Il doit posséder un atelier d'usinage avec des ouvriers ajusteurs de précision, capables d'exécuter des éprouvettes parfaitement usinées et de monter les appareils supplémentaires que nécessite l'évolution continuelle des conditions d'essais.

L'atelier comportait donc :

pour la préparation des alliages, par fusion, un four électrique vertical de 10 kW, à résistance, pouvant atteindre 1 800° (1, fig. 4);

pour les traitements thermiques :

un four électrique à sole, de 5 kW, pour trempe à 1 000° (2, fig. 4);

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

un four électrique à sole, de 4 kW, pour revenu jusqu'à 725° (3, fig. 4);

un four électrique de trempe, à deux soles, de 7 kW, pour 1 400° au maximum dans la chambre inférieure (4, fig. 4);

un four électrique de trempe à bain de sel cémentant, à régulation commandée par le noyau magnétique entourant le creuset;

un petit four de cémentation de 5 kW (5, fig. 4);

un four Chevenard, à régulation automatique, à cycle thermique imposé;

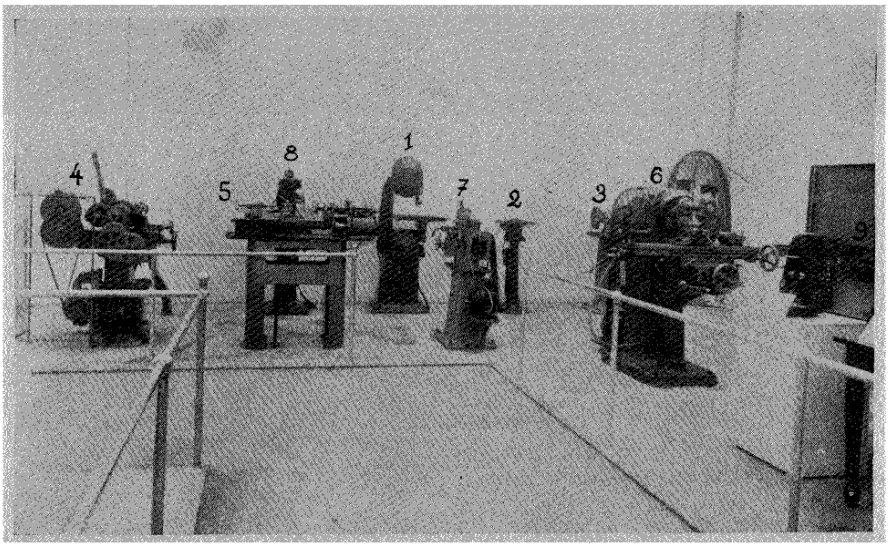


Fig. 5. — Usinage.

un bac de trempe, combinée eau-huile, comportant une couche d'huile plus dense que l'eau;

de grands bacs de trempe à l'eau et à l'huile (6 et 7, fig. 4). Tous ces fours étaient à régulation automatique et contrôlés par des pyromètres à couples thermo-électriques ou à disparition du filament, les températures étant inscrites de façon continue sur des enregistreurs automatiques;

pour l'usinage proprement dit (fig. 5) : une scie à ruban (1); une scie circulaire (2); une meule (3); un gros tour (4); un petit tour de précision (5); une raboteuse (6); un étau limeur (7); une perceuse (8) et un établi d'ajusteur (9).

ESSAIS MÉCANIQUES.

ESSAIS DE TRACTION. — Ces essais étaient représentés par quatre machines répondant à des fins diverses.

Une machine Guillery était équipée pour tous essais de traction, compression et flexion, jusqu'à 12 500 kg (1, fig. 6).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Une machine Arthuis, de 3 t, effectuait aussi tous les essais de traction, compression, flexion, cisaillement, emboutissage, dureté, et même de choc sur barreau entaillé (1, fig. 7).

Deux machines Chevenard complétaient cet ensemble : une machine de 2 t, à anneau dynamométrique enregistrant le diagramme des essais de traction, cisaillement ou flexion par un dispositif similaire à celui du dilatomètre à enregistrement mécanique (2, fig. 6); une micromachine, essayant à la traction au cisaille-

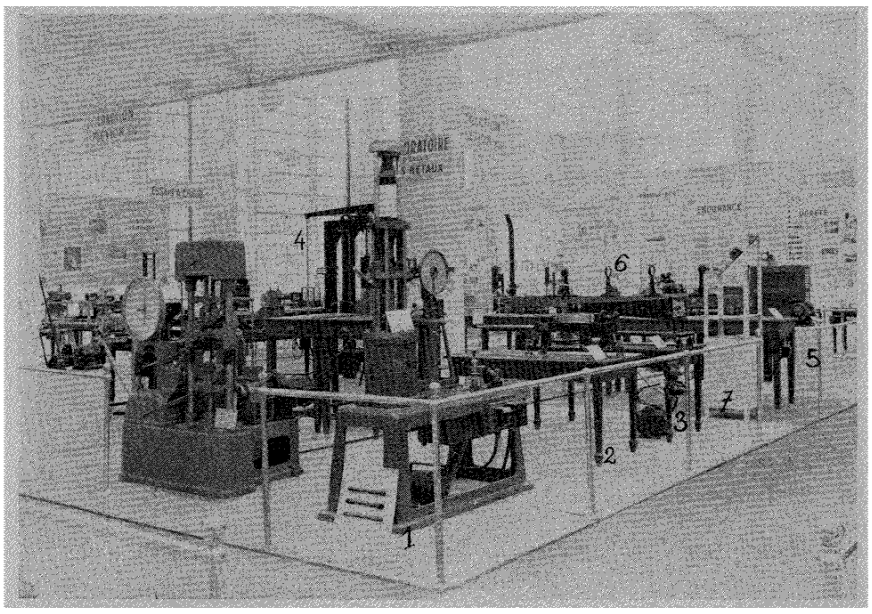


Fig. 6. — Essais mécaniques : emboutissage, traction, photo-élasticité, torsion, fatigue, etc.

ment ou à la flexion de très petites éprouvettes en enregistrant le diagramme effort-déformation sur plaque photographique, de façon à éliminer toute cause d'erreur par frottement dans la transmission (3, fig. 6).

ESSAIS MÉCANIQUES A CHAUD. — Ces essais, qui ont pris une si grande importance par suite de l'élévation des températures dans les centrales thermiques, sur les navires et en général dans les moteurs, sont mis en vue grâce à :

Une machine de traction à chaud établie par le Centre d'Études du Bureau Veritas pour l'essai de traction de longue durée suivant la spécification d'octobre 1935 du Comité français pour l'Étude des Métaux à chaud (4, fig. 6; — 2, fig. 7; — 1, fig. 9);

Un appareil de Ranque et Henry (3, fig. 7) pour l'essai de fluage suivant la méthode de Rohn, basée sur le tracé automatique de la courbe d'abaissement de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

température, à réaliser à chaque instant pour maintenir à longueur constante une éprouvette subissant un allongement visqueux sous charge constante;

Un stéphographe Bonzel, pour la détermination de la torsion ou de la détorsion spontanée à chaud d'un fil d'acier à ressort préalablement écroui par torsion.

Essais de choc sur barreau entaillé (fig 8). — Le Laboratoire possédait : un pendule Charpy, de 30 kgm (1) un mouton rotatif de Guillery, de 60 kgm (2) et un pendule Pomey de 3 kgm pour les métaux et alliages de faible résilience (3).

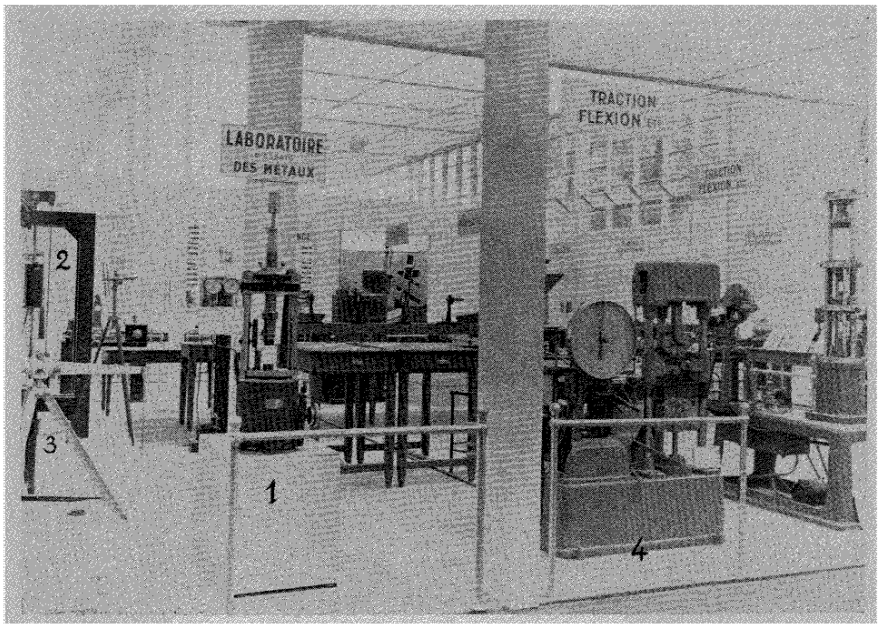


Fig. 7 — Essais mécaniques : traction à chaud, traction-flexion, emboutissage, etc.

Essais de fatigue ou d'endurance. — On disposait de trois types de machines :

Machine pour essai simultané de 4 éprouvettes de flexion rotative, type de l'Aéronautique, suivant les normes établies par les établissements d'Expériences techniques du Ministère de l'Air (2, fig. 9);

Machine Prot à 4 postes, pour essais de flexion rotative sur petite éprouvette du type Caquot (3, fig. 9);

Machine Bonzel pour essais de fatigue par torsions répétées (4, fig. 9).

Sur tous ces appareils, on compte le nombre d'actions répétées, jusqu'à la rupture, en fonction de la charge appliquée. On en déduit la limite de fatigue ou d'endurance.

Essais de dureté. — Les essais étaient exécutés sur :

Un appareil Guillery de 3 000 kg, à bille Brinell, avec tous mouvements

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

automatiques, y compris la mesure de la profondeur de l'empreinte (4, fig. 8);

Un appareil à pointe de diamant Pomey et Voulet (5, fig. 9);

Un petit appareil Guillery, à pointe de diamant ou à bille de 2 mm à volonté (6, fig. 8);

Un pendule double Le Rolland (7, fig. 8);

Un micro-billeur travaillant par choc (8, fig. 8).

Essais de torsion. — On utilisait une machine Guillery avec enregistrement du diagramme couple-angle de torsion (5, fig. 6).

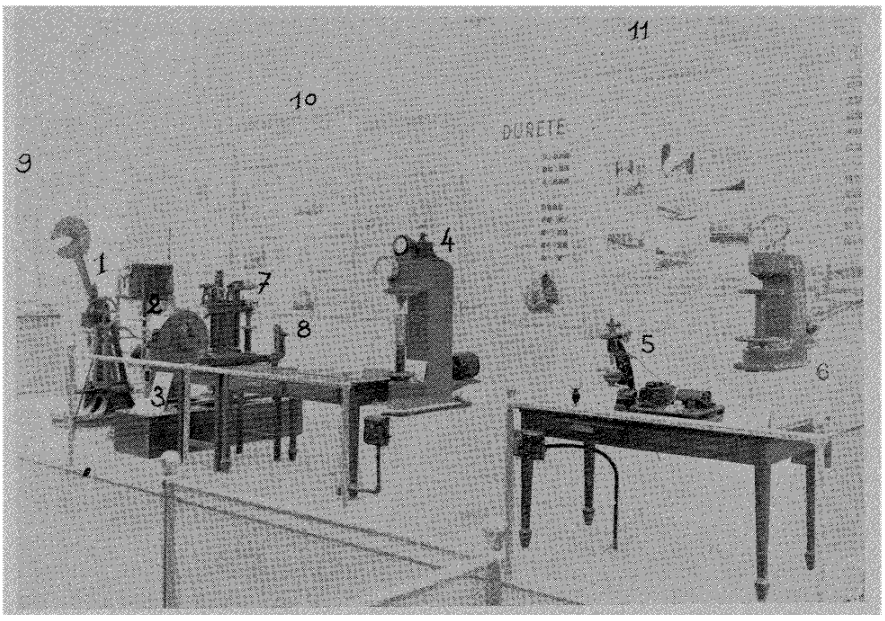


Fig. 8. — Essais de choc et de dureté.

Essais d'emboutissage. — Ils étaient exécutés avec l'appareil Guillery mesurant les efforts en fonction des enfoncements suivant la méthode de Persoz ou celle du K. W. I. (5, fig. 9), et la machine Nappée, mesurant l'allongement d'une tôle par pliage sous tension comme dans l'opération d'emboutissage avec serre-joint (4, fig. 7).

Essais de pliage. — Ils étaient effectués sur un petit appareil permettant le pliage à 90° de fils ou bandes de tôles minces (6, fig. 9).

Photo-élasticimétrie. — La détermination par photo-élasticimétrie des efforts réels en chaque point d'un élément de machine ou de construction présente pour le mécanicien, comme pour le métallurgiste, le plus grand intérêt. Ces essais étaient représentés par un grand banc optique d'étude avec polariseur, analyseur,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

micas quart d'onde, etc. (6, fig. 6) et un appareil de démonstration construit pour la circonstance, avec deux grands écrans polarisants de 110 mm de diamètre, d'invention toute récente et permettant à un groupe de visiteurs de suivre l'apparition des phénomènes optiques (7, fig. 6).

Application des micromètres pneumatiques Mennesson. — Trois applications du micromètre pneumatique sont à signaler : un appareil pour la mesure du degré de polissage des surfaces, celles-ci laissant d'autant moins de passage à l'air

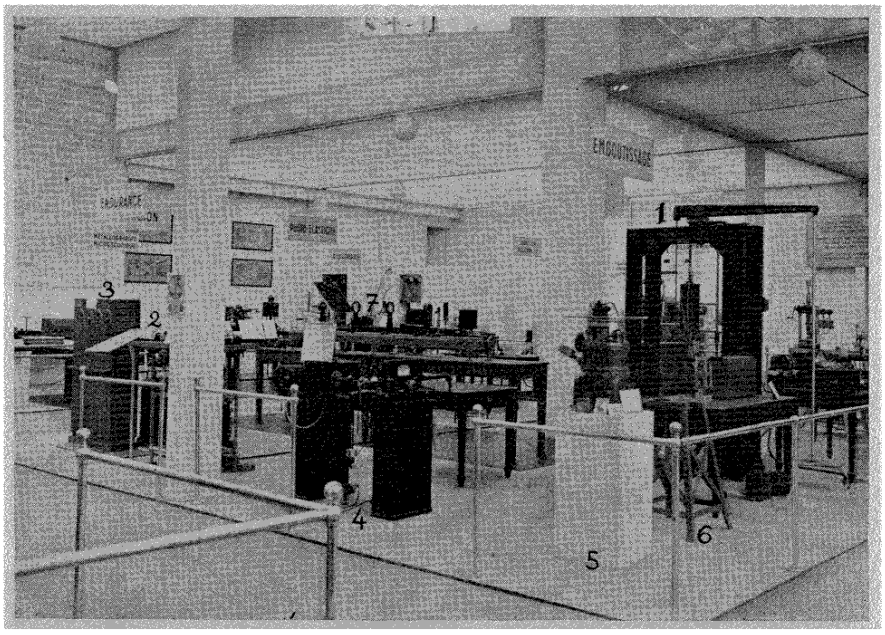


Fig. 9. — Essais à la fatigue et à l'endurance : emboutissage, traction à chaud.

entre elles et l'ajustage que le polissage est plus poussé; des appareils dynamométriques pour mesure des variations de dimensions de pièces mesurant quelques millimètres jusqu'à 2 mm au minimum; un comparateur à bouts, dont l'ajutage à air constitue l'une des touches.

Essais des fontes (fig. 10). — L'ensemble des appareils exposés permettait de suivre d'un bout à l'autre toute la série des essais mécaniques et physiques pouvant être effectués sur une petite éprouvette de modèle unique, suivant la méthode P. Nicolau. Cet ensemble comprenait :

Une machine à percer, équipée pour le découpage des éprouvettes de fonte par carottage dans la pièce à essayer avec trépans Laurent;

Une machine universelle Eugène pour essais de dureté (1);

Un petit appareil de choc, spécialement adapté à ce modèle d'éprouvette (4);

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Un appareil de chocs répétés P. Nicolau (5);
Un élasticimètre Le Rolland, pour détermination du module d'élasticité (6);
Un appareil Nicolau pour détermination des constantes magnétiques (7);
Un appareil Galibourg pour mesure du pouvoir thermoélectrique (8);
Un appareil Gain pour mesure de la résistivité (9).

Fig. 10. — Essais des fontes.

ESSAIS PHYSIQUES.

Outre les essais de fonte et les essais de photo-élasticimétrie précités, les essais physiques comprenaient l'analyse thermique, pratiquée sur :

Un appareil Saladin-Le Chatelier pour l'étude de toute évolution calorifique, thermoélectrique, etc., des divers matériaux, en fonction de la température ou du temps, ou pour l'enregistrement de tout phénomène faisant intervenir des différences de température ou de potentiel, même faibles; détermination, notamment, des points de transformations des alliages (1, fig. 11);

Un dilatomètre Chevenard à enregistrement mécanique, permettant de suivre à chaque instant le tracé de la courbe : variation de longueur-température (10, fig. 10, et 2, fig. 11);

Un four Chevenard à cycle thermique imposé, spécialement équipé pour l'essai Mac Quaid-Ehn, en vue de la détermination de la grosseur du grain.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Métallographie microscopique et macrographique. — Tout l'appareillage nécessaire à la micrographie et à la macrographie se trouvait réuni ; il comportait, pour la micrographie :

Un appareil automatique pour sciage, par meule mince, des échantillons très durs ;

Trois tourets à axe horizontal pour meulage ou polissage (1, fig. 12) ;

Une machine à polir automatique à axe vertical (2, fig. 12) ;

Une table de polissage à la main (3, fig. 12) ;

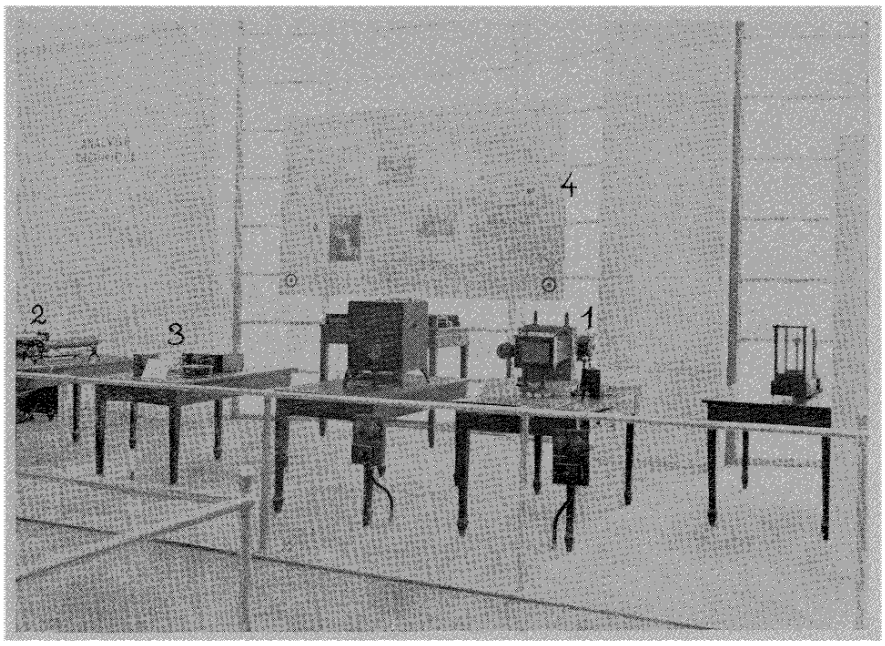


Fig. 11. — Analyses thermiques.

Un grand banc métallographique Le Chatelier, équipé pour examen à l'œil et photomicrographie jusqu'à un grossissement de 1 500 diamètres (4, fig. 12) ;

Un banc métallographique Le Chatelier, modèle raccourci.

Les appareils pour l'examen macrographique étaient :

Une loupe binoculaire pour l'examen des surfaces et des cassures (5, fig. 12) ;

Un métalloscope électromagnétique faisant apparaître, par aspersion avec un liquide chargé de poussière magnétique, les défauts superficiels ou en profondeur moyenne (6, fig. 12) ;

Un polimètre Cournot pour mesure précise du degré de polissage, point de départ des essais faisant intervenir l'état de surface ; essais de corrosion, de fatigue, d'usure, etc. (3, fig. 11) ;

Un appareil Nicolau pour l'intégration pneumatique des états de surface :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Un appareil photographique spécialement adapté à la constitution de la documentation des laboratoires sur les particularités macrographiques des pièces exécutées.

Rayons X. — Les deux aspects de l'utilisation des rayons X étaient représentés par :

Un appareil pour examen des pièces par transparence, afin de déceler les défauts ou singularités internes, soufflures, retassures, replis, constitution (7, fig. 12);

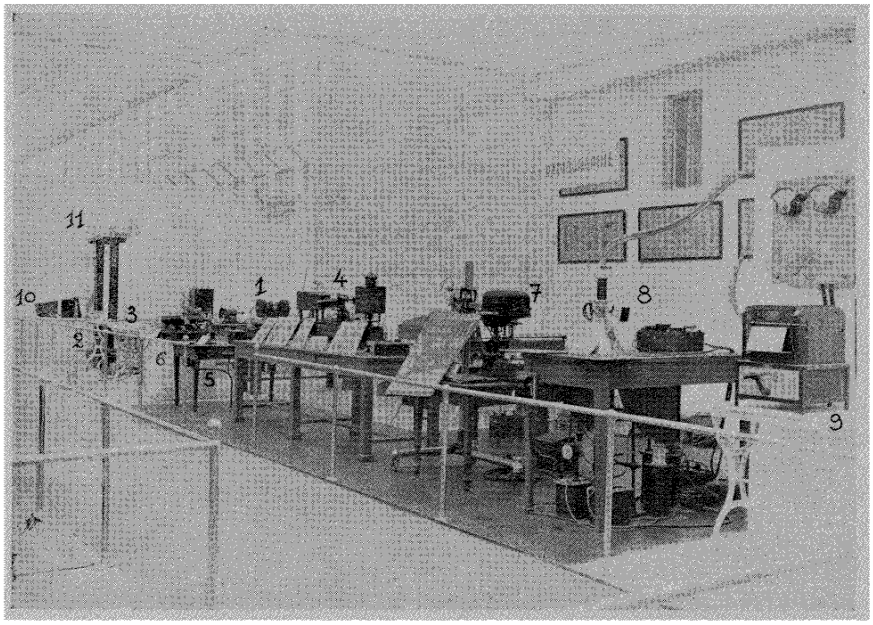


Fig. 12. — Métallographie microscopique, radiographie, corrosion.

Un appareil pour enregistrement photographique des spectres des rayons X, suivant les méthodes de Laüe, de Debye et Schoerer, en vue d'étudier l'arrangement atomique dans les alliages (8, fig. 12).

ESSAIS DE CORROSION.

Il a fallu se limiter et choisir entre les nombreuses méthodes disponibles. On a retenu :

L'essai au brouillard salin, avec les derniers perfectionnements relatifs au maintien de la température constante, à la composition même du brouillard, notamment à sa teneur en CO^2 (10, fig. 12);

L'appareil de corrosion à 3 postes, du Centre d'Études du Bureau Veritas,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour essais comparatifs à température constante, au jet d'eau, avec introduction contrôlée de bulles d'air, sur les divers alliages utilisables pour tubes de condenseurs (11, fig. 12).

DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

Le Laboratoire comprenait : une chambre noire, desservant les divers appareils d'essais à enregistrement photographique; un bureau pour le chef de laboratoire et un magasin de matières premières.

L'air comprimé à 4 kg/cm², fourni par un compresseur spécial, et le courant électrique, sous les formes les plus variées, étaient amenés à chaque appareil sous tubes noyés dans le sol.

Auprès de chaque appareil étaient disposés des tableaux résumant par des schémas, photos, diagrammes ou tableaux chiffrés, le principe des appareils et quelques-uns des résultats typiques obtenus au cours des essais.

CENTRE D'ÉTUDES ET D'INFORMATION.

Sur les murs du Laboratoire, divers organismes, qui apportent à l'industrie, par leurs services de recherches ou d'information, le concours de leur compétence spécialisée sur une branche déterminée de la métallurgie, exposaient de grands panneaux descriptifs de leur champ d'activité; c'étaient :

Le Bureau Veritas, avec ses laboratoires et son Centre d'Études (9, fig. 8);

Le Centre d'Information du Nickel (10, fig. 8);

Le Bureau internationnal de l'Aluminium (11, fig. 8);

Le Centre de Recherches de Fonderie (4, fig. 11);

L'Office technique pour l'Utilisation de l'Acier (O. T. U. A).

REVUES MÉTALLURGIQUES.

Les principales revues métallurgiques françaises ont joué un rôle important dans les progrès de la science des alliages et dans la diffusion des connaissances touchant les questions métallurgiques. Elles étaient mises sous les yeux des visiteurs, qui pouvaient les feuilleter et se rendre compte de leur tenue scientifique. Nous les indiquons ici par ordre de date de fondation : la *Revue de Métallurgie;* la *Fonderie moderne;* la *Revue de l'Aluminium;* la *Revue du Nickel;* la revue *Métaux* (devenue *Corrosion*); le *Bulletin de l'Association technique de Fonderie;* la *Fonte*.

*
* *

Ainsi se trouvait réunie dans ce laboratoire, grâce aux établissements qui ont bien voulu les prêter, la presque totalité des appareils d'essais mécaniques et physiques construits en France. On a pu de la sorte apprécier la valeur scientifique de ces appareils, qui constituent un ensemble remarquable et complet très bien approprié à son but.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le laboratoire décrit ci-dessus a été organisé avec la participation des établissements suivants : Laboratoire d'essais métallurgiques de l'École centrale des Arts et Manufactures; — Service de la Précision de l'Établissement central des Fabrications d'Armement; — Laboratoire de Métallurgie et Travail des Métaux du Conservatoire national des Arts et Métiers; — Laboratoire d'Essais des Matériaux de l'École nationale des Arts et Métiers; — Établissement d'Expériences techniques du Ministère de l'Air; — Laboratoire d'Essais des Matériaux de l'École spéciale des Travaux publics; — Société anonyme de Commentry, Fourchambault et Decazeville; — Société des Établissements Malicet et Blin; — Établissements Bohin fils; — Compagnie des Forges de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons; — Compagnie française de Radiologie; — Aciéries et Forges de Firminy; — Établissements F. Pellin; — Établissements Ripoche; — Société Prolabo Rhône-Poulenc; — Omnium scientifique industriel; — Établissements Flicoteaux, Boutet Fleureaux; — Les successeurs de B. Trayvou; — Établissements Delattre et Frouard; — Société des Carburateurs Solex; — Établissements Jaudouin-Prom; — Établissements Alkan et C^{ie}; — Établissements Sculfort, Fockedey, Vautier et C^{ie}; — Ateliers Précis; — Établissements P. Huré; — Établissement Huni; — École Diderot; — Société d'Ajustage et de Mécanique de Précision; — Établissements Micox; — Établissements Rochelet, Lavergne et C^{ie}; — Société parisienne de Machines-Outils; — Établissements Guinot; — La Précision mécanique; — Établissements Grauer et Weil; — Société des Produits Houghton; — Établissements Alexandre Durand; — Établissements Chauvin et Arnoux; — Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à gaz; — L'Organisation économique moderne; — Établissements L. Barthélemy; — Établissements Ève et Noiset; — Établissements Bresson; — Société Apel; — Société française Kodak-Pathé; — Le Matériel électrique S. W.; — Le Matériel électrique Brandt; — Société des Transformateurs Ferrix; — Établissements Darnay.

BIBLIOGRAPHIE

La cémentation en bain liquide (*La Trempe*, n° 5 p. 11); — *Installation d'un petit atelier de traitement thermique* (*La Trempe*, n° 16, p. 2; — *La cémentation au Perlitex* (*La Trempe*, n° 9, p. 15).

Les applications de la trempe en deux phases (*La Trempe*, n° 14, p. 13).

GUILLERY (*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, juin 1932, p. 423).

P. CHEVENARD, *Nouvelle application métrologique du trépied amplificateur mobile autour d'un point fixe. Machine à enregistrement graphique pour l'essai mécanique des métaux* (*Revue de Métallurgie*, 1936, t. XXXIII, p. 96).

P. CHEVENARD, *Micromachines à enregistrement photographique pour l'essai mécanique des métaux* (*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, 1935, t. CXXXIV, p. 59).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

J. GALIBOURG, *Propriétés mécaniques à froid et à chaud des métaux soumis à la corrosion* (*Métaux*, IX, oct. 1934, p. 354).

J. GALIBOURG, *Les caractéristiques des métaux à chaud* (*Science et Industrie*, n° 213, XV, oct. 1931, p. 455).

P. CHEVENARD, *Extensomètre industriel à enregistrement mécanique* (*Revue de Métallurgie*, 1933, *30*, p. 85).

RANQUE, *Méthode d'autostabilisation thermique à vitesse d'allongement imposée et établissement de diagrammes caractéristiques de fluage* (*Revue de Métallurgie*, XXXIV, p. 349, 1937).

RANQUE ET HENRY, *La méthode d'austostabilisation thermique et les essais de longue durée* (*Revue de Métallurgie*, XXXIII, p. 598, oct. 1936).

RANQUE ET HENRY, *III^e Congrès de Chauffage industriel*. 14-17 oct. 1933 (*Revue de Métallurgie*, juin 1934, XXXIV).

BONZEL, *Sur les déformations qui accompagnent les traitements thermiques des produits écrouis* (*Revue de Métallurgie*, XXXIV, n^os 6 et 7, p. 372-429, 1937).

P. BREUIL, *Nouveaux mécanismes pour l'essai des métaux* (*Revue de Mécanique*, XXII, janvier 1908, p. 109).

R. GUILLERY, *Bulletin de la Société des Ingénieurs Civils de France* (août 1911, p. 144).

J. POMEY FILS, *Câbles, haubans* (1^er Congrès international de la Sécurité aérienne, Paris, déc. 1930, Tome III, p. 53).

GAZAUD, *Recherche sur la fatigue des métaux* (*Bulletin du Service technique de l'Aéronautique*, n° 68, juin 1930).

MARCEL PROT, *Un nouveau type d'essai des métaux à la fatigue par flexion rotative* (*Revue de la Métallurgie*, XXXIV, p. 440, juillet 1937).

BONZEL, *La rectification des fils metalliques* (*Métaux et corrosion*, XIII, n° 152, avril 1938, p. 72).

R. GUILLERY, *Machine automatique de dureté de 3 000 t* (*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, avril 1935, p. 231).

J. POMEY P. VOULET, *Nouvelle machine à mesurer la dureté* (Congrès international pour l'Essai des Matériaux, Amsterdam, sept. 1927. *Revue de Métallurgie*, XXVI, 1929).

R. GUILLERY, *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, avril 1935, p. 223.

LE ROLLAND, *La dureté, propriété superficielle et locale et son contrôle par l'emploi du pendule* (Publication du Congrès de la Sécurité aérienne, déc. 1930, p. 135).

LE ROLLAND, *Application du pendule aux problèmes industriels et en particulier au contrôle des métaux* (*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*).

Henry TINARD, *Les instruments d'essai de mesure et de vérification* (*Journée industrielle*, 22 décembre 1934, n° 4217, p. 3).

GUILLERY, *Machine d'essai à la torsion* (*Revue de Métallurgie*, n° 1, 1932, p. 52) et GUILLERY, *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, juin 1932, p. 427).

GUILLERY, *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, juin 1932, p. 417.

NAPPÉE, *Le travail mécanique des tôles* (Librairie polytechnique Béranger, 1935, p. 87-103).

Documentation scientifique, n° 18, sept.-oct. 1933, Annexe.

TESAR, *La photo-élasticimétrie et ses applications à la construction aérienne* (*La Science aérienne*, 11, n° 5, sept.-oct. 1933, p. 372).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TESAR, *La photo-élasticimétrié et son application aux voûtes* (*Annales des Ponts et Chaussées*, mémoire 1937, X).

TARDY, *Appareillage moderne pour photo-élasticimétrie* (*Mesures*, n° 26, mars 1938, p. 9).

L. GUILLET, J. GALIBOURG et A. SOURDILLON, *Le Laboratoire d'Essais des Métaux au Pavillon des Techniques appliquées à la Mécanique française* (*Revue de Métallurgie*, XXXIV, 621-630, nov. 1937).

OUTIN, DE LEIRIS, BENSIMON, NICOLAU et WATTEBOT (*Mécanique*, n° 271, mars-avril 1937) et NICOLAU (n° 276, janv.-fév. 1938, p. 3).

Méthode P. Nicolau pour l'essai des fontes sur l'éprouvette cylindrique de 5,64 mm (*La Fonte* n° 20, mars-avril 1936, p. 771).

P. NICOLAU, *L'essai des fontes sur l'éprouvette cylindrique de 5,64 mm de diamètre.* (*Revue de Métallurgie*, XXXIII, n° 5, p. 348, mai 1936).

Les machines d'essai F. Eugène et leurs applications (*Revue de Métallurgie*, 1935, p. 16. *Mécanique, Bulletin de la Société française des Mécaniciens*, n° 275, nov-déc. 1937, p. 288).

P. NICOLAU, *Tous les essais des fontes sur une même éprouvette* (*Bulletin de l'Association technique de Fonderie*, juillet 1934, p. 296).

LE ROLLAND et SORIN, *Sur une méthode nouvelle de détermination du module d'élasticité* (*Revue de Métallurgie*, XXX, p. 112, mars 1933; *Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air*, n° 47, 1934, Gauthier-Villars, édit.).

Bulletin de l'Association technique de Fonderie, sept. 1934 et mai 1935.

LE ROLLAND et SORIN, *Nouvelle méthode pour la détermination du module d'Young, Application spéciale de cette méthode au classement de la qualité des fontes* (*Bulletin de l'Association technique de Fonderie*, VIII, sept. 1934, p. 425); LE ROLLAND, *L'élasticimètre pendulaire* (*Bulletin de l'Association technique de Fonderie*, IX, mai 1935, p. 148).

J. GALIBOURG, *Thermo-électricité des métaux et alliages* (*Revue de Métallurgie*, XXII, juill., p. 400, août, p. 527, sept. p. 610, 1925).

L. GUILLET, *Les méthodes d'étude des alliages métalliques* (chap. VI); — *La thermo-élasticité*, p. 207, Dunod, édit., 1933).

H. LE CHATELIER, *Nouveau dispositif expérimental de la méthode de Saladin pour l'étude des points critiques* (*Revue de Métallurgie*, Mémoires, I, 1904, p. 134).

P. CHEVENARD, *Dilatomètre différentiel à enregistrement mécanique* (*Revue de Métallurgie*, 1931, 23, p. 92).

P. CHEVENARD, *Fours de laboratoire et régulateurs de température* (*Revue de Métallurgie*, 1931, 28, p. 453).

Documentation scientifique (Bulletin n° 18, sept.-oct. 1933).

H. LE CHATELIER, *Sur la technique de la métallographie microscopique* (*Revue de Métallurgie*, II, 1905; — *Journal de Physique*, 1899, *Technique de la métallographie microscopique* (*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, XV, 99e année, p, 365, sept. 1900).

Dr Maurice LANGERON, *Précis de microscopie*, 5e édit, 1934, p. 118, Masson, édit.

J. COURNOT et Louise HALM, *Sur la mesure du degré de poli en vue de la détermination de la tenue à la corrosion des aciers inoxydables* (*C. R. Académie des Sciences, 196*, n° 14, p. 1017, 3 avril 1933).

E. M. GINAT, *L'enseignement scientifique*, n° 79, 25 juin 1935, Eyrolles, édit.

TOUSSAINT, *La mesure des couleurs et ses applications industrielles* (Mémoire de la Société des Ingénieurs civils, juin 1932, p. 743); — *Photocolorimètre Toussaint* (*Fédéra-*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion internationale des Chimistes du Textile et de la Couleur, fév. 1933); — *Échantillonnage des couleurs et mesure de leur solidité* (*Recherches et Inventions*, n° 249, juin 1935.)

H. PILON, *État actuel de la radio-métallographie*; *applications à la soudure autogène* (*Bulletin de la Société des Ingenieurs soudeurs*, 4e année, n° 27, nov.-déc. 1933).

L. PERSOZ, *Les rayons* X, *propriétés*, *production*, *emploi*, *radiographie* (*Revue industrielle*, n° 2298; Nouvelle série, n° 150, mai 1934, p. 264; n° 2299 N. S., n° 151, juin 1934, p. 307; n° 2300, N. S.; n° 152, juill. 1934, p. 348).

Mlle L. DOUSSIN et M. F. FOURNIER, *Observations sur le laminage des alliages magnésium-aluminium* (*Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air*, n° 35, Gauthier-Villars, édit., Paris, 1936).

F. FOURNIER, *Les applications industrielles des rayons X* (*Le Monde industriel*; *Bulletin de la Société industrielle du Nord de la France*, 1937).

2e partie : Les stands.

Nous relèverons d'abord sur les stands ce qui se rapporte aux procédés généraux de la construction mécanique et de l'outillage (I); nous les visiterons ensuite une seconde fois en examinant successivement les applications suivantes : (II) Production et utilisation de la vapeur d'eau; (III) Hydraulique; (IV) Ventilateurs et compresseurs d'air; (V) Applications industrielles des combustibles liquides; (VI) Industries diverses (Stérilisation de l'eau, Manutention et levage, Transports).

I. — PROCÉDÉS GÉNÉRAUX DE LA CONSTRUCTION MÉCANIQUE ET DE L'OUTILLAGE.

SOUDURE. — Ce n'est que progressivement que la soudure par fusion, soit au chalumeau, soit à l'arc électrique, a été admise dans la fabrication des pièces appelées à supporter des efforts importants et à endurer la fatigue de tensions variables. Au début, les règlements, autant et plus à l'étranger qu'en France, se sont montrés fort restrictifs au sujet de l'emploi des assemblages soudés. Mais des progrès considérables, dus en grande partie aux travaux de nos savants et aux efforts de nos techniciens, ont été faits dans l'art de la soudure, dans la connaissance scientifique des conditions nécessaires à une soudure parfaite et dans les procédés de contrôle *a posteriori* des assemblages soudés.

Aujourd'hui, sous réserve que son emploi soit conforme à toutes les règles de l'art et que sa réalisation ne laisse rien à désirer, la soudure, exécutée, selon les cas, au chalumeau ou à l'arc électrique, a droit de cité dans le domaine de la construction mécanique.

Sur le même stand que les maquettes et documents relatifs aux générateurs de vapeur qu'elle construit et sur lesquels nous reviendrons plus loin, la SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE CONSTRUCTIONS BABCOCK ET WILCOX expose des réservoirs fabriqués dans ses ateliers de grosse chaudronnerie, avec l'aide de la soudure à l'arc. Ces réservoirs sont destinés, les uns à des générateurs à vapeur, les autres

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

au matériel des raffineries de pétrole. Les pressions pour lesquelles ils sont établis sont souvent très élevées et atteignent, pour certains, l'ordre de grandeur de 100 hpz.

Dans la fabrication de tels corps creux, la soudure s'impose; elle permet d'assembler des tôles trop épaisses pour être rivées; elle supprime les couvre-joints et les rivets. Il devient possible ainsi d'obtenir des formes réelles plus voisines des formes théoriques. En outre, la soudure supprime d'une façon complète les inconvénients qui pourraient résulter de la pénétration du fluide du réservoir dans les interstices des assemblages rivés.

Toutefois, cette simplification et cet allégement de la construction ne sont possibles que si la soudure a des propriétés mécaniques égales, pour ne pas dire supérieures, à celles des tôles qu'on assemble. Il en résulte la nécessité d'obtenir des soudures dans la zone desquelles les qualités du métal ne le cèdent en rien à celles du reste comme résistance, ductilité, flexibilité et absence de fragilité. Et cependant, de toute nécessité, c'est un métal fondu. Il ne faut pas perdre de vue cette remarque de M. PORTEVIN que l'exécution des soudures est une opération de fonderie à petite échelle.

En conséquence, pour la soudure à l'arc, le choix de la composition des électrodes est extrêmement important. La Société Babcock et Wilcox fabrique elle-même ses électrodes, suivant la composition du métal à souder, laquelle est déterminée par analyse.

En second lieu, le procédé de soudure électrique à la machine assure la régularité des couches successives. La probabilité est infime qu'un défaut tant soit peu notable se reproduise au même endroit dans deux couches superposées.

Le choix et les qualités de la main-d'œuvre conservent d'autre part une importance considérable, et les ouvriers soudeurs sont recrutés et formés avec soin et constamment surveillés. Enfin, les ouvrages soudés sont recuits, avec les précautions nécessaires, de manière à faire disparaître toutes les tensions internes provoquées par les opérations de soudure.

Le contrôle du travail est fait par radiographie et dans le cas, qui est rare, où les rayons X révèlent un défaut dépassant une certaine dimension, ce défaut est éliminé par burinage de la partie défectueuse et par reprise de la soudure.

Ce n'est pas tout. Le contrôle *a posteriori* est complété par des essais mécaniques effectués sur un appendice de la pièce, assemblé dans les mêmes conditions et en même temps que la soudure de l'ouvrage : essais de traction longitudinale et transversale, essais de pliage, de dureté et de résilience.

Sur le stand de la Société Babcock et Wilcox sont exposées des macrographies et des micrographies mettant en évidence l'état du métal dans les assemblages soudés, ainsi que les éprouvettes et des tableaux de résultats relatifs aux essais mécaniques de contrôle.

Le stand de la SOCIÉTÉ DES CHANTIERS ET ATELIERS DE SAINT-NAZAIRE PENHOËT donne lieu à des remarques analogues. Cette Société présente aussi, à côté de panneaux montrant les dispositions générales de ses chaudières à vapeur, sur lesquelles on reviendra plus loin, la démonstration des résultats qu'elle obtient,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans ses ouvrages de chaudronnerie à haute pression, par l'emploi de la soudure à l'arc électrique. Ces résultats sont mis en évidence par des éprouvettes et des photographies. Elle insiste, comme la Société Babcock et Wilcox, sur ce que la sécurité des assemblages soudés est due pour beaucoup aux résultats des méthodes de travail et à la surveillance du personnel. Elle développe activement le contrôle par radiographie.

Elle présente des photographies montrant, entre autres ouvrages réalisés par ce procédé d'assemblage, des corps de condenseurs et des bâtis de moteurs Diesel.

M. R. SARAZIN présente un ensemble complet de son matériel de soudure à l'arc électrique, tant à la main qu'automatique. Le matériel de soudure à la main comprend deux modes d'obtention du courant, par transformateur statique ou par groupe convertisseur. Le transformateur statique abaisse la tension du réseau à celle de l'utilisation en permettant, par un dispositif de shunt magnétique, l'obtention des différents régimes dans l'arc correspondant aux différents diamètres d'électrodes. Le groupe convertisseur est constitué par un moteur électrique, entraînant une génératrice à caractéristique tombante et à réglage par calage des balais.

Dans un cas comme dans l'autre, le matériel permet de régler à tout instant le courant de soudure, ce qui donne au poste une très grande souplesse d'adaptation, étant donné que l'intensité dans l'arc est fonction non seulement du diamètre de l'électrode, mais aussi de la nature des enrobages, de l'épaisseur de la pièce à souder, etc.

Les transformateurs statiques du système exposé peuvent être prévus avec un condensateur relevant le facteur de puissance aux environs de 0,96 et diminuant par conséquent l'appel de courant que pourrait provoquer un transformateur sans condensateur.

Dans les débuts de la soudure à l'arc, le transformateur statique a connu la préférence de la plupart des utilisateurs, parce que son prix d'achat était sensiblement inférieur à celui du groupe convertisseur et qu'il satisfaisait pratiquement à tous les problèmes envisagés à cette époque. A l'heure actuelle, l'orientation est différente. Les multiples applications de l'arc électrique dans la soudure des aciers spéciaux (aciers demi-durs, aciers inoxydables ou au chrome-molybdène) ont donné naissance à toute une catégorie d'électrodes de hautes qualités mécaniques qui, pour la plupart, ne s'emploient qu'en courant continu en polarité inversée. Il en est résulté un nouveau débouché pour les groupes convertisseurs, et le développement de leur emploi a facilité leur construction en série et rapproché leur prix de vente de celui des transformateurs à condensateur de même puissance. Il est à noter que le procédé de la soudure à l'arc en courant continu facilite l'opération dans tous les cas difficiles de soudure verticale, de plafonds, de métaux non ferreux, etc.

Passons au matériel destiné à la soudure automatique. A cet égard, trois montages sont plus spécialement utilisés : tête « industrielle », tête « tracteur »,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tête « chantier ». Ce dernier modèle est maintenant le plus employé, étant donnée sa grande souplesse d'emploi. D'un encombrement très réduit, il est porté par un dispositif tubulaire déplaçable dans tous les plans et peut, par conséquent, travailler sur tous montages assurant la mise en place et le serrage des pièces.

La tête de soudure automatique moderne se prête à la mise en œuvre de tous les procédés de soudure automatique, soit au moyen d'une électrode métallique,

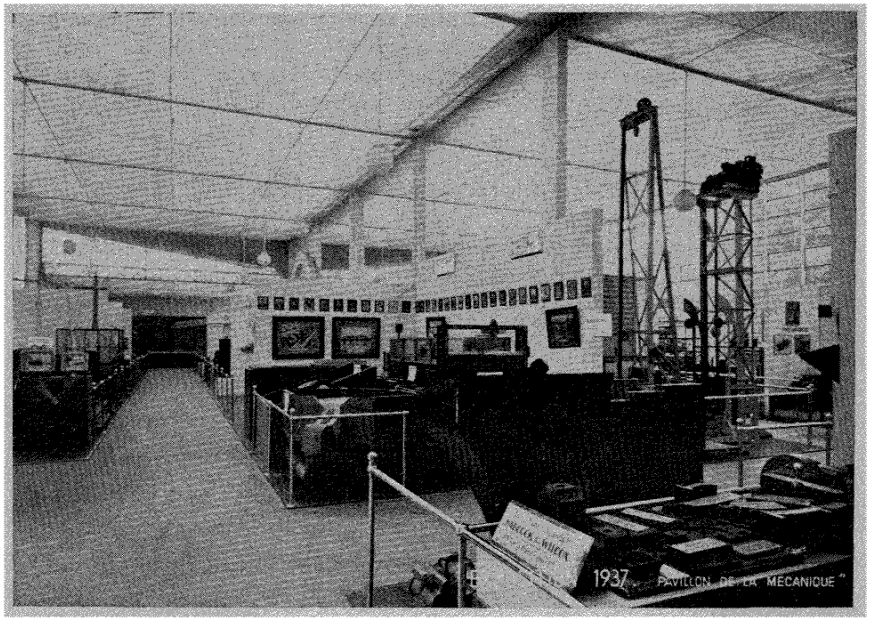


Fig. 13. — Les stands des industriels.

soit au moyen d'un crayon de graphite en atmosphère normale ou en atmosphère réductrice.

A l'heure actuelle les résultats obtenus, sous le rapport des qualités mécaniques du métal, par l'emploi de ces têtes sont du même ordre que ceux qu'on obtient en soudure manuelle.

Quant aux électrodes, deux catégories sont à distinguer, suivant qu'il s'agit d'électrodes pour soudure manuelle ou pour soudure automatique. Convenablement choisies, ces électrodes s'adaptent à tous les problèmes de construction ou de réparation. Elles varient évidemment par les caractéristiques mécaniques du métal déposé, et, à l'heure actuelle, des cahiers des charges bien définis sont prévus pour les différentes applications (cahiers des charges de la Marine nationale et des Ponts et Chaussées, etc.). C'est ainsi que pour la soudure des Ac.54, par exemple, il est demandé, pour les éprouvettes de dimensions standard, une résistance, sur métal déposé, de 54 kg/mm² minimum, un allongement minimum de 18 p. 100,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et une résilience UF de 8 kgm/cm². De telles caractéristiques nécessitent une technique bien établie pour la fabrication des électrodes. On voyait à l'Exposition les électrodes « Fusarc » à fort enrobage, et en particulier l'électrode « Fusarc Veloce », à fusion automatique, utilisée pour les congés et permettant d'obtenir des dépôts concaves de bonne forme.

FABRICATION DES TUBES. — La SOCIÉTÉ ESCAUT ET MEUSE, parmi ses diverses productions métallurgiques, est spécialisée dans la fabrication des tubes d'acier de toute espèce et spécialement des tubes de haute qualité, tels que ceux qui sont destinés aux différentes parties des générateurs de vapeur. Elle a pensé intéressant de présenter sur son stand des tubes de surchauffeurs, en raison de la tendance actuelle à employer les fortes surchauffes en même temps que les pressions élevées.

Les avantages que l'on peut attendre des hautes surchauffes et des fortes pressions ont toujours été limités, tant dans le domaine des générateurs que dans celui des turbines à vapeur, par les possibilités des matériaux mis à la disposition des constructeurs. L'acier doux au carbone ne permettant pas de dépasser 450°, des recherches métallurgiques attentives ont été nécessaires. A l'heure actuelle, malgré toute la gamme d'aciers spéciaux mis à la disposition des ateliers de construction, la nécessité de rechercher des températures toujours plus élevées (chaudières et turbines à vapeur, et, éventuellement, turbines à gaz) et des métaux de prix de plus en plus bas, appelle la continuation des études et des efforts. C'est ainsi que la Société Escaut et Meuse a été amenée à mettre au point son acier « Chromesco » au chrome-molybdène, dont les caractéristiques essentielles sont une bonne résistance mécanique à l'écoulement à chaud et une résistance chimique élevée à l'oxydation à haute température.

Cette réalisation a été l'aboutissement de longues et minutieuses recherches de laboratoire, menées de pair avec l'exploitation industrielle d'un surchauffeur équipé de tubes en acier Chromesco et installé par la Société Escaut et Meuse dans ses usines, dans un but purement expérimental. Ce surchauffeur fonctionne d'une manière pleinement satisfaisante depuis plusieurs années à une température de 500° et sous une pression de 40 hpz. Il a été conçu en vue d'un accès facile des éléments tubulaires, afin d'en permettre l'examen fréquent et l'étude suivie.

Outre l'acier Chromesco destiné aux chaudières à haut rendement des centrales modernes, la Société Escaut et Meuse a exposé dans son stand : l'acier E.M.S. au nickel-chrome-molybdène à haute résistance aux gaz oxydants de la combustion; son acier « Esco » au cuivre demi-oxydable; toute une gamme de nuances répondant aux spécifications de l'American Petroleum Institute.

Elle expose, en outre, un certain nombre d'échantillons particulièrement intéressants pour l'ingénieur : gros collecteurs rectangulaires en acier doux sans soudure, collecteurs cylindriques, tuyauteries, serpentins de surchauffeurs, échantillons de tubes Serve présentant divers parachèvements.

Enfin des tableaux sur verre éclairés par transparence mettent en évidence les résultats des essais divers effectués sur les aciers : essais à chaud de longue

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

durée, essais de viscosité, courbes d'écoulement, étude de la corrosion à chaud par la thermobalance, etc.

PRODUITS DE FONDERIE. — La Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée expose divers échantillons et photographies des produits de sa fonderie du Havre. Les échantillons de fonte mécanique extra-résistante, pour pièces de machines à vapeur et moteurs Diesel, sont présentés sous une forme propre à faire connaître aux visiteurs les qualités spéciales du métal. Un manchon cylindrique, dont l'épaisseur n'est que de 0,2 mm, montre l'absence de tout défaut dans le cœur du métal. Une plaque de fonte de 5 dm² de surface, n'ayant, elle aussi, que 0,2 mm d'épaisseur, est enroulée en forme de cornet, ce qui exige une flexibilité remarquable conjuguée à une grande ténacité. Un bloc de fonte cylindrique, sur lequel des saignées faites à l'outil ne laissent subsister que des rondelles attenantes de 0,2 mm d'épaisseur, met en évidence ces mêmes qualités ainsi que l'absence de fragilité.

L'élasticité est mise en évidence par un bloc de fonte, dans lequel on a usiné un ressort cylindrique à spires carrées, à l'extrémité duquel subsiste une masselotte. Elle l'est également par un autre ressort usiné en spirale dans la masse d'une rondelle en fonte. Enfin, une règle en fonte de 1 m de longueur, à section plate de 40 × 6 mm, reposant par ses extrémités sur deux points d'appui, supporte en son milieu un plateau suspendu sur lequel sont placés deux poids de chacun 20 kg, la flèche de la règle étant alors de 50 mm. Un graphique relatif à cette présentation indique les taux de travail du métal en fonction des flèches sous diverses charges.

L'ensemble est complété par des photographies de pièces fabriquées en fonte, bronze ou laiton, par des micrographies et par des tableaux donnant la composition chimique et les caractéristiques mécaniques d'échantillons de haute qualité. Voici, par exemple, des chiffres relatifs à une qualité de fonte :

Résistance à la traction		30 kg/mm²
Résistance au cisaillement, sur éprouvette de 5,62 mm de diamètre		24 —
Flexion sur éprouvette Fremont de 8 × 10 × 30 mm	Charge de rupture.	800 kg
	Flèche de rupture.	0,22 mm
Dureté Brinell		210 à 215

DÉCOUPAGE ET EMBOUTISSAGE DES MÉTAUX. — Le groupe Découpage et Emboutissage présente une exposition collective de produits finis très variés : pièces découpées, embouties ou estampées en tôle, laiton, aluminium, montrant que l'application de ce genre de fabrication a de nombreux débouchés dans l'industrie de l'automobile et du cycle, dans celle des accessoires électriques de la T. S. F. et des articles de ménage et de chauffage.

Pour faire comprendre par quelles opérations on arrive aux pièces finies, on a exposé une série de machines nécessaires à l'exécution d'un article quelconque pris comme exemple, en l'espèce un cendrier.

La tôle, reçue de la forge en feuilles, est cisaillée devant le public, avec une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cisaille guillotine. Les bandes obtenues sont découpées en flans qui sont emboutis sur une presse à découper et à emboutir, munie d'un outillage approprié. Puis, toujours sur la presse, cette ébauche est estampée pour faire ressortir les noms des maisons ayant participé à l'exposition; enfin, la pièce détourée est parachevée, c'est-à-dire que son bord extérieur est roulé (pour éviter qu'il soit coupant) sur une machine à moulurer et à rouler.

Les presses, les machines à moulurer et, d'une manière générale, l'outillage de cette fabrication proviennent des Ateliers des Anciens Établissements Lapipe et Wittmann. Les cisailles ont été construites par la maison Bombled. La tôle était fournie par les Établissements Chatillon Armco.

Le souci de la production économique conduit à l'emploi d'outils quelquefois très compliqués : outils combinés à découper et à emboutir; o tils à la bande, faisant simultanément plusieurs opérations et réduisant au minimum le prix de revient du produit fabriqué. Les machines recevant ces outils ont elles-mêmes profité des progrès de la technique par l'adaptation de systèmes d'amenage de différents modèles, ainsi que de systèmes d'embrayage permettant d'obtenir diverses vitesses de travail.

On est loin de l'ancien découpoir fonctionnant à bras, procédé lent et fatigant pour l'ouvrier. Le cadre restreint de l'Exposition n'a pas permis de montrer les machines entièrement automatiques qui, alimentées par une bande de métal, donnent une pièce complètement finie, nécessitant quelquefois 6 à 8 opérations et même plus. Pour la fabrication des pièces embouties volumineuses, qui ne peuvent pas être déplacées par un amenage automatique, la technique nouvelle s'oriente vers l'emploi de presses très puissantes et très grandes, sur lesquelles sont montés plusieurs outils et où les pièces sont manutentionnées de telle sorte qu'une pièce finie est faite à chaque coup de presse.

Parallèlement à ces progrès, les exigences se font de plus en plus sévères en ce qui touche les qualités des métaux employés, acier doux, laiton, aluminium, duralumin. Il faut des tôles permettant l'exécution d'emboutis très profonds. D'autre part, la nécessité de recuire la pièce emboutie a fait apparaître le four à recuire à sole fixe, à sole tournante, avec chauffage au gaz, au mazout. Puis l'exigence de la bonne présentation a conduit a créer le four électrique pour « recuit blanc ». Enfin des industries accessoires se sont fondées pour parfaire le produit embouti : industrie du nickelage, du chromage, etc.

Des pièces découpées et embouties étaient présentées par les maisons suivantes : Anciens Établissements Lapipe et Wittmann; — Établissements Pinchard Deny; — Pratt et Joseph; — Rousseau et Darnet; — Carpentier; — Surenne et Dubois; — Établissements Deca; — Thomas; — Rouiller; — Luchard; — Monin; — Aubry; — Tète; — Teurtroy; — Compagnie d'Étirage de Précision.

machines-outils. — Le Groupe des Machines-Outils expose sous le titre « atelier artisanal de Mécanique générale » un ensemble très complet de machines destinées à la moyenne industrie et aux besoins courants d'un atelier de mécanique générale de moyenne importance. On y voit :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Un tour monopoulie de 195 mm de hauteur de pointes de la S. O. M. U. A.;

Un tour parallèle de 165 mm de hauteur de pointes et un étau limeur de 325 mm de course, des Établissements Sculfort Fockedey, Vautier et Cie, à Maubeuge;

Un tour monopoulie à très grande vitesse, de 100 mm de hauteur de pointes, et une perceuse verticale de 6 mm des Établissements Précis à Courbevoie;

Une fraiseuse universelle et une machine à affûter les fraises des Établissements P. Hure;

Une fraiseuse verticale des Établissements Rouchaud et Lamassiaude;

Une perceuse verticale de 40 mm des Établissements Rochelet-Lavergne;

Une perceuse verticale de 14 mm de la Société parisienne de Machines-outils;

Un bâti à meuler électrique des Établissements Micox;

Une machine à faire les rainures dans les alésages, des Établissements Lefèvre, à Moulins;

Un variateur de vitesse des Établissements Lisse, à Louvroil.

Cette exposition permet d'apprécier les progrès réalisés par les constructeurs français de machines-outils au cours de ces dernières années et met en évidence les tendances actuelles de leur fabrication en vue de répondre à toutes les exigences de l'utilisation de chaque machine.

Il est essentiel que les machines soient bien en main et parfaitement appropriées aux travaux à exécuter, tant en ce qui concerne leurs dispositions que le choix de leurs gammes de vitesses et d'avances. Compte tenu du genre de travail à exécuter, ces vitesses et avances doivent correspondre au rendement pratique maximum et cela, sans que la recherche d'un rendement toujours plus élevé nuise à la précision, laquelle ne s'exprime plus qu'en centièmes de millimètre.

Ces tendances ont été particulièrement mises en valeur par le placement côte à côte des trois tours parallèles qui ont été exposés et qui, du fait de leurs destinations respectives, diffèrent très nettement entre eux par leur conception, leur construction et leurs dimensions.

Le premier, d'importance moyenne, représente le tour parallèle à charioter et à fileter, de bonne fabrication, pouvant être utilisé pour les travaux courants de mécanique générale, d'entretien ou de réparation.

Le deuxième tour, qui n'a pas été conçu pour fileter mais simplement pour charioter, est une machine de dimensions réduites créée pour l'usinage en grande série des petites pièces et convenant tout spécialement pour le travail au diamant ou au carbure, en raison de la grande vitesse de rotation de sa broche pouvant atteindre 6 000 t/min.

Le troisième tour, le plus lourd des trois, bien que de dimensions courantes (de 195 mm de hauteur de pointes et de 1 m d'entrepointe) présente la synthèse de tous les perfectionnements apportés jusqu'à ce jour dans la construction des tours parallèles à charioter et à fileter. Il réunit toutes les qualités de vitesse (2 000 t/min pour la broche), de puissance et de haute précision, que l'on demande aux tours modernes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

De même que ces trois tours, les autres machines présentées par le groupe accusent le souci d'obtenir toujours un meilleur rendement.

La fraiseuse universelle, avec une tête orientable en tous sens, représente une catégorie de machines se prêtant, dans un atelier de mécanique générale, à l'exécution des travaux de fraisage les plus divers. La fraiseuse verticale avec sa vitesse de broche de 3 000 t/min est un type de machine simple pour petits travaux de série.

L'utilisation des vitesses de coupe élevées est une des caractéristiques de cette exposition. Celles qui sont prévues sur les perceuses montrent bien les progrès réalisés dans ce sens. Les capacités des machines de marques différentes sont respectivement 6 mm, 14 mm et 40 mm, avec des vitesses de broche correspondantes pouvant atteindre 18 000, 6 500 et 3 000 t/min.

Toutes les machines groupées dans le stand sont à commande électrique individuelle et portent leur appareillage. Cette remarque est très importante dans l'intérêt du développement de l'artisanat, maintenant que la distribution de l'énergie électrique, pénétrant jusque dans les milieux agricoles, permet une décentralisation des arts industriels, souhaitable au plus haut degré pour la vie familiale. Il importe donc que l'on puisse installer, dans les plus petits ateliers, des machines-outils à commande individuelle, dans les mêmes conditions de rendement élevé que dans les grandes usines.

La Maison Bonnafous et Bozonnet expose des appareils de transmission et des fraises à haut rendement. Ses embrayages à friction montrent le parti que l'on peut tirer de l'emploi du « ferodo ». La friction du ferodo sur la fonte ne présente pas de risques de grippage et ne nécessite aucune précaution spéciale pour le graissage. Les mécanismes de ces embrayages sont visibles et facilement réglables. La mise en marche est progressive et l'embrayage ne donne lieu a aucune poussée longitudinale.

Le type de fraises présenté par cette maison, et qui lui a valu en 1922 une médaille d'or de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, a pour caractéristique principale son détalonnage rectiligne conoïdal. Le détalonnage rectiligne poussé à sa limite pratique assure à la fraise une coupe nette et franche et supprime tout talonnement des flancs de la denture. La constance des profils taillés par les différentes coupes d'affûtage est obtenue en donnant à la dent la forme engendrée par une droite qui, restant constamment parallèle à un plan perpendiculaire à l'axe de la fraise, se meut dans l'espace en glissant, d'une part, sur une droite fixe située à une distance appropriée et parallèle à l'axe de la fraise, d'autre part, sur un profil dont la forme dépend de la taille à obtenir. Cette fraise permet l'emploi de vitesses de rotation élevées et d'avances par dent importantes.

La Société française des Broyeurs Henry présente toute une variété d'appareils de laboratoire : broyeurs à boulets, à jarres, à meuletons, à marteaux, ainsi que mélangeurs et malaxeurs verticaux et horizontaux. Ces appa-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

reils sont des réductions exactes de ceux à grand rendement, également exposés par cette maison et destinés aux établissements industriels, parmi lesquels figurent un broyeur à meuleton en acier inoxydable et des broyeurs à galets à cuve de porcelaine ou de métal, ainsi qu'un petit malaxeur à circulation de vapeur monté sur table et commandé par un moteur monophasé.

COURROIES DE TRANSMISSION. — La Sté GETTING-JONAS-TITAN, la Sté LAROCHE LÉCHAT et les ÉTABLISSEMENTS BRICQ présentent un ensemble de productions

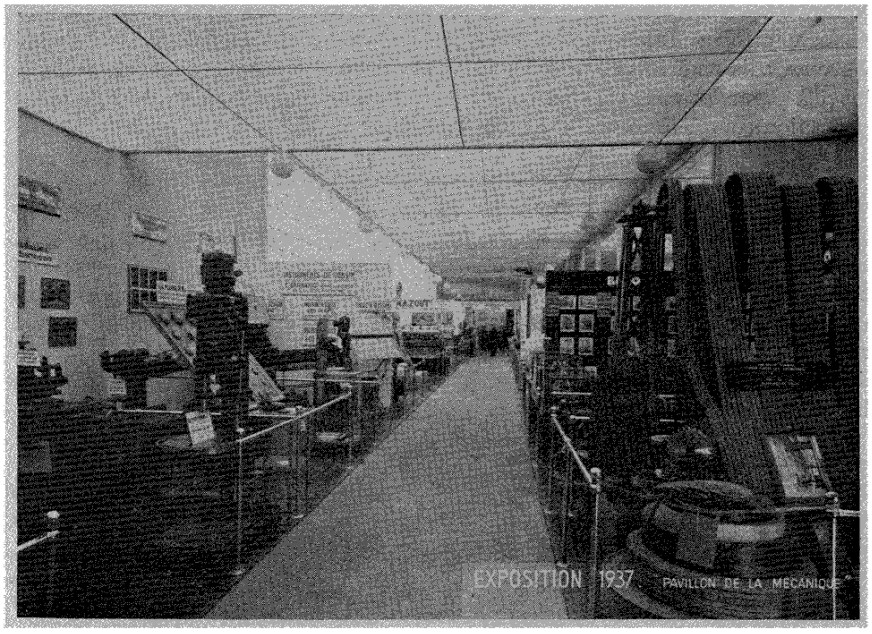


Fig. 14. — Les stands des industriels.

mettant en évidence l'état actuel de la technique en matière de courroies de transmission et de cuirs industriels.

La *courroie Titan* a été créée en 1902. Depuis cette époque, en même temps que ses applications, se sont développées ses qualités d'adhérence, de souplesse et de résistance, au fur et à mesure qu'étaient mis plus complètement au point les procédés de tannage.

Parmi les diverses variétés de ses courroies de cuir, la Société Getting-Jonas présente, dans le domaine des courroies plates, les courroies en cuir chromé dénommées : courroie Titanic, Titanic-Revideur, Sensitex. La courroie Titanic offre une résistance de 4 kg/mm² et un allongement de 1,5 p. 100 sous 250 g/mm². Pour la courroie Sensitex, la résistance est de 5 à 6 kg/mm² et l'allongement de 2 p. 100 sous 500 g/mm². Mentionnons dans le même stand : la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

courroie trapézoïdale « Dayton » qui fonctionne en poulie à gorge et permet de résoudre des problèmes variés de transmission; des engrenages en cuir vert; des garnitures pour volants de presse à friction.

Au stand des ÉTABLISSEMENTS LAROCHE LECHAT sont présentées, en même temps que des courroies en cuir, des courroies en textiles divers. Le tissage spécial des courroies tissées sans fin et l'emploi de textiles à haute résistance, comme la soie naturelle, rendent ces courroies particulièrement propres à la commande des appareils à grande vitesse de rotation.

La courroie « Duarry » est en coton tissé imprégné au latex. Un procédé nouveau, mis en évidence par une maquette, permet d'imprégner de caoutchouc jusqu'à cœur les courroies en coton tissé, en assurant à la fibre de coton une protection complète contre les agents extérieurs.

Au stand de la MAISON BRICQ, une machine d'essai permet d'apprécier, par une comparaison réelle, les qualités d'adhérence des courroies tissées en poil de chameau. Une dynamo, débitant sur une résistance constituée par des lampes, est attaquée soit par un moteur dont la puissance est transmise par une courroie en cuir ordinaire, soit par un moteur avec courroie en poil de chameau. Les entraxes et les poulies sont les mêmes dans les deux cas. Un wattmètre permet aux visiteurs de constater la différence des résultats. Les courroies en poil de chameau conviennent tout spécialement aux endroits chauds ou très humides.

ORGANISATION ET OUTILLAGE DES BUREAUX. — La SOCIÉTÉ LES APPAREILS CONTROLEURS expose deux modèles d'appareils « Fotocopist » dits « Triplex ». Ce genre d'application de la photographie aux services commerciaux et aux bureaux d'études a pris depuis quelques années une extension considérable et bien justifiée. Le procédé photographique pour la reproduction des dessins, plans, documents quelconques, a des avantages incomparables de sûreté et de commodité.

M. DARNAY s'est fait une spécialité de l'aménagement des bureaux d'études. Il est généralement admis que le rendement du travail matériel de ces bureaux (abstraction faite, bien entendu, de la valeur intellectuelle du travail) est compris entre 0,35 et 0,5, c'est-à-dire que le travail matériel qui s'y fait en 10 heures pourrait pratiquement y être fait en 4 heures si l'on savait s'organiser et employer un matériel approprié. Dans bien des cas, le matériel du bureau d'études amène une fatigue excessive des employés et un dégoût du travail. Les tables à dessiner à tréteaux vont de pair avec l'emploi du té et des équerres indépendantes.

L'emploi des tables à dessin mécaniques avec règle équilibrée constitue un progrès important et permet d'augmenter le rendement des dessinateurs. D'une manière générale, tout l'outillage du bureau d'études, depuis les appareils à dessiner jusqu'aux outils individuels, règle à calcul et boîte à compas, doit être adapté à sa fonction et présenter les meilleures qualités d'exactitude et de précision.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

OBJETS DIVERS. — *Lubrification.* — Dans le domaine de la lubrification, GRAPHOÏL apporte, avec le graphite colloïdal, un moyen d'abaisser au minimun le frottement et de réduire l'usure des pièces mécaniques en contact. On sait que l'usure se produit quand le film d'huile ne peut se former entièrement. Tout dépend sous ce rapport, ou bien de l'onctuosité propre de l'huile, ou bien de l'onctuosité accrue par l'adjonction de certains corps à l'huile minérale employée. Les propriétés lubrifiantes du graphite pulvérisé ordinaire sont appréciées depuis longtemps. Cependant, ce corps n'a jamais été largement utilisé en raison de ses impuretés et de la tendance du graphite en poudre à obstruer les canaux et orifices de graissage. Ces difficultés ont été surmontées grâce aux recherches d'Acheson, qui est parvenu, par un procédé de défloculation, à donner au graphite la forme colloïdale. Le graphite colloïdal forme sur les métaux des enduits qui produisent un film continu.

Travaux d'étirage. — Les ateliers de la SOCIÉTÉ L'ÉTIRAGE, créés en 1906, produisent des profils de toute sorte, creux ou pliés, obtenus par étirage, laminage à froid, tréfilage ou cannelage des métaux. Ils fabriquent en particulier des ailettes pour turbines à vapeur de tous systèmes. Cette fabrication montre que la technique de l'étirage peut répondre à tous les besoins et que sa précision est au moins égale à celle d'un usinage très soigné.

Les aciers à 5 p. 100 de nickel, les aciers à 12 à 14 p. 100 de chrome, et au chrome-nickel à forte teneur (A T V de M. P. Chevenard) sont utilisés couramment par cette Société. Le métal Monel, les alliages cuivreux et l'acier à 10 ou 14 p. 100 de chrome, permettant un traitement par trempe, sont largement employés. Les aciers au nickel-chrome-molybdène sont indiqués pour les ailettes de turbines à gaz qui en sont encore à la période de mise au point mais dont il importe de préparer l'avenir.

L'étirage ne donne en général que des barres de section constante et l'attache des ailettes de turbines est communément obtenue par fraisage. A l'heure actuelle, on peut donner à l'ailette un pied solide et extrêmement sûr en refoulant à la presse hydraulique le métal qui constitue l'embase.

La mécanique rotative comporte aussi d'autres applications des procédés de fabrication de la Société l'Étirage; c'est ainsi que dans la construction des compresseurs axiaux les profilés étirés sont d'un grand secours.

Séchoirs et étuves. — La SOCIÉTÉ COMESSA (Constructions mécaniques, à Schiltigheim près de Strasbourg) construit des séchoirs, fours et étuves de tous genres. Sur le tableau qu'elle a exposé figurent les dessins des appareils suivants :

Séchoir à tissus à fonctionnement continu. C'est le plus grand séchoir à tissus qui ait été construit en Europe; cet appareil est en fonctionnement à la Blanchisserie et Teinturerie de Thaon; il sèche 18 km de tissu à l'heure, ce qui correspond à une évaporation de près de 2 000 kg d'eau;

Séchoir pour la fabrication du cuir synthétique. C'est aussi l'un des plus gros appareils de son genre (longueur, 40 m; largeur, 4 m; hauteur, 7 m). Ce

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

séchoir est à fonctionnement continu et est accouplé à une machine produisant le cuir synthétique, de dispositions analogues à celles d'une machine à papier. Le séchage s'effectue à l'intérieur par l'air chaud, ce qui laisse intactes les qualités de la matière;

Séchoir pour produits chimiques, d'un type mis au point tout dernièrement par la Société. Cet appareil, dit séchoir vertical à plateaux, présente, par rapport aux séchoirs à racloirs mobiles, cette différence essentielle que les rateaux nécessaires pour faire tomber la matière d'un étage à l'autre sont fixes et que c'est la matière qui se déplace. Il en résulte qu'il est possible de traiter des produits en pâte, en copeaux, en cristaux, en poudre ou en grains, sans risquer de réduire la matière en poussière ni de voir se former des agglomérats.

La Société Comessa construit aussi la plupart des machines pour le blanchiment, la teinture, l'apprêt et le finissage des tissus, ainsi que pour la fabrication de la rayonne, et, dans un autre ordre d'idées, des locotracteurs Diesel, des rouleaux compresseurs, etc.

Mouture. — La Société auxiliaire de Meunerie expose le broyeur Pallmann, construit en France par les Établissements Schneider Jacquet, de Strasbourg. C'est un broyeur à meules construit sur le principe de la meule inférieure mobile. Il comprend un engrenage silencieux, système Klimberg, baignant dans l'huile, dont l'arbre vertical reçoit l'arbre d'entraînement de la meule mobile, laquelle repose sur un roulement à billes largement dimensionné. L'arbre du moulin se termine par une plaque d'entraînement sur laquelle repose une plaque support des meules. Un système de leviers à ressort permet de coupler la meule mobile à la meule fixe à volonté et d'exercer ainsi des pressions plus ou moins grandes pour amener la mouture à la finesse désirée. Cette pression, dont la valeur totale peut atteindre 15 t, est indiquée sur une échelle graduée. Le moulin est muni d'une aspiration et d'un système de circulation d'eau pour assurer le refroidissement des meules et combattre l'échauffement des produits.

En cas de besoin, par exemple pour la mouture des produits chimiques qui ne peuvent supporter aucune élévation de température, on peut assurer une circulation réfrigérante. Les broyeurs de ce système peuvent être munis de meules de granulation différente suivant le produit que l'on désire moudre.

II. — PRODUCTION ET UTILISATION DE LA VAPEUR D'EAU.

Dans le Groupe de la Production et de l'Utilisation de la Vapeur, l'Exposition met en évidence, pour l'équipement des usines de grande puissance telles que les centrales électriques, des solutions à hauteur des plus récents progrès de l'art. Toutefois, il est à noter que l'expérience semble conduire à une sorte de stabilisation des pressions et des températures en usage. En ce qui touche les pressions, après le formidable bond en avant d'il y a quelques années, on considère maintenant sans appréhension des chiffres dont on n'avait pas eu l'idée autrefois; mais on tend aussi à se garder de certains excès susceptibles de com-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pliquer la construction et l'exploitation plus qu'il n'est nécessaire pour la pratique courante. Quant aux températures, les considérations relatives aux qualités des métaux n'ont pas permis, jusqu'à présent, de franchir, pour la vapeur surchauffée la limite de 450 ou 500°.

Nous diviserons le sujet de la production et de l'utilisation de la vapeur d'eau et des objets qui s'y rattachent en quatre parties : Générateurs de vapeur; — Turbines à vapeur; — Appareils divers; — Associations françaises de Propriétaires d'Appareils à vapeur.

GÉNÉRATEURS DE VAPEUR. — Si certains types nouveaux de générateurs à très haute pression, étudiés plus particulièrement à l'étranger, comme les chaudières compound ou le générateur « Velox », ne sont pas représentés dans le Pavillon de la Mécanique française, les stands du Pavillon permettent d'apprécier, dans l'ordre des solutions usuelles, l'état actuel de l'art, qui s'est constamment et grandement perfectionné au fur et à mesure que la métallurgie a mis à la disposition des constructeurs des matériaux plus parfaits et mieux éprouvés.

Les appareils à vapeur sont encombrants; le Pavillon n'aurait pu les accueillir en nature. Force a donc été de présenter au public des dessins et des maquettes.

La SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE CONSTRUCTIONS BABCOCK ET WILCOX présente :

1° des plans à grande échelle représentant les parties constitutives de divers types de générateurs, dont la construction est extrêmement répandue pour toutes pressions et toutes températures de surchauffe. Parmi ces documents se trouve la coupe longitudinale d'un des 6 générateurs construits et mis en route depuis plusieurs années pour la Centrale de Saint-Denis, appartenant à la Société d'Électricité de Paris, dont les caractéristiques sont les suivantes : Pression de vapeur, 70 kg/cm²; — Température de la vapeur surchauffée, 480°; — Chambre de combustion, système Bailey;

2° des maquettes montrant, d'une manière particulièrement claire, les dispositions de divers générateurs, parmi lesquelles : une maquette en verre, qui représente une chaudière S. M. C. T., munie d'une grille mécanique et d'un surchauffeur, suivie d'un économiseur en acier et d'un réchauffeur d'air tubulaire, et disposée et éclairée de façon à mettre en évidence la circulation de l'eau et de la vapeur.

La présentation de nombreuses pièces détachées complète les ensembles ci-dessus, et permet d'apprécier notamment la façon dont les réservoirs sont exécutés par soudure électrique, conformément à ce qui a été dit plus haut.

La SOCIÉTÉ DES CHANTIERS ET ATELIER DE SAINT-NAZAIRE PENHOËT expose : des plans de chaudières terrestres qu'elle fabrique dans ses ateliers de chaudronnerie de Penhoët; différentes maquettes de chaudières et éléments de grille Walther et diverses éprouvettes de contrôle d'appareils exécutés. Des photographies complètent cet ensemble et représentent divers appareils de grosse chaudronnerie obtenus principalement par soudure électrique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les chaudières terrestres de Penhoët appartiennent à deux types : les chaudières à tubes verticaux à 2, 3 ou 4 collecteurs, et les chaudières sectionnelles à tubes droits à un ou plusieurs collecteurs, caractérisés par les dégagements spéciaux de vapeur pour les tubes de coup de feu.

Quant aux générateurs spéciaux pour la Marine, dont la construction est pour la Société des Chantiers et Ateliers de Saint-Nazaire une branche d'activité de première importance, ils ne sont pas représentés dans le Pavillon. Bornons-nous à signaler leur application à des croiseurs, contre-torpilleurs, navires de ligne et à des unités de la marine de commerce telles que les paquebots *Paris*, *Ile-de-France*, *Champlain*, *Normandie*, *Ville d'Alger*.

Les brûleurs à mazout à pulvérisation mécanique, ainsi que l'appareillage destiné à équiper les chaudières en vue de leur chauffe au mazout constituent l'une des spécialités étudiées et mises au point à Penhoët.

La grille mécanique à chaîne Walther, dont certains éléments sont exposés, est étudiée pour permettre la réalisation de grandes surfaces de plan de grille, à placer dans les chambres de combustion ne comportant pas de voûte d'allumage.

Une maquette avec éclairage permet de se rendre compte de la marche des gaz à travers le faisceau d'une chaudière sectionnelle chauffée par grille mécanique.

Trois grands panneaux en couleur représentent en outre les réalisations suivantes :

Chaudières terrestres chauffées par grilles mécaniques avec chambre de combustion entièrement tapissée de tubes, fournies à la Société nantaise d'Électricité ;

Chaudière chauffée au pulvérisé, établie pour la Cie Alais, Froges et Camargue ;

Chaudière à chauffage mixte (pulvérisé et gaz de fours à coke) pour la Compagnie des Mines de Vicoigne, Noeux et Drocourt.

Les Ateliers Cail présentent une des formes de l'évolution des chaudières multitubulaires, marquée par l'importance de plus en plus grande attribuée à la surface de chauffe soumise au rayonnement direct du foyer. Les faisceaux de tubes qui tapissent la chambre de combustion protègent le revêtement réfractaire de cette chambre et lui assurent une plus longue durée, d'où le nom d'écrans d'eau qu'on leur donne.

La surface du faisceau soumise au rayonnement du foyer possède un pouvoir vaporisateur par mètre carré beaucoup plus élevé que le faisceau de convection. Pratiquement, on obtient pour les écrans d'eau des vaporisations spécifiques horaires de 100 à 200 kg/m² suivant le timbre des chaudières. Le travail d'évaporation du faisceau de convection s'en trouve notablement soulagé et la surface totale de la chaudière est réduite, d'où économie de matière et d'encombrement.

Plus la pression est élevée, plus ces dispositions sont avantageuses. Elles présentent alors un troisième résultat favorable : celui d'activer la circulation de l'eau et de la vapeur malgré la plus forte densité de cette dernière. On peut ainsi

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

réaliser des chaudières à très haute pression (plus de 100 hpz) à circulation naturelle.

On voit sur le stand de ces constructeurs :

1° Deux vues d'un générateur à superchambre de combustion de 900 m² à 40 hpz, dont deux exemplaires sont en service à la centrale Paul Weiss des Houillères de Sarre et Moselle, depuis 1935; un troisième est en construction. Ces chaudières, chauffées au pulvérisé, possèdent une très haute chambre de combustion entièrement tapissée d'écrans d'eau. Elles sont complétées par un économiseur et un réchauffeur d'air. Leur vaporisation unitaire atteint 80 t/h en marche poussée. La température de la vapeur surchauffée est de 450°. Quelques modifications de détail apportées dans la construction de la troisième chaudière permettront d'y atteindre, avec la même surface, une vaporisation de 90 t/h en marche poussée;

2° Une vue d'une chaudière à superchambre de combustion de 300 m² à 120 hpz, pour une vaporisation de 40 t/h en allure normale et de 50 t/h en allure poussée; température de surchauffe 480°. Cette chaudière est chauffée par grille mécanique à grande puissance Cail-Steinmuller de 30,5 m². Dans la combustion sur grille, l'allumage des charbons maigres serait difficile avec une chambre entièrement garnie d'écrans d'eau. On arrête alors les écrans à une distance convenable au-dessus du plan de grille pour ménager les surfaces non refroidies nécessaires à cet allumage.

Les Établissements Cail exposent, à titre d'accessoires de chaufferies, un souffleur rétractile breveté Cail-Steinmuller pour le nettoyage des faisceaux de coups de feu. La lance rentrant dans la maçonnerie après service est protégée du rayonnement du foyer, ce qui en assure la conservation.

La participation de la Société d'Exploitation des Générateurs Niclausse consiste en particulier, outre des photographies d'appareils construits tant pour l'industrie que pour la Marine, en pièces détachées d'éléments constitutifs de générateurs système Niclausse et des appareils de robinetterie et accessoires de chaudières. En outre, cette société présente deux maquettes, représentant l'une l'ensemble de son nouveau type de générateur « Éclair », l'autre, l'application de ce type à bord d'un paquebot du service Marseille-Corse.

Le générateur « Éclair », tout en conservant les principes fondamentaux des premiers générateurs Niclausse, est adapté aux conditions de fonctionnement des turbines à vapeur modernes. Il comporte une circulation naturelle et permanente, quelle que soit l'allure de la combustion, résultat dû à la disposition du faisceau tubulaire, où les sections de passage sont largement calculées et les pertes de charge réduites au minimum. Comme les autres chaudières Niclausse, ce type se caractérise par l'interchangeabilité de ses tubes et la facilité de leur démontage. L'appareil comprend :

Un faisceau vaporisateur à surface exclusive de radiation susceptible d'une production de vapeur de 300 kg/m² de surface de chauffe;

Un surchauffeur Niclausse « Pluton », placé au-dessus du faisceau vaporisa

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

teur. Au-dessus encore, des éléments réchauffeurs d'importance variable suivant les conditions à réaliser;

Un économiseur et éventuellement un réchauffeur d'air. La chambre de combustion, très développée, s'adapte aux plus récents modes de chauffe automatique, soit avec combustible solide (grille mécanique Niclausse-Vesta), soit avec charbon pulvérisé, soit avec combustible liquide (brûleur à mazout Niclausse « Prométhée »).

FOYERS DE CHAUDIÈRES. — En ce qui concerne les foyers, on constate chez les exposants de sérieux efforts pour approfondir la technique de la combustion et essayer d'en dégager les principes, afin d'en guider l'application aux principaux types de générateurs. Le problème est d'ailleurs délicat, notamment en raison de la diversité des combustibles.

La SOCIÉTÉ F. A. M. A., qui s'est spécialisée dans les foyers à charbon, expose des maquettes et des mouvements de grilles, des plans et photographies se rapportant aux différents types de foyers qu'elle construit.

Les foyers à poussoirs Riley permettent d'utiliser des fines de charbon gras ou demi-gras ou des mélanges. Le charbon est amené par poussoirs au-dessous de la zone d'admission d'air et se trouve mécaniquement acheminé vers la partie inférieure du foyer, en passant par les phases successives de la combustion : distillation, cokéfaction et combustion proprement dite. Ils se passent de voûtes réfractaires.

Ils peuvent être combinés avec les broyeurs et les poches à cendres. Ils s'adaptent au soufflage à l'air chaud, dont l'emploi se généralise de plus en plus. Des foyers de ce type sont en service avec des températures de soufflage atteignant 250°, ce qui est dû au fait que la dilatation des éléments de ce foyer est entièrement libre, les flasques portant les tuyères n'étant assujettis qu'à une extrémité.

Pour les petites et les moyennes installations, la Société F. A. M. A. a créé depuis 1912 un type spécial, établi sur les mêmes principes. La commande du poussoir est, soit mécanique (moteur électrique ou à vapeur) soit hydraulique (huile sous pression), et les foyers de ce type peuvent même être adaptés aux chaudières de chauffage central d'une certaine importance.

Les foyers dont il vient d'être question exigent, pour fournir un bon rendement, l'emploi de houilles grasses ou demi-grasses (12 p. 100 au moins de matières volatiles).

La grille « Harington » répond à d'autres conditions. Elle permet la combustion de toute une gamme de combustibles maigres ou de qualité inférieure les plus divers : anthracite, coke, poussier de coke, lignite, déchets de charbon.

Le châssis de la grille est compartimenté de façon à permettre le réglage de l'air de soufflage au moyen de volets manœuvrables de l'extérieur; pour les grilles de grande largeur, ces volets existent des deux côtés. Les barreaux de la grille présentent des surfaces de recouvrement qui empêchent la chute des parti-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cules de charbon et du poussier. Ils présentent une surface que l'air seul peut traverser, ce qui permet d'utiliser des combustibles de la plus grande finesse. En bout de course, les rangées transversales de barreaux cessent de se recouvrir provoquant ainsi le cisaillement et la chute des mâchefers. Le décrassage est ainsi rendu automatique.

Les Établissements Prat Daniel présentent un tableau de leurs différentes fabrications ayant trait à la production économique de la vapeur. Depuis que, dans les grandes installations, s'est développé l'emploi des soutirages de vapeur aux turbines pour assurer le réchauffage de l'eau d'alimentation des chaudières, la récupération de la chaleur des gaz s'est naturellement orientée vers le réchauffage de l'air. La Maison Prat Daniel construit les réchauffeurs d'air « Thermix », à transmission par tôles parallèles. Les éléments assemblés peuvent se dilater facilement sans déformation et les tôles usagées sont d'un remplacement facile.

La chauffe au pulvérisé, dont les cendres extrêmement fines seraient emportées à la cheminée, nécessite l'étude de dépoussiéreurs économiques et peu encombrants. Dans l'appareil de la Société Prat Daniel, appelé « turbo-capteur » la séparation des poussières est effectuée par force centrifuge. La nécessité de retenir au moins 90 p. 100 des poussières contenues dans le gaz impose des vitesses giratoires de fluide suffisamment élevées et nettement plus importantes que dans les cyclones. Dans les installations de tirage ce dépoussiéreur prend la place du ventilateur; il n'est guère plus encombrant. Mentionnons aussi les souffleurs « Hélico » construits par la même société : ce sont des ventilateurs hélicoïdaux appropriés à leur destination spéciale.

Le foyer automatique « Pramix » est destiné aux chaudières de moyenne ou faible puissance. L'amenée du charbon y est obtenue au moyen d'une vis en acier spécial (au chrome-molybdène) dont le tracé offre au combustible un volume croissant à mesure qu'il avance, afin d'éviter le risque de bourrage.

Mentionnons enfin les épurateurs d'eau « Prada », les filtres épurateurs et les appareils de contrôle de chauffe de la même société.

Les Établissements Massip exposent des appareils de contrôle de dépense des fluides et des pièces de robinetterie spécialement étudiées pour économiser et récupérer. Ces appareils sont montrés en coupe. Citons : les compteurs d'eau volumétriques à double piston pour chaudières, avec totaliseurs de débit en litres; les compteurs d'eau à déversoir, enregistreurs et totaliseurs, pour compter l'eau s'écoulant à l'air libre; les compteurs manométriques indicateurs, enregistreurs et totaliseurs, maintenant plus en faveur que les précédents et qu'on relie à des tuyères ou à des tubes Venturi intercalés dans les canalisations; les débitmètres à cloche flottante sur mercure, montés de la même façon que les compteurs manométriques, mais sur des tuyauteries d'air ou de gaz à faible pression.

Les petits débits peuvent être mesurés de préférence par les compteurs à flotteur enregistreurs intercalés sur les conduites sous pression ou par les indicateurs de débit à flotteur avec échelle verticale graduée, montés de la même

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

façon. Ces appareils permettent de vérifier instantanément toute dépense de fluide.

Les Établissements Massip construisent aussi des analyseurs de combustion enregistrant la teneur en gaz carbonique des fumées de chaudières; le réactif employé est sous forme solide et contenu dans un étui en carton qu'il suffit de remplacer périodiquement.

Comme robinetterie la Société Massip expose : son système de purgeur à labyrinthe, exempt de toute pièce en mouvement; un système de robinet à plongeur dans lequel le fluide coule autour d'un opercule profilé placé dans l'axe même du courant sans déviation sensible de telle sorte que la résistance offerte est presque nulle et que le débit augmente de façon exactement proportionnelle à l'ouverture et par suite à la levée de la tige de commande.

La Société CASIMIR BEZ ET SES FILS expose des vannes spéciales pour l'extraction de l'eau des chaudières. Leur présentation en coupe permet d'en apprécier les détails. Elles sont manœuvrables soit à la main, soit à distance au moyen de la vapeur. Citons en particulier : une vanne à bride, employée par la Compagnie des Messageries maritimes, et une vanne avec commande à distance, d'un type renforcé, adopté sur les locomotives de l'ancien réseau du Nord. Cette Société présente d'autre part un dispositif d'expériences et des tableaux se rapportant au mode de formation et de dégagement de la vapeur dans les chaudières.

Signalons enfin que la SOCIÉTÉ POUR LE PERFECTIONNEMENT DE LA CHAUFFERIE présente différents appareils de régulation automatique (système S. P. C. Moreau) servant à contrôler, dans les installations de chauffage, la production et la distribution des calories (eau chaude ou vapeur) en fonction de la température extérieure et des périodes d'occupation des locaux. Ce genre d'appareils se rattache à l'art du chauffage et de la ventilation auquel a été affecté un pavillon spécial de l'Exposition internationale.

TURBINES A VAPEUR. — Dans la mécanique moderne, on tend de plus en plus à remplacer les machines à mouvement alternatif par des turbo-machines; en particulier la turbine à vapeur voit agrandir son domaine et diversifier ses applications. Elle a reçu depuis quelques années des perfectionnements divers qui ont augmenté les rendements déjà fort beaux et adapté de mieux en mieux les machines, notamment celles de dimensions moyennes et petites, soit à l'utilisation de la vapeur à haute pression et surchauffe, soit à celle des vapeurs d'échappement.

Le stand de la SOCIÉTÉ RATEAU expose des appareils relatifs, les uns à l'utilisation de la vapeur, les autres à la mécanique hydraulique ou pneumatique. Ceux-ci seront examinés plus loin. Pour ce qui concerne la vapeur, l'exposition comprend des organes de turbines et des pièces spéciales de robinetterie.

Les organes de turbines sont les suivants :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Un secteur de tuyères d'une turbine de 5 000 kW à 3 000 t/min, réalisé d'après les procédés de fabrication habituelle de la Société Rateau. Il comporte une couronne extérieure et une couronne intérieure, dans laquelle sont fraisés les distributeurs. Ces deux couronnes sont reliées entre elles par des vis rayonnantes et forment un ensemble compact réservant les canaux de vapeur. Les profils sont obtenus par fraisage au moyen d'un reproducteur établi avec toute la précision désirable, ce qui permet d'obtenir pour le passage de la vapeur des sections rigoureusement conformes à celles qui résultent du calcul d'établissement des tuyères. Les tuyères sont en acier à 5 p. 100 de nickel ;

Un mobile d'une turbine de 1 000 kW à 7 000 t/min, alimentée par de la vapeur à 12 kg/cm², surchauffée à 350° et échappant dans un condenseur par surface. Cette turbine a remplacé une ancienne turbine Rateau à 3 000 t/min, avec une amélioration de rendement qui permet, malgré l'adjonction d'un réducteur de vitesse, de diminuer la consommation de 15 p. 100. Ce mobile comporte 3 roues constituées par des disques en acier forgé portant des ailettes à la périphérie. La vitesse périphérique mesurée au diamètre moyen de la veine est de 235 m/sec. Les ailettes sont en acier inoxydable A T V. La fixation sur le disque se fait, pour les roues n° 1 à n° 6, par emmanchement avec rivetage latéral, chaque rivet intéressant deux ailettes voisines, disposition classique dans les turbines Rateau. Par contre, les deux dernières roues, les n^{os} 7 et 8, sont à emmanchement dit « de Laval ». Les ailettes de la roue n° 7 sont allégées par forage d'un trou radial dans l'épaisseur de l'ailette. La forme des ailettes de la roue n° 8 n'a pas permis de les alléger suivant le même principe. En conséquence, elles ont été renforcées à la base et sur une certaine hauteur avec raccordement progressif à l'épaisseur normale de l'ailette.

Le matériel de robinetterie exposé par la Société Rateau comprend :

Une vanne de construction robuste pour vapeur surchauffée à la pression de 60 kg/cm². Ce type de vanne, utilisé dans les centrales thermiques modernes, assure une étanchéité parfaite grâce à la nature des alliages employés pour les pièces internes soumises à l'action de la vapeur et aux particularités du « système d'obturation Rateau », qui fait que la pression mutuelle des zones de portage augmente automatiquement avec la pression de la vapeur ;

Un robinet à soupape d'un type perfectionné destiné aussi à la vapeur surchauffée, mais employé sur des tuyauteries de faible diamètre. Le corps de ce robinet est en acier matricé. Le forgeage élimine toute possibilité de porosité du métal et, par suite, toute fuite de vapeur, même après un service prolongé ;

Une vanne correspondant aux conditions limites d'emploi industriel de la vapeur, car elle fonctionne à 150 kg/cm². Des dispositions tout à fait particulières ont dû être prises pour assurer un parfait fonctionnement. C'est ainsi, par exemple, que le presse-étoupe est refroidi par des ailettes analogues à celles dont sont munis les tubes de radiateurs, cela afin d'abaisser la température de la vapeur et d'obtenir plus facilement l'étanchéité sous des pressions aussi considérables.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Sur le stand de la Société des Établissements Cail est exposé le mobile d'une turbine « Cail Erste Brünner » de 1 800 kW, dont les caractéristiques sont :

Pression de vapeur.	17 kg/cm²
Température de surchauffe	350 à 375°
Vide à l'échappement.	96 p. 100

La turbine, qui tourne à la vitesse normale de 3 000 t/min, est composée d'abord de la roue double Curtiss de tête, de 800 mm de diamètre moyen, qui permet de soustraire les ailettages des roues suivantes à l'action des très hautes températures; elle comprend ensuite 6 roues à action de 550 mm de diamètre moyen; après quoi, la fin de la détente a lieu dans un tambour à réaction de 26 étages allant d'un diamètre moyen de 550 mm à un diamètre moyen de 775 mm. Le fractionnement de la chute calorifique et les faibles vitesses périphériques utilisées sont favorables à une excellente tenue des aubages, en particulier ceux de fin de détente, qui sont soumis dans les turbines à condensation au bombardement des particules d'eau condensée. L'emploi des métaux spéciaux inoxydables à haute résistance mécanique permet d'accroître la durée des ailettages. Le soin apporté à leur construction par fraisage diminue les pertes par frottements dans le mobile.

La Maison Cail expose en outre divers ailettages montrant les détails de construction des aubes mobiles et des distributeurs et le soin apporté à leur construction. A noter celle, particulièrement soignée, des ailettages fixes, dont les pertes par frottement, bien qu'inférieures à celles des ailettages de la roue mobile, ne sont souvent pas négligeables.

Enfin, on présente la vue en coupe d'un turbo-alternateur de 800 kW à contre-pression, installé aux usines de Denain des Établissements Cail et dont les caractéristiques sont :

Pression absolue à l'admission	32 kg/cm²
Température de surchauffe	375 à 400°
Contre-pression, absolue, moyenne à l'échappement.	10 à 12 kg/cm²

Cette turbine est constituée par une roue simple à action de 450 mm et 9 roues simples à action de 300 mm. Elle tourne à 3 000 t/min.

appareils divers. — La Société de Condensation et d'Applications mécaniques (S. C. A. M.) expose toute une variété d'appareils se rapportant à la condensation de la vapeur des machines, à l'alimentation des chaudières en eau distillée, aux groupes moto-pompes, aux pompes à vide, aux filtres, aux régulateurs d'alimentation, etc. Son stand est orné de photographies et de dessins montrant l'ensemble de diverses installations. Les fournitures faites pour le paquebot *Normandie* font l'objet d'un panneau avec croquis détaillés et schémas; on voit aussi un diorama lumineux représentant les dispositions réalisées à la Centrale du gaz Lebon à Alger.

On sait l'intérêt que présente la suppression des presse-étoupe sur les condenseurs. Difficilement maintenus étanches à cause de leur petites dimensions, ils amènent généralement une souillure des eaux d'alimentation par l'eau brute de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

refroidissement (à bord, la salinité de cette dernière augmente la gravité de cet inconvénient). Le problème est ici résolu en dudgeonnant les tubes à leurs deux extrémités; pour que néanmoins la dilation puisse se faire, ou bien les tubes ont une légère flèche initiale qui s'amplifie avec la dilatation, ou bien ils sont ondulés avant leur mise en place. D'autre part, les plaques tubulaires du condenseur sont soudées à l'intérieur du corps, ce qui évite les joints très vulnérables entre la cornière de tête de l'enveloppe et la plaque tubulaire et, par conséquent, supprime tout danger de rentrée d'air.

Une économie sensible consiste en la récupération de la vapeur motrice des éjecteurs d'air. Cette vapeur est condensée sur les tubes d'un faisceau tubulaire qui fait partie intégrante de l'appareil et qui est parcouru par l'eau d'extraction du condenseur. Les éjecteurs du système Maurice Leblanc, construits suivant ce principe, permettent non seulement de proportionner la dépense apparente de vapeur vive à la charge de la turbine et de récupérer la totalité des calories contenues dans la vapeur d'échappement, mais aussi, grâce à l'emploi du condenseur auxiliaire double, d'éviter l'entraînement à la bâche des gaz incondensables et leur mélange avec l'eau d'alimentation des chaudières.

Ce n'est pas l'une des caractéristiques les moins importantes des chaudières modernes, d'ailleurs bien mises en lumière par l'Exposition, que la nécessité de veiller à la pureté de l'eau d'alimentation. C'est un peu la rançon des progrès réalisés et de l'augmentation des caractéristiques de la vapeur et du taux de la vaporisation par mètre carré de surface de chauffe, que la multiplication et la complication des appareils auxiliaires et des dispositifs de contrôle. L'obligation de maintenir à un minimum la résistance opposée par les parois au passage des calories, et l'augmentation de la sécurité nécessitée par l'élévation des pressions et des températures, font qu'il faut se prémunir en particulier contre les accidents et les diminutions de rendement pouvant provenir de l'eau.

Dans les installations récentes, où les machines motrices envoient la vapeur d'échappement dans des condenseurs par surface, l'eau condensée traverse les appareils de réchauffage avant de retourner aux chaudières où elle est vaporisée de nouveau, décrivant ainsi un cycle fermé. Il y a lieu alors de compenser les pertes dues aux fuites et aux purges par un apport d'eau douce totalement débarrassée des sels de toute nature. Si cette eau n'était pas convenablement épurée, il se formerait bientôt sur les tôles des chaudières, sous l'influence de la température et de la concentration, des dépôts solides qui diminueraient le rendement et pourraient même occasionner des coups de feu. Il convient donc de n'employer, pour l'appoint, que de l'eau distillée. A cet effet, on peut prévoir des bouilleurs évaporateurs chauffés par de la vapeur provenant d'un soutirage effectué dans la partie à basse pression de la turbine et dont les calories se trouvent ainsi utilisées au mieux. La vapeur produite par évaporation est absorbée par le circuit d'alimentation, généralement par les réchauffeurs. Le réchauffeur désaérateur exposé dans le stand de la S. C. A. M. se prête à ce rôle de condenseur auxiliaire et permet à la fois le réchauffage et la désaération de l'eau d'alimentation.

Le dégazage de l'eau d'alimentation s'impose pour éviter la corrosion des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

éléments de générateurs par l'oxygène dissous dans l'eau. Le dégazeur réchauffeur, dont l'apparition ne date que de quelques années, doit permettre de ramener la teneur restante en oxygène de l'eau provenant des appareils de condensation à moins de 0,1 cm^3/l.

En ce qui concerne les installations à bord des navires, où les possibilités de loger un matériel assez volumineux et pesant sont très restreintes, on résout le problème de l'alimentation en eau désaérée en évitant le contact de l'eau en circuit avec l'air atmosphérique. Le retour d'eau du condenseur à l'aspiration de la pompe alimentaire se fait par une conduite étanche dans laquelle est intercalé un régulateur, dit « régulateur de marche en circuit fermé », qui permet, soit l'alimentation normale de la chaudière, soit un stockage d'eau condensée en cas de demande réduite, soit enfin l'introduction d'eau d'appoint dans le condenseur, où elle se trouve désaérée par l'effet du vide. Cette désaération ne laisse subsister que 0,5 cm^3 d'oxygène par litre d'eau.

C'est également en vue de la conservation du rendement calorifique d'échange, mais cette fois au condenseur, qu'il devient courant de « vacciner » les eaux de refroidissement par l'introduction d'acide chlorhydrique en proportion soigneusement déterminée pour éviter l'entartrage des tubes sans attaquer les métaux ferreux des appareils.

La sécurité de la chauffe au mazout nécessite l'épuration du combustible liquide pour éviter l'obstruction des tuyères et assurer sa distribution sous une pression élevée et constante. La première de ces conditions est réalisée par l'adoption de filtres à disques métalliques, décrassables en marche, à la main ou mécaniquement, et présentant une perte de charge minimum et sans variation appréciable avec le temps. Ce filtre, qui convient aussi aux huiles de graissage et d'alimentation des moteurs à combustion interne, est connu sous le nom « d'auto-clean ».

La manutention du mazout et sa distribution aux brûleurs peuvent être assurées avec sécurité par l'emploi des pompes exposées, qui sont du type rotatif et volumétrique. Ces pompes, comportant trois rotors à denture hélicoïdale, ce qui engendre des chambres fermées de volume constant progressant longitudinalement pendant la rotation, sont susceptibles de caractéristiques étendues et d'un rendement élevé. Signalons que ces pompes conviennent pour la réalisation de transmissions hydrauliques dont la S. C. A. M. a déjà effectué quelques installations importantes.

A signaler aussi les réfrigérants à cheminée de la même société, qui permettent la réalisation du circuit fermé de l'eau de refroidissement des condenseurs dans le cas où le débit disponible à proximité de l'installation est insuffisant. Dans les types récents, l'appel d'air transversal et la circulation à contre-courant combinés ne nécessitent qu'une faible hauteur d'alimentation et, par suite, permettent d'utiliser des pompes de circulation économiques.

La même Société expose les appareils de sondage ultra-sonores Langevin-Florisson, dont le principe est basé sur les propriétés des ultra-sons dans l'eau et du quartz piézoélectrique. Le projecteur à quartz piézoélectrique du prof. Lan-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

gevin, monté au contact de l'eau, émet des trains d'oscillations dirigées. Réfléchies par le fond de la mer, elles reviennent frapper le projecteur au bout d'un temps T dit « temps d'écho ». La mesure de T fait connaître la profondeur des obstacles immergés. Un indicateur monté sur la passerelle reproduit constamment et avec précision la forme du fond. L'erreur de ces appareils est inférieure à 1/100. Le sondage se fait rigoureusement suivant la verticale en raison de la directivité de l'émission ultra-sonore dans l'eau. L'aspect du train d'ondes réfléchies, transformé par l'appareil en trait lumineux, donne même des indications sur la nature des fonds rencontrés.

L' « échomètre » est la réunion en un appareil de petit modèle, particulièrement compact, de l'émetteur, du récepteur et de l'analyseur. L' « échoscope » est encore plus petit et comporte un projecteur de 10 cm de diamètre; l'ensemble peut être transporté facilement et monté sur toutes les embarcations.

La détection par échos et la signalisation sous-marine se font facilement au moyen d'un projecteur orientable en azimut. L'opérateur peut ainsi, soit situer par échos, en direction et en distance, un obstacle sous-marin (coque par exemple), soit échanger des messages en code Morse ou modulés téléphoniquement, avec un correspondant également équipé. A l'heure actuelle plus de 2 000 navires, tant en France qu'à l'étranger, en dehors des navires de guerre, sont équipés de ces appareils.

La Maison Henry Hamelle expose un moto-compresseur Pescara, montré en coupe. On connaît le principe des machines à pistons libres, qui comportent un ou plusieurs pistons moteurs, assemblés rigidement avec des pistons de pompes ou de compresseurs constituant l'appareil récepteur. Les organes habituels de transmission des machines alternatives, bielles, arbres, volants, sont supprimés.

Dans le moto-compresseur exposé se trouvent résolues les difficultés inhérentes à la réalisation de ce principe pour des moteurs à explosion ou à combustion interne. La réserve d'énergie nécessaire pour produire la compression de l'air (réserve qui est assurée par l'inertie du volant dans les machines mono-cylindriques ordinaires), est, dans le moto-compresseur à pistons libres, constituée sous forme pneumatique. A cet effet, on adjoint à la machine un piston supplémentaire qui, pendant la détente des gaz, comprime l'air d'un cylindre fermé. Une fois l'échappement et le balayage effectués, cet air comprimé se détend et fournit, avec l'appoint de l'air se trouvant dans l'espace mort du compresseur, l'énergie nécessaire au retour du piston.

L'équilibrage de la machine est assuré par l'association de deux cylindres moteurs, disposés symétriquement par rapport à un plan médian. Dans ces conditions, les seules forces en jeu dans l'ensemble de la machine sont des forces intérieures. La seule précaution indispensable est la synchronisation des mouvements des deux pistons. On y arrive en les couplant par un système de balanciers qui ne transmettent d'ailleurs aucun effort. La régulation consiste à régler la quantité de combustible injectée en fonction de la pression du réservoir

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'air, de sorte que la production d'air comprimé s'ajuste d'elle-même à la demande.

Les principaux avantages de ces machines résultent de leur principe même. L'absence de volant, de vilebrequin, etc., allège l'appareil et réduit les pertes par frottement. L'absence de serrages, de poussées obliques sur les pistons, contribue à diminuer l'usure. L'encombrement est réduit au minimum. Le parfait équilibrage des forces d'inertie procure une appréciable réduction des frais d'installation. Il permet de monter ces moto-compresseurs sur des chariots légers. Le débit de ces appareils peut varier instantanément par variation de la course du piston et peut prendre automatiquement de façon continue toutes les valeurs entre zéro et un maximum. La consommation est réduite grâce à l'utilisation d'un cycle Diesel à un taux élevé de compression. La course n'étant pas imposée pour les liaisons mécaniques, on peut augmenter au démarrage la compression du moteur de façon à assurer l'allumage, même par les temps très froids.

Évaporation et condensation pour usages divers. — Les appareils LEMALE s'appliquent d'une manière générale à toutes les industries qui utilisent le vide dans leurs fabrications et qui ont à effectuer des opérations diverses de fabrication, condensation, évaporation, séchage, en particulier lorsqu'il s'agit de traiter des produits altérables tels que jus de fruits, produits organiques. La spécialisation de ce matériel repose sur la puissance de condensation sous vide de l' « éjecto-air-condenseur » qui, sous un très faible volume, permet de condenser un volume considérable de vapeur et qui réalise un vide voisin du vide théorique. Lorsque l'éjecto-air-condenseur est surmonté d'un éjecteur à vapeur, on réduit la pression dans l'évaporateur au point d'abaisser la température d'évaporation à 10° par exemple, ou moins si c'est nécessaire, et de produire du froid par évaporation partielle de l'eau à refroidir.

Cet appareil avait été primitivement conçu pour résoudre le problème du vide et de la condensation de la turbine à gaz, que M. Lemale avait longuement étudiée. Son dispositif devait pouvoir extraire de grands volumes de gaz en utilisant l'énergie cinétique du jet liquide pour les entraîner. L'éjecto-air-condenseur est un appareil cinétique du type centrifuge à éjection circulaire totale mobile et semblable à une roue de pompe centrifuge; il fournit au fluide moteur l'énergie nécessaire pour produire le vide, condenser et refouler, entre deux plateaux éjecteurs lisses, la vapeur condensée et l'air ou les gaz incondensables. Au contact des jets, les vapeurs sont condensées, et les gaz sont entraînés dans la volute d'évacuation vers l'extérieur. La roue d'impulsion est à distribution totale.

Il existe quatre types d'éjecto-air-condenseur, de puissances d'évaporation de 500, 1 000, 2 000 et 4 000 kg/h. Ces appareils étant destinés généralement à traiter des produits fragiles et souvent parfumés, on les construit de préférence en acier inoxydable et en bronze argenté, afin que le concentré conserve toute la fraîcheur du jus d'origine, sans altération de saveur ni de couleur.

Une autre particularité de ces appareils consiste à mouvoir l'éjecto-air-con-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

denseur par une petite turbine à vapeur dont l'échappement est ensuite dirigé dans le corps de chauffage de l'évaporateur, ce qui supprime toute dépense spéciale d'énergie pour produire le vide et la condensation. Enfin, une pompe d'extraction spéciale tire le concentré sous vide ou l'eau refroidie de l'appareil frigorifique pour diriger le refoulement vers le lieu d'utilisation.

Le stand présente un appareil de condensation du type n° 1, en acier inoxydable et bronze argenté, disposé pour le fonctionnement continu à concentration constante. La puissance évaporatoire de cet appareil varie de 300 à 500 kg/h selon la nature des produits.

Un turbo-éjecto-air-condenseur est présenté ouvert. On voit, d'un côté de la turbine d'impulsion de l'appareil, de l'autre, la roue ailettée de la turbine à vapeur. Cet équipement est donc composé uniquement d'un arbre et d'une turbine montée à chaque extrémité.

L'éjecto-air-condenseur a sa place dans le matériel frigorifique employé pour le refroidissement des liquides en général et dans les installations de conditionnement de l'air. Dans les industries du caoutchouc, la perte de dissolvant entraîné par l'air n'est pas négligeable. L'abaissement de la température réduit la teneur en benzol de l'air et ainsi diminue la perte. D'intéressantes applications du même matériel se trouvent dans de multiples industries, en particulier pour la débenzolage des gaz des usines à gaz et des cokeries et dans la fabrication de la rayonne, pour l'enlèvement du sulfure de carbone en excès dans les barattes.

ASSOCIATIONS FRANÇAISES DE PROPRIÉTAIRES D'APPAREILS A VAPEUR. — Les associations françaises de propriétaires d'appareils à vapeur avaient leur place tout indiquée à cette Exposition, à côté des stands des constructeurs, dans le Groupe de la Production et de l'Utilisation de la Vapeur. Elles présentent des tableaux, diagrammes et documents divers, mettant en évidence les buts et les résultats de leur activité. Ces associations, dont la plus ancienne date de 70 ans, ont mission de jouer auprès de leurs adhérents un rôle de conseil technique, tant en vue de la sécurité des personnes que de la bonne organisation des installations.

Les règlements imposent aux usagers des générateurs et des récipients de vapeur l'obligation de faire procéder à des visites périodiques de ces appareils; les associations se chargent de l'exécution de ces visites. Elles donnent tous avis utiles en vue de la sécurité et de l'économie. Leur action s'étend aux installations de chauffage central et aux appareils à pression de gaz dont on leur confie le contrôle. Elles possèdent des services spéciaux d'étude et de vérification des installations électriques, permettant à leurs adhérents d'être sûrement en règle avec les dispositions nouvelles concernant l'emploi de l'électricité. Enfin, elles sont outillées pour exécuter les analyses et essais de produits ou de matériaux (combustibles, eaux, huiles, métaux, réfractaires). Elles ont établi une série de spécifications techniques pour la fourniture des matériaux et pour la construction des chaudières et autres appareils destinés à fonctionner sous pression.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

III. — HYDRAULIQUE.

Le stand des Ateliers Nayret-Beylier et Picard-Pictet se présente sous la forme d'un petit laboratoire de recherches expérimentales sur les phénomènes hydrauliques. Sans avoir l'envergure du laboratoire que cette maison a installé à Grenoble, où certains modèles sont de dimensions considérables, il met en relief plusieurs aspects de la recherche en laboratoire, ainsi que le côté démonstratif et éducatif de certaines expériences.

Les diverses roues de turbines hydrauliques exposées correspondent aux « roues modèles » telles qu'elles sont essayées au laboratoire de Grenoble. Le rapprochement côte à côte de plusieurs de ces roues, étudiées pour divers nombres de tours spécifiques, fait ressortir les différences des tracés et leur échelonnement progressif depuis la roue Pelton ou les roues Francis destinées à de petites vitesses, jusqu'aux roues Francis rapides et extra-rapides et jusqu'aux roues-hélices. Les différentes turbines à réaction (Francis, hélice), avec la disposition classique du distributeur ou avec la disposition « tourbillon » (brevets Reiffenstein) étant complètement closes, n'ont pas tout le caractère démonstratif désirable pour une exposition; c'est pourquoi l'on présente la spirale d'amenée d'une turbine-tourbillon, dont le réglage original est rendu visible par la construction transparente de la bâche. Le modèle, présenté en fonctionnement, montre l'aspect remarquable du jet annulaire qui caractérise ce type de turbine. On sait les caractères spéciaux qui distinguent la turbine-tourbillon à action, de la turbine Francis de mêmes caractéristiques. L'encombrement est très réduit et la construction particulièrement simple, de sorte que les machines de ce type sont indiquées pour l'équipement des petites installations. L'aisance avec laquelle on peut enlever le capot de protection et accéder à la roue motrice, placée en bout d'arbre, facilite l'entretien. Dans la turbine-tourbillon à réaction, l'absence d'organes mécaniques dans le tourbillon moteur, au voisinage de l'entrée de l'eau dans la roue (zone où les vitesses sont importantes) laisse à l'eau le maximun d'aisance pour réaliser un écoulement parfaitement régulier. La diminution des surfaces frottantes du distributeur ne peut que diminuer les pertes dans cet organe et augmenter le rendement d'ensemble de la turbine. L'adaptation de cette disposition aux turbines-hélices à pales mobiles montre un rendement soutenu aux charges fractionnaires. La régulation des turbines-tourbillons est obtenue simplement par la pale régulatrice.

A titre d'exemple de création de types nouveaux d'ouvrages hydrauliques, un modèle, à l'échelle du 1/50, d'un des évacuateurs de crue du barrage de Bissorte montre l'originalité d'une solution due aux recherches du laboratoire de Grenoble. Ce type nouveau d'ouvrage de trop-plein permet de réaliser dans certains cas une économie importante sur le coût de la construction et assure des conditions d'écoulement sans pulsation, cavitation, ou autres phénomènes pouvant mettre l'ouvrage en danger ou diminuer son débit. En outre, l'entonnement du débit dans un canal ou tunnel à l'aval de l'ouvrage ne nécessite pas d'ouvrage de transition coûteux ou complexe. En effet, cet évacuateur se compose essen-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tiellement d'un déversoir de forme semi-circulaire ou semi-elliptique, dont le radier, se prolongeant en demi-entonnoir ou demi-trompette, est de forme telle que l'ensemble du débit se trouve concentré rapidement à l'aval et peut s'engouffrer immédiatement dans un tunnel ou un canal de section réduite.

Avec les déversoirs circulaires de construction classique on est conduit, pour garder la symétrie de l'écoulement, à disposer, sur la crête, des piles qui réduisent d'autant la section de passage. De plus, quand le débit à évacuer est voisin de celui qui correspond à l'écoulement en charge dans le tunnel, il peut se produire automatiquement des mises en charge et désamorçages rapides provoquant des phénomènes de marteau d'eau. L'évacuateur de crue exposé est exempt de ces inconvénients.

Un répartiteur de débit pour canaux d'irrigation montre comment, grâce à un dispositif spécial, on peut mesurer et partager le débit moyennant une perte de charge minime, et sans que le partage soit influencé par les niveaux réalisés indépendamment dans les branches d'aval. Ce dispositif est constitué par un seuil de déversoir circulaire se prolongeant vers l'aval par un seuil conique sur lequel se déplace un volet mobile tournant autour de l'axe du cône. Les tranches découpées par le volet ont des débits proportionnels aux angles, ce qui permet d'opérer une division facile et exacte du débit passant sur le seuil. Le seuil conique est étudié pour dépasser la vitesse critique, grâce à quoi les formes des ouvrages d'aval et les niveaux d'aval sont sans influence sur la répartition et le débit du seuil.

Un canal vitré de recherches et de démonstrations permet de montrer en fonctionnement tour à tour : un modèle d'irrigation, un clapet automatique à niveau amont constant, des phénomènes de déversement, de ressaut, etc.

Dépassant le cadre de la similitude proprement dite, de nombreuses études sont poursuivies simultanément au moyen d'analogies pour lesquelles les formules de transposition sont connues. Le champ hydrodynamique du fluide parfait en écoulement plan est analogue au champ d'un liquide visqueux coulant en lame mince sur une plaque horizontale (Stokes) et également aux champs électriques ou magnétiques. Les appareils exposés mettent en évidence le processus expérimental utilisé pour une présentation visuelle des trajectoires dans l'analogie de Stokes et pour une détermination par points des lignes de courant dans l'analogie électrique.

Une cuve vitrée pleine de sable permet également d'étudier les infiltrations au moyen de couleurs. Cet appareil montre la répartition des débits d'infiltration, des formations de renards, etc.

Les Établissements Pompes Guinard exposent trois espèces principales d'appareils de leur fabrication, savoir : les pompes à vis Houttin et Quimby, les pompes rotatives à pistons système Guinard et les pompes verticales de puits système Olo.

Les pompes à vis système Houttin et Quimby sont spécialement destinées à la manutention des essences et autres produits pétroliers et pour le déchargement des chalands transporteurs de ces produits. Ces machines sont constituées par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

deux vis à filets d'un profil spécial et à pas contraires, engendrant un volume par leur rotation et créant le vide dans la chambre d'aspiration. Le liquide est aspiré et refoulé d'une manière continue. L'écoulement ne comporte aucune pulsation et, par suite de la disposition symétrique du système des vis, ce système ne subit aucune poussée axiale.

Les pompes rotatives à pistons système Guinard à débit variable conviennent particulièrement pour les liquides visqueux, en raison de la possibilité qu'elles offrent de faire varier indépendamment le débit de la pompe et de l'adapter à la viscosité des produits à pomper, très variable avec leur température. Ces pompes comportent un ou plusieurs équipages composés de 4 pistons deux à deux opposés et à distance invariable. Le tambour portant les pistons tourne autour d'un axe concentrique au corps de la pompe et le mouvement des pistons dans le plan de leurs axes perpendiculaires à l'axe de rotation est obtenu par un croisillon tournant autour d'un axe excentré. La variation du débit se fait aisément, même en marche, en modifiant au moyen d'une vis extérieure à l'appareil, l'excentrement du croisillon et par suite la course des pistons. Le débit de la pompe peut ainsi varier depuis le maximum jusqu'à zéro, pour une vitesse constante de rotation.

Les pompes verticales de puits système Olo procèdent d'une technique mettant à profit les lois de la dynamique des corps tournants et les propriétés élastiques des tiges. L'arbre d'une pompe de forage est de très petite section par rapport à sa longueur et est approximativement assimilable à une tige sur laquelle sont calées les roues constituant les différents étages de la pompe. Cet ensemble constitue un gyrostat tendant à tourner autour de son axe naturel de rotation. Si, comme cela est inévitable, cet axe naturel ne coïncide pas rigoureusement avec l'axe réel de rotation imposé par les paliers, il se produit des vibrations de la tige. La coïncidence des deux axes tend à s'établir et, par suite, les vibrations deviennent peu sensibles aux grandes vitesses de rotation, grâce à une déformation élastique de l'arbre; mais, avant que ce résultat soit obtenu, il faut passer par une vitesse critique. L'espacement des roues et les assujettissements de la tige doivent être combinés de manière que la vitesse critique soit largement dépassée quand la vitesse de régime est atteinte.

Les roues de ces pompes sont à aubes coniques ou hélicoïdales ; elles tournent sans frottement, avec un jeu sensible, à l'intérieur de boîtes jonctionnant les éléments. L'une de ces boîtes est garnie d'ailettes fixes constituant le diffuseur. Le trajet du fluide se fait sur deux cônes et comporte donc des changements de direction moins importants que dans des roues purement centrifuges.

Les Établissements Pompes Mouvex présentent leur pompe à excentrique. On connaît le principe de fonctionnement de ce système de pompe [1] qui emploie comme organe rotatif engendrant des capacités variables, un excentrique

(1) On trouvera une description de ces pompes dans l'ouvrage de M. Bergeron, *Les machines hydrauliques*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

roulant à l'intérieur d'un corps cylindrique. Ce corps se trouve divisé par l'excentrique en deux capacités dont l'une est extérieure à l'excentrique et l'autre intérieure. Grâce à une cloison rayonnante le volume occupé par l'eau (volume délimité par le corps de pompe, par l'excentrique jusqu'à son point de tangence et par la cloison rayonnante) passe en grandissant devant l'orifice d'aspiration puis diminue pendant qu'il est en communication avec l'orifice de refoulement. Le débit est très voisin du débit constant théorique. L'organe d'entraînement du tambour comporte des ressorts, disposés de manière à parer à tout risque de coincement d'un corps étranger entre le corps de pompe et l'excentrique; ce dernier « avale » l'obstacle en se déplaçant radialement et reprend ensuite automatiquement sa position.

Le matériel de pompes centrifuges exposé par la Société Rateau comprend notamment le mobile d'une pompe de 1 800 ch destinée à l'usine d'Ivry de la Ville de Paris. Cet organe appartient à l'un des deux groupes élévatoires en cours d'édification dans cette usine pour l'alimentation en eau potable du réservoir de Montsouris et directement des réseaux Ivry-Charenton-Ménilmontant et Ivry-Montsouris.

Les groupes possèdent chacun une double tubulure d'aspiration verticale. Leurs dimensions importantes ont conduit à les construire avec un joint horizontal pour faciliter leur démontage en cas de visite. Les paliers sont munis d'un graissage sous pression. Chaque groupe est mû par un moteur Diesel d'environ 1 800 ch, construit par la Société générale de Constructions mécaniques, et par l'intermédiaire d'un multiplicateur de vitesse 240/1 045 t/min. Les caractéristiques de fonctionnement de la pompe sont :

Débit	4 200 m³/h
Vitesse	1 045 t/min
Puissance absorbée sur l'arbre de la pompe. . . .	1 790 ch.

Malgré la vitesse relativement lente du moteur d'entraînement, à la vitesse de 1 045 t/min, la vitesse périphérique de la roue s'élève à 46 m/sec. Les canaux de la roue sont suffisamment grands pour avoir été polis sur toute leur longueur, ce qui y diminue les pertes par frottement; il en est de même du diffuseur et de l'intérieur de la volute. L'arbre est chemisé au droit des garnitures.

La Société Rateau expose aussi une pompe centrifuge multicellulaire comprimant l'eau à 150 kg/cm², qui comporte un mobile de 10 roues montées en série, et étudiée pour assurer l'alimentation de chaudières à haute pression; son débit est de 18 m³/h à 150 kg/cm², à 8 000 t/min, vitesse qui permet l'entraînement direct par turbine à vapeur (ou éventuellement par moteur électrique tournant à 3 000 t/min et multiplicateur de vitesse). Cette pompe a son corps en acier forgé formant enveloppe cylindrique des éléments. Les roues, également en acier, ont été taillées dans la masse et l'assemblage des cellules internes est obtenu par joints métalliques. Les paliers graissés sous pression sont alimentés par la pompe à huile de la turbine. La température de l'eau prévue étant de 150°, les boîtes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à garnitures ont été refroidies par une circulation externe. Le même dispositif pourrait être adopté sans inconvénient pour des températures plus élevées.

Les autres dispositions relèvent de la construction normale des pompes multicellulaires et comportent les organes habituels : piston d'équilibrage automatique de la poussée axiale : diffuseur à ailettes à la sortie de chaque roue ; canal de retour en U entre deux éléments, etc. L'allure continuellement descendante de la courbe caractéristique convient particulièrement bien pour le service d'alimentation auquel la pompe est destinée. Par la souplesse de son fonctionnement et par la petitesse de ses dimensions, elle répond aux besoins modernes de la plupart des services de refoulement d'eau.

IV. — VENTILATEURS ET COMPRESSEURS D'AIR.

VENTILATEURS. — Les pompes à eau multicellulaires ne sont pas les seuls appareils à force centrifuge exposés sur le stand de la SOCIÉTÉ RATEAU. Passant de l'hydraulique à la pneumatique, on y trouve deux ventilateurs hélicoïdaux, des types VHR-100 et VHR-55.

Le ventilateur VHR-100 comporte une roue avec aubages en alpax à profils d'ailes d'avion et redresseur avec profil également aérodynamique permettant l'obtention de très hauts rendements. Des essais très précis ont montré que cet appareil réalise un rendement de l'ordre de 85 p. 100. Cet appareil est d'une application spécialement intéressante pour les mines, où il peut remplacer les ventilateurs d'aérage principal, car sa construction permet d'obtenir des vitesses périphériques totales élevées.

Le ventilateur VHR-55 est aussi exécuté avec des pales en alpax ayant un profil d'ailes d'avion et permettant d'obtenir un rendement de l'ordre de 80 p. 100. Il est exécuté avec un moyeu en deux pièces qui permet d'obtenir un calage variable des pales, d'où une variation de caractéristiques. De même, l'enlèvement d'un certain nombre de pales réalise des conditions de fonctionnement différentes. Ce type de ventilateur est d'usage courant pour la ventilation des radiateurs d'automotrices et de camions et également pour les aéroréfrigérants.

COMPRESSEURS D'AIR. — Enfin, la SOCIÉTÉ RATEAU présente une machine ressortissant, comme les ventilateurs, au domaine de la pneumatique, mais d'un genre tout différent quant au fonctionnement. C'est un compresseur d'air à mouvement alternatif, qui comporte deux étages de compression. Ses cylindres sont verticaux et ses pistons, à double effet, agissent sur deux manivelles. Il est établi pour un débit aspiré de 10 m^3/min, sous une pression effective de 7 kg/cm^2. Sa vitesse de rotation est relativement importante pour un appareil alternatif : elle peut atteindre 725 t/min, ce qui permet l'emploi, soit d'un moteur triphasé à 50 p/sec accouplé directement, soit d'un moteur Diesel.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

V. — APPLICATIONS INDUSTRIELLES DES COMBUSTIBLES LIQUIDES

Le Syndicat d'Applications industrielles des Combustibles liquides groupe sur son stand diverses marques de brûleurs d'hydrocarbures et de moteurs Diesel, ainsi qu'une assez grande variété d'appareils utilisant des combustibles liquides tels que : dispositifs d'injection pour moteurs Diesel, appareils centrifuges, séparateurs, régulateurs automatiques. Le Syndicat présente en outre des diagrammes et des tableaux statistiques, illustrant ses efforts pour développer en France l'utilisation des divers produits pétroliers et montrant la position actuelle des combustibles liquides au point de vue technique, industriel et domestique.

Le temps n'est plus où les hydrocarbures lourds n'étaient que des résidus encombrants. Toutefois, leur utilisation au chauffage des chaudières terrestres, puis des locomotives et des navires, ne s'est répandue que progressivement. C'est en 1912 que l'Amirauté britannique décida de substituer définitivement le chauffage au mazout à la chauffe au charbon sur toutes les unités de sa flotte. Depuis lors, le développement prodigieux du moteur à explosion par l'automobile et par l'avion a valorisé rapidement les essences légères, mais l'utilisation des fuel oils est restée en arrière. Le développement du moteur Diesel a été lent; il a fallu longtemps pour l'amener à sa perfection actuelle et pour mettre en lumière les avantages de son application à la production de la puissance motrice.

Le ravitaillement en combustible liquide est aujourd'hui possible à peu près partout, pourvu que l'on puisse compter sur une organisation normale du marché mondial. La distillation du pétrole brut fournit une gamme de produits depuis les hydrocarbures très légers jusqu'à des produits de densité voisine de l'unité. On a ainsi la série des essences légères, white-spirits, pétroles lampants, gas oils, lubrifiants, fuel oils, enfin road oils, produits utilisés sur les routes.

Les emplois des combustibles liquides sont principalement de deux sortes : brûleurs pour chauffage de toute espèce et moteurs, ces derniers transformant l'énergie potentielle chimique en travail.

Brûleurs. — Les premiers brûleurs étaient de capacité moyenne; ceux à petite consommation ne sont venus qu'ensuite, de même que ceux à grande consommation qui servent au chauffage des chaudières fixes ou marines.

La Compagnie française des Métaux expose un brûleur « Thermophore automatique » utilisant la pulvérisation mécanique. Il forme un bloc composé d'un moteur électrique, d'un ventilateur et d'une pompe montée sur une même ligne d'arbres. Le tout repose sur un socle en fonte formant deux coffrets, l'un recevant la boîte de contrôle, l'autre le transformateur d'allumage et un interrupteur électrique. Les organes assurant la constance de pression, l'injection de combustible, la fermeture automatique du bec, bref tous les organes régulateurs, sont réunis dans la « culasse », placée à l'arrière de la buse du ventilateur. Trois

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

filtres assurent l'épuration du combustible. Les principales particularités du Thermophore automatique sont les suivantes :

Un préallumage est prévu, l'arc électrique se produisant aux électrodes toujours 5 à 6 sec avant le départ du moteur électrique; la sécurité d'allumage s'en trouve ainsi augmentée;

Une temporisation de plusieurs minutes existe obligatoirement entre deux allumages successifs, ce qui permet à la chaudière d'évacuer complètement les gaz qui pourraient se trouver dans le foyer;

Une remise en service, qui se produit avant verrouillage, permet d'éviter un appel s'il n'y a pas véritable dérangement de l'appareil;

Le filtre principal est à nettoyage commandé par la simple manœuvre d'une manette.

La Société Miex présente un brûleur à pulvérisation mécanique, prévu pour la marche au fuel oil lourd réchauffé, avec changement automatique du débit de combustible pour deux allures. Le système comprend un ensemble monobloc en fonte supportant les organes, groupe ventilateur et pompe. Un robinet à deux voies distribue le combustible sur l'un ou l'autre des atomiseurs juxtaposés dans la buse. Le passage d'un débit à un autre est asservi par la température ou la pression de la chaudière.

Les Établissements Dieny et Lucas exposent un brûleur automatique, à allumage électrique, utilisant le fuel oil léger sans réchauffage. Ce brûleur est caractérisé par un système de pulvérisation à atomisation basse pression au moyen d'un mélange préalable d'un peu d'air avec le mazout. Les orifices d'éjection du mazout ont un diamètre de plusieurs millimètres afin d'éviter l'encrassement. La quantité de mazout brûlée est réglée par une pompe volumétrique assurant un débit de mazout constant, quelles que soient les caractéristiques du combustible et en particulier sa viscosité.

L'allumage électrique est assuré au moyen d'électrodes placées en retrait du cône de mazout. Seule l'étincelle soufflée par l'air du ventilateur est en contact avec le mazout à enflammer, ce qui rend les électrodes pratiquement inencrassables. Les organes sont disposés sur un seul arbre, afin d'éviter toute transmission par engrenage ou par courroie.

Ce brûleur est construit en plusieurs modèles, depuis 12 000 jusqu'à 500 000 cal/h.

Les Établissements Dieny et Lucas exposent aussi un brûleur à coupole rotative, licence Johnson, établi pour brûler le fuel oil n° 1 ou n° 2 réchauffé. Il peut être équipé, soit en réglage et allumage entièrement manuels, soit en réglage semi-automatique avec allumage à la main, soit à réglage et allumages entièrement automatiques. Il peut comporter, en outre, un réchauffeur électrique placé directement sur le brûleur. Il est construit en plusieurs types s'échelonnant depuis 200 000 jusqu'à 2 000 000 cal/h. Il permet par conséquent de répondre aux problèmes d'équipement les plus variés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le brûleur à mazout exposé par la Société S. O. D. E. C. A. est un appareil du modèle P. 33, complètement automatique, à fonctionnement par tout ou rien et à allumage électrique assuré par une étincelle permanente. Cet appareil peut brûler, par une simple modification de réglage, du fuel oil domestique ou du fuel oil sans réchauffage, et permet d'équiper toutes les chaudières d'une puissance comprise entre 200 000 et 525 000 cal/h.

Le brûleur S. I. A. M. 1936 se compose d'un bâti en fonte servant de carcasse au ventilateur et portant : les différents organes du brûleur, le groupe d'alimentation, le brûleur proprement dit et le dispositif servo-régulateur. Le groupe d'alimentation est composé d'un moteur asynchrone silencieux portant en bout d'arbre la roue du ventilateur qui fournit, sous une faible pression, l'air comburant. Le moteur entraîne, par l'intermédiaire d'une courroie, le dispositif d'alimentation et de pulvérisation composé d'une pompe robuste, d'un filtre à grande surface, facilement démontable, et d'un clapet de décharge réglable.

La Société d'Exploitation des Générateurs Niclausse expose des photographies de son brûleur à mazout « Prométhée » et de quelques-unes de ses applications à la chauffe aux combustibles liquides sur des chaudières type « Éclair ». Ce brûleur réalise la pulvérisation du combustible liquide : *a*) soit par injection de vapeur, avec démarrage initial à l'air sous pression ; *b*) soit par injection d'air sous pression ; *c*) soit par pulvérisation mécanique (applications à la marine).

L'appareil possède un dispositif de régulation automatique et progressive de la chauffe, combiné avec les manettes de réglage à la main, mais automatiquement commandé par les variations de température ou de pression de la chaudière. Cet organe coordonne, suivant les besoins, les débits proportionnels de combustible et d'air.

La coupure intégrale de l'alimentation du foyer en combustible ne doit intervenir que si l'eau manque dans la chaudière. Elle est alors automatiquement assurée par un organe spécial, contrôleur de niveau, qui agit par un contact à mercure et une vanne électromagnétique. Le transformateur d'allumage, placé à la partie supérieure du bâti, est protégé mécaniquement et électriquement.

La pulvérisation est assurée par un éjecteur centrifuge statique comprenant une pièce dite « chicane » qui porte des canaux tangentiels et est recouverte d'une pièce appelée « pastille », percée d'un orifice calibré. La combinaison de différentes pastilles et chicanes permet d'obtenir tous les débits et toutes les formes de flamme nécessaires à l'équipement des foyers les plus divers. Le gicleur est fixé à l'extrémité d'un tube porte-gicleur, qui sert également à l'amenée du combustible. Ce tube porte, en outre, un filtre à tamis fin et une soupape qui s'ouvre sous l'action de la pression de la pompe et se ferme dès l'arrêt du brûleur, afin d'empêcher tout écoulement intempestif du combustible.

Ce brûleur comporte un dispositif servo-régulateur qui assure l'allumage électrique puis, par l'intermédiaire d'un « pipostat » enregistrant le contact chaud, actionne une sonnerie avertisseuse si la flamme n'est pas apparue au bout d'un certain temps. Il peut, en outre, être équipé avec des appareils de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

régulation et de sécurité brevetés et fabriqués par S. I. A. M. dans les cas d'utilisation pour chaudières à eau chaude et pour chaudières à vapeur.

Le brûleur C. A. T. exposé est un appareil automatique à pulvérisation mécanique du type tout ou rien. Il permet de brûler indifféremment le fuel oil domestique, le fuel léger, le fuel oil lourd n° 1, par la simple adjonction des organes propres à la combustion de chacun de ces combustibles, sans changer l'appareil.

La Société S. I. C. M. A. expose un exemplaire de chacun des types de brûleurs qu'elle construit, à savoir :

Pour chauffage cental, brûleur automatique, à pulvérisation mécanique, allumage électrique, réglage par tout ou rien pour fuel oil léger à froid, puissance 200 000 cal/h. La disposition des organes de pulvérisation permet de pousser la pression jusqu'à 40 kg/cm². Ce brûleur est, en outre, caractérisé par des dispositifs destinés à réduire les résistances sur le parcours de l'air comburant en vue d'améliorer son mélange avec le mazout pulvérisé;

Pour chauffage central important et chauffage industriel, brûleur à pulvérisation par air, à basse pression et réglage progressif, qui permet de réaliser tous les débits intermédiaires entre 8 et 50 l/h. Il est plus spécialement destiné aux installations de chauffage importantes comportant des chaudières multiples ou aux chaudières industrielles de petite ou moyenne puissance;

Pour chauffage industriel, brûleur à pulvérisation par air et réglage progressif d'air et d'huile, qui permet d'assurer des débits de 10 à 80 l/h. Il est plus spécialement destiné à utiliser les fuel oils légers et lourds sur les chaudières industrielles;

Pour chauffage des fourneaux de cuisine, brûleur à pulvérisation par air à moyenne pression (200 g/cm²) spécialement établi pour les petits foyers, dans lesquels il permet de brûler le fuel oil léger ou le fuel oil lourd réchauffé.

Moteurs Diesel. — Le moteur à combustion interne, genre Diesel, a reçu de nombreux et remarquables perfectionnements; en particulier son poids et son encombrement ont été diminués par l'augmentation de la vitesse. L'injection automatique du combustible et la suralimentation ont contribué au progrès. Les premiers moteurs étaient à 4 temps, suivant un cycle analogue à celui de Beau de Rochas, qui, après avoir fait le succès des moteurs à essence, s'est adapté comme de lui-même aux moteurs Diesel. On en est venu maintenant pour ceux-ci à un cycle à deux temps qui conserve, en ce qui touche l'évolution thermodynamique, la succession des 4 opérations du cycle à 4 temps, mais qui les rassemble sur un tour de manivelle au lieu de deux, ce qui a permis d'alléger le moteur. Afin de pousser cet allégement au maximum, on fait travailler les pistons par leurs deux faces : c'est le système du deux temps double effet. Ces modifications ont permis de passer de 125 ch à 2 000 ch par cylindre. On construit actuellement des deux temps, double effet, de 2 000 ch par cylindre.

A terre, le moteur Diesel a de multiples emplois, soit comme source directe d'énergie mécanique dans l'artisanat, soit comme moteur de centrale; son ren-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dement variant peu avec la charge, il convient aux deux genres d'emploi. Dans les centrales, il constitue un excellent élément d'appoint par suite de la rapidité de sa mise en route. Dans la marine, son progrès a été remarquablement rapide. Les graphiques exposés montrent nettement son développement dans ce domaine. En 1924, le Diesel représentait 36 p. 100 du tonnage en construction; depuis 1933, la proportion a été de 55, 58 et 60 p. 100. Le moteur de traction est en plein développement et le Diesel d'aviation n'est encore qu'à ses débuts.

La Société générale de Constructions mécaniques expose un moteur type P.4 suralimenté. C'est un 6 cylindres à injection mécanique, chaque cylindre comportant une culasse indépendante à 4 soupapes, celles d'admission étant plus grandes que celles d'échappement. Au centre de la culasse, entre les 4 soupapes, est disposée la chambre de précombustion dans laquelle se fait l'injection par un injecteur à trou conique.

Le moteur entraîne par engrenages les appareils auxiliaires nécessaires à son fonctionnement : pompe à eau et pompe à huile double, prévues très largement; pompe à combustible du type spécial de la Société; régulateur de précision. Sauf la pompe à huile, placée très bas à l'avant du moteur, tous ces appareils sont commandés à partir d'un pignon solidaire du tourteau d'accouplement, c'est-à-dire là où le mouvement de l'arbre comporte le moins d'oscillations. D'ailleurs, le vilebrequin est très rigide et la gamme de vitesses du moteur est couverte sans vibration sensible.

La suralimentation se fait par une turbo-soufflante Rateau de faible encombrement, à axe horizontal, placée à hauteur des culasses, au-dessus du volant, c'est-à-dire sans perte de place. L'échappement se fait par deux collecteurs recevant chacun les sorties de trois cylindres et alimentant deux secteurs distincts de la machine. Celle-ci entraîne la soufflante qui refoule l'air sous pression dans le collecteur d'admission.

L'ensemble est disposé de manière que turbine et soufflante se trouvent en face de leurs collecteurs respectifs. Le moteur, qui développe sans suralimentation, 210 ch à 1 100 t/min, fournit avec suralimentation 270 ch, et, en pointe, 300 ch à 1 200 t/min.

Le moteur exposé par Corpet, Louvet et Cie a été construit pour prendre part au concours de moteurs d'automotrices organisé en 1936 par le Laboratoire de l'Automobile-Club de France. Il y a obtenu 9 points sur 10. Ses caractéristiques principales sont :

Puissance nominale	400 ch
Puissance maximum	440 ch
Nombre de tours par minute	1 250
Nombre de cylindres	12
Alésage	165 mm
Course	200 mm
Consommation à la puissance nominale	185 g/ch.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les 12 cylindres sont disposés en V en deux groupes de 6 cylindres monoblocs légèrement décalés l'un par rapport à l'autre suivant l'axe du moteur. Les culasses, en alliage léger, sont munies de sièges de soupapes en acier et d'une chambre de précombustion en acier. Le bâti, en alliage léger, est en deux parties : la partie supérieure supporte le vilebrequin sur 6 paliers dont les chapeaux sont maintenus par des boulons qui traversent le bâti jusqu'à sa partie supérieure ; la partie inférieure constitue le réservoir d'huile.

Le vilebrequin, en acier au chrome-nickel-molybdène, est muni de contrepoids. Les bielles sont en acier au chrome-nickel. Les pistons, en alliage léger, sont du type flottant. Ils portent 3 segments d'étanchéité et 3 segments racleurs. Les soupapes, en acier spécial, sont commandées par l'arbre à cames au moyen de poussoirs et de culbuteurs. L'arbre à cames, en deux parties, est en acier de cémentation à 2 p. 100 de nickel et les cames sont venues de forge avec l'arbre.

Le régulateur, du type centrifuge, est commandé par électrovalves et permet d'obtenir 3 régimes différents : 800, 1 050 et 1 250 t/min. Le régulateur est étudié pour que, si la pression d'huile de graissage devient inférieure à 800 g/cm², le moteur s'arrête automatiquement. L'injection mécanique est assurée par deux pompes Bosch. Le combustible est envoyé dans les pompes d'injection par des pompes d'alimentation commandées par des cames disposées sur l'arbre de commande des pompes d'injection. Les collecteurs d'échappement sont en tôle soudée et munis d'une enveloppe de circulation d'eau. Les collecteurs d'admission sont en alliage léger et aspirent l'air dans deux filtres rectangulaires.

La Société des Moteurs Baudoin expose un moteur Diesel industriel à deux cylindres, de 16/20 ch, du type D A 2 I. Ce modèle de moteur a servi à équiper de nombreux engins de travaux publics, rouleaux de cylindrage, grues, groupes moto-compresseurs, tracteurs, etc. Le même type de moteur est utilisé pour des applications maritimes sur de petits bateaux de service. Indépendamment du moteur exposé, la Société construit une gamme de moteurs s'échelonnant entre 10 et 90 ch, en associant un nombre plus ou moins grand de cylindres d'un même modèle. Ce sont des moteurs de ce système qui équipent les vedettes de service et les canots de sauvetage du paquebot *Normandie*.

Les Établissements Duvant, de Valenciennes, exposent un modèle de moteur vertical à 4 cylindres tournant à 750 t/min et développant une puissance de 60-70 ch pouvant atteindre 75 ch au frein. Ce moteur à 4 temps est à injection mécanique et propre à l'emploi du fuel oil domestique. Sa consommation ne dépasse pas 190 g/ch.h. Il convient notamment pour l'accouplement direct à un alternateur 50 p/sec. et peut, entre autres applications, être équipé en moteur marin.

Appareils auxiliaires. — En dehors des constructeurs de brûleurs et de moteurs Diesel, le Syndicat d'Applications industrielles des Combustibles liquides a fait appel, pour l'organisation de son stand, à divers constructeurs d'appareils auxiliaires.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La Précision mécanique expose trois sortes d'appareils, savoir : des pompes à combustible, des injecteurs et des filtres.

Les pompes à combustible et les injecteurs réclament une fabrication de haute précision, au moyen de matériaux sélectionnés.

La pompe « auto-avance » permet d'obtenir, à l'aide d'une variation automatique de l'avance à l'injection aux divers régimes : *a*) l'absence de fumée, même au moment des reprises; *b*) un fort ralenti, stable et non bruyant; *c*) une bonne tenue du moteur en surcharge; *d*) des reprises assurées. Chaque pompe peut comporter un régulateur centrifuge réglant la vitesse du moteur (ou un régulateur à dépression d'air, s'il s'agit d'un moteur à grande vitesse) et un dispositif de variation d'avance. La forme des pistons, faisant fonctionner le moteur suivant une courbe rapprochée de la courbe théorique, suffit d'ailleurs, dans beaucoup de cas, pour que l'on puisse, sans grand inconvénient, éviter l'installation du dispositif de variation d'avance, qui est alors remplacé par un plateau d'accouplement.

Les injecteurs sont du type à pointeau ou du type à buse ouverte.

Les filtres sont constitués par un manchon filtrant monté sur une carcasse tubulaire dont une extrémité est fermée et l'autre maintenue étanche contre le couvercle supérieur. La qualité de la filtration est assurée par la traversée lente de l'huile de l'extérieur vers l'intérieur du manchon.

Les Établissements Simoneton exposent des filtres et des séparateurs centrifuges. Ces derniers sont des machines industrielles à grand rendement. La centrifugation est avantageuse par la rapidité, la simplicité et l'économie d'installation et d'entretien, et il suffit d'une différence de densité infime entre deux constituants pour que la force centrifuge les sépare instantanément.

Les séparateurs centrifuges Simoneton offrent au dépôt des sédiments des capacités largement calculées afin de diminuer la fréquence des arrêts pour nettoyage. L'obstruction du bol est retardée par le dépôt des plus grosses impuretés dans le distributeur. Un trop-plein fonctionne en cas d'obstruction du bol et évite d'inonder l'appareil avec le liquide traité. Enfin, ces séparateurs sont exempts de rentrées d'air et peuvent fonctionner même en milieu acide. Lorsque la filtration doit être très fine, on a quelquefois intérêt à filtrer sur amiante : on sépare ainsi des bactéries et ferments invisibles à l'œil nu.

Transport des liquides. — Le transport des liquides joue un rôle important dans toutes les industries et en particulier dans l'industrie du pétrole. Cette branche de la technique est représentée sur le stand des Sociétés René Berg et Premafu. Ces constructeurs se sont attachés à la résolution de tous les problèmes posés par l'industrie pétrolière et, plus généralement, à toutes les questions concernant l'économie, le contrôle et la sécurité des mouvements des fluides.

Un dessin, donnant à grande échelle le schéma d'une raffinerie de pétrole, permet de juger de l'importance et du nombre des appareils nécessités par l'équipement d'une semblable usine. Le matériel exposé peut d'ailleurs trouver

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une utilisation rationnelle dans d'autres industries, car il comprend une gamme étendue d'appareils divers, tels que : robinets spéciaux et raccords en acier forgé, purgeurs, évaporateurs, appareils de régulation et de contrôle (température, pression, débit, niveau, etc.) garnitures spéciales pour presse-étoupe. Divers appareils d'enfûtage et des machines de lavage pour fûts et bidons sont également exposés.

VI. — INDUSTRIES DIVERSES.

STÉRILISATION DE L'EAU. — La stérilisation des eaux destinées à la boisson et aux usages alimentaires est de la première nécessité. Elle fait l'objet de services publics souvent très importants.

Les produits et procédés propres à la stérilisation sont nombreux : action de la chaleur; emploi du chlore sous différentes formes, de la chaux, de l'argent, de l'iode; d'appareils électriques, des rayons ultra-violets ou de l'ozone. C'est cette dernière méthode que présente la COMPAGNIE DES EAUX ET DE L'OZONE, procédé Otto. Elle expose, à côté de son type habituel d'ozoneur à double diélectrique, un matériel nouveau constitué par des ozoneurs tubulaires en verre, alimentés par un courant électrique alternatif à 25 000 V, à 15 000 p/sec. Ces appareils, qui permettent d'obtenir de très fortes concentrations d'ozone, sortent à peine du domaine du laboratoire, mais la Compagnie espère que lorsque ce matériel sera définitivement au point, il offrira à l'industrie de l'ozone des débouchés nouveaux et nombreux.

La Compagnie expose une maquette montrant l'installation et le fonctionnement d'une usine de stérilisation par l'ozone; des documents et des dessins représentent deux des réalisations importantes dont elle a été chargée par les villes de Toulon et de Paris.

A Toulon, pour satisfaire aux besoins de la population civile et de l'Arsenal, il a fallu prendre l'eau à plus de 60 km et construire un barrage pour une retenue de 6×10^6 m^3, dans des conditions rendues particulièrement difficiles par la nature du terrain alluvionnaire. Une station de pompage, d'un débit de 800 l/sec. élève l'eau à 100 m à l'origine du barrage. Le rendement global de cette installation est de 76 p. 100, compte tenu des pertes dues à une double transformation, au rendement des pompes et des moteurs et à la perte de charge dans la canalisation.

Quant à la ville de Paris, elle établit actuellement à Saint-Maur la plus puissante usine de stérilisation du monde, capable de traiter par l'ozone 300 000 m^3 d'eau par jour. La marche sera entièrement automatique; un seul homme mettra en marche ou arrêtera l'une des 16 colonnes de l'usine capables de traiter chacune 1 000 m^3/h.

MANUTENTION ET LEVAGE. — La SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE CONSTRUCTION DE BENNES AUTOMATIQUES BENOTO expose des modèles réduits de bennes de différents types tels que : la benne ST, basse et à grande envergure; la benne GI, à griffes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

indépendantes; la benne PO, munie d'articulations souples qui évitent les efforts latéraux aux griffes; d'autres encore, à déclic, à mouflage, à fourches pour la reprise des betteraves, et une benne preneuse dite « hammer grab » pour le forage des puits profonds. Cet appareil effectue des forages de grand diamètre, car les grands diamètres sont favorables à la vitesse d'avancement; en effet, la benne est d'autant moins gênée par les obstacles que le diamètre du forage est plus grand; d'autre part, il est possible de voir au fond d'un forage large ce qui a causé un incident; enfin le coffrage peut être composé d'éléments en métal ou en béton assemblés ou coulés sur place, et dans les seules couches qui ne tiennent pas. Le diamètre du forage peut rester constant.

Les déblais importants sont évacués par un dispositif spécial, ou bras oscillant, qui permet, lors de la remontée de la benne de la vider dans un wagonnet placé sur le côté. Par un système de verrouillage et de blocage automatique on replace ensuite la benne dans l'axe du forage.

La Société C. I. C. A. M., qui ne pouvait, faute de place, exposer des engins puissants, a présenté des types d'appareils de levage répondant à des besoins très divers. Ce sont notamment des chariots élévateurs et des transporteurs par gravité de très grande sensibilité, construits avec des tubes étirés calibrés au centième de millimètre. Cette société expose aussi un skip électrique pour élévation et déversement automatiques de scories, charbons, grains, etc... auquel est adjoint un ascenseur roulant à commande par boutons, appareil de plus en plus apprécié pour le service des magasins, ateliers et entrepôts.

TRANSPORTS. — *Véhicules électriques à accumulateurs.* — Le matériel de transport de toute espèce était représenté dans des parties de l'Exposition internationale autres que le Pavillon des Techniques de la Mécanique française : Section des Chemins de fer, Pavillon de la Navigation commerciale, Pavillon de l'Aéronautique, Salon de l'Automobile, etc. Toutefois, dans le Pavillon de la Mécanique, un stand a été affecté à la collectivité des constructeurs français de matériel de traction électrique à accumulateurs et des principaux fabricants d'accumulateurs électriques. Ce groupement présente un modèle de taxi et un modèle du tracteur des petits trains servant à transporter les visiteurs dans l'Exposition. On sait le vif succès obtenu auprès du public par ces véhicules, remarquablement maniables et complètement silencieux.

Leur circulation journalière pendant 14 heures par jour, à travers les foules les plus compactes, n'a donné lieu à aucun incident ni accident. Ils gravissent allégrement les rampes et virent sur un rayon de 2,50 m avec une remarquable facilité.

C'est à la Société centrale de Chemins de Fer que sont dues l'étude et la réalisation de ce matériel nouveau. Le taxi n'a plus rien de la lourdeur et de la lenteur des voitures électriques d'autrefois, et son rayon d'action atteint 80 km. Ses qualités sont dues à une étude poussée, à l'emploi des alliages légers, à l'utilisation rationnelle des profilés spéciaux, enfin aux progrès accomplis dans la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fabrication des accumulateurs. Ces conditions nouvelles sont de nature à permettre de reprendre la question, naguère délaissée, de la propulsion électrique des automobiles.

L'étude et la réalisation du tracteur des petits trains sont l'œuvre de la Société des Freins Jourdain-Monneret, qui expose un châssis.

Les remorques de ces petits trains, construites par la Société nationale des Chemins de fer français, pouvant atteindre le nombre de 7 ou 8, sont reliées entre elles par une seule barre axiale, qui les oblige à suivre exactement le chemin du tracteur et de tirer sur le même rayon. Ces résultats sont obtenus par l'orientation des 4 roues de chaque remorque, à l'aide d'un dispositif qui assure un seul centre instantané de otation pour l'ensemble du train.

Ce type de train routier peut trouver des applications variées, même dans des lieux très encombrés. A l'intérieur d'une usine ou d'un entrepôt, il permet de réduire l'espace mort réservé aux manutentions.

Le rechargement des batteries, grâce aux appareils Sélino-fer, est d'une simplicité et d'une facilité toutes nouvelles : il n'y a plus de groupes tournants à régler et à surveiller : il suffit de disposer d'un courant de secteur, qui, au sortir du redresseur, est transporté jusqu'au véhicule par un câble souple. Ces appareils coupent automatiquement le circuit en fin de charge; le soir, on peut donc brancher le courant au garage : le lendemain matin les véhicules sont en état de parcourir 60 à 80 km.

Les principaux producteurs d'accumulateurs qui ont équipé les voitures de l'Exposition ont pris part à la présentation de ce stand. Citons la Société Tudor, les Accumulateurs T. E. M., les Accumulateurs S. A. F. T. et la Société des Accumulateurs électriques Dinin.

*
* *

Nous remercions la Société d'Encouragment pour l'Industrie nationale, qui a bien voulu nous donner l'hospitalité de son *Bulletin*, et tout particulièrement le président de son Comité des Arts mécaniques, M. Walckenaer, Inspecteur général des Mines, pour les précieux conseils qu'il nous a prodigués.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LE MATÉRIEL DE CHEMIN DE FER A L'EXPOSITION INTERNATIONALE DES ARTS ET TECHNIQUES DE PARIS, 1937.

par M. A. BAROIS, *chef de la Division de la Traction de la Région du Sud-Ouest de la Société nationale des Chemins de fer français, Secrétaire rapporteur de la Classe Transports terrestres et Chemins de fer de l'Exposition internationale de Paris, 1937.*

L'Exposition internationale de Paris 1937 a réuni dans l'ancienne gare des Invalides, aménagée à cet effet, un important matériel de chemin de fer français et étranger. Cette exposition ayant été celle des « arts et techniques dans la vie moderne », les administrations participantes se sont efforcées de présenter, dans la limite de leurs disponibilités, les véhicules caractérisant le mieux les efforts effectués par elles dans la voie du progrès. Il nous a paru intéressant de passer en revue les plus intéressants, de faire ainsi le point de la situation et d'essayer de dégager les tendances actuelles en fait de construction de matériel ferroviaire.

Nous examinerons successivement les locomotives, les automotrices, les voitures et les matériels divers. Un certain nombre de descriptions en ayant déjà été données, nous ne citerons que pour mémoire ceux qui ont été exposés dans un but purement commercial, en nous étendant davantage sur les plus remarquables du point de vue technique.

LOCOMOTIVES

LOCOMOTIVES ÉLECTRIQUES. — *Locomotives électriques Als. Thom 2. D° 2. à 1 500 V des grands Réseaux français.* — La locomotive de 4 000 ch de puissance nominale et de 6 000 de puissance de pointe fait partie d'une série de 24 machines destinées à remorquer des trains lourds à grande vitesse; le poids par essieu moteur est d'environ 20 t et le poids total de 122,5 t. Les essais ont montré que les locomotives de ce type peuvent remorquer à 130 km/h un train de 800 t et à 150 km/h un train de 500 t.

L'appareillage, électropneumatique, et les résistances principales sont placés au centre de la locomotive dans des compartiments grillagés ou panneautés encadrés par deux couloirs latéraux. Cette disposition permet de rendre l'appareillage et tous les organes de la machine très accessibles, de faciliter les visites et, en définitive, de diminuer les frais d'entretien.

On constate la tendance à réduire au minimum le câblage haute tension en utilisant des barres ou des tubes dans les compartiments. Les câbles courant le long de la machine sont à isolant incombustible et disposés sous dalles.

L'installation bien qu'étant une installation de bord, fait en somme penser à une installation à terre et on y trouve l'application des mêmes principes. On ne peut s'empêcher de la comparer à cet égard à celle des premières locomotives électriques à 1 500 V et de constater les grands progrès réalisés, progrès qui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

étaient d'autant plus nécessaires que l'appareillage nécessité par le courant continu est relativement compliqué.

Les 4 moteurs doubles à 1 500 V, entièrement suspendus, entraînent les essieux moteurs par l'intermédiaire du dispositif, devenu classique, constitué par un arbre creux entourant l'essieu et un entraînement élastique interposé entre l'arbre creux et les roues.

De nombreux systèmes d'entraînement élastique existent déjà dans les différents réseaux français et étrangers, et nous en trouverons plus loin d'autres exemples, mais il était intéressant de présenter un système français nouveau des plus simples et ne nécessitant pour ainsi dire aucun entretien.

Une maquette d'un tel dispositif à demi-grandeur, réalisée par la Société Als. Thom était installée à proximité de la machine. Il comporte seulement 4 manetons diamétralement opposés deux à deux : deux calés sur la roue, deux sur le plateau solidaire de l'arbre creux. Un anneau dansant et 4 biellettes assurent la liaison ; les articulations sont constituées par des silent-blocks. Les essais de ce dispositif ont prouvé ses qualités. Les silent-blocks sont encore en parfait état après un parcours de plusieurs centaines de milliers de kilomètres.

Locomotive monophasée A.E.G. 1' D_0 1' à 15 000 V des Chemins de fer allemands. — Cette locomotive est sensiblement de même puissance que la précédente : 4 000 ch en régime continu et 6 000 ch en pointe. Son poids adhérent est le même et son poids total n'est que de 109 t. Au cours des essais, elle a pu dépasser 160 km/h avec une charge de 400 t. Elle possède certaines particularités intéressantes. Chacun des deux essieux moteurs extrêmes forme avec l'essieu porteur voisin un bogie du type Krauss-Hemholtz à rappel réglable. Le châssis de la locomotive et ceux des bogies sont entièrement soudés, ce qui a permis d'élever la puissance massique. La longueur totale des soudures est de 940 m ; il a été utilisé pour les faire 450 m d'électrodes pesant 600 kg.

La caisse a une forme arrondie aux extrémités afin de diminuer la résistance de l'air aux grandes vitesses. Il convient de remarquer que s'il y a un intérêt bien évident à donner aux locomotives à vapeur et au matériel léger tel que les autorails une forme carénée, il y a relativement peu à gagner, à cet égard, à parfaire la forme des locomotives électriques lourdes ; mais il n'y a pas de petites économies à l'heure actuelle. Le frein est autovariable suivant la vitesse, et l'effort de freinage peut varier de 80 p. 100 du poids freiné à 158 p. 100 aux grandes vitesses, grâce à un dispositif à force centrifuge.

L'appareillage donne une impression de robustesse et de grande simplicité.

Les moteurs sont à collecteurs à 12 pôles et alimentés entre 60 et 650 V, grâce au transformateur que comporte la machine. Celui-ci est refroidi par une circulation d'huile passant dans un réfrigérant à ventilation forcée. Sa tension de court-circuit est de 7 p. 100 de la tension nominale.

L'entraînement élastique est du type A. E. G. Kleinow et comporte des ressorts hélicoïdaux logés dans des pistons solidaires de l'arbre creux, introduits entre les rayons des roues et dont la tête porte sur des surfaces radiales planes,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

portées par ces rayons. La locomotive est munie de certains perfectionnements qui doivent être fort appréciés du personnel de conduite : chauffage électrique des aliments, sièges, etc.

On pourrait être tenté de comparer cette locomotive à la précédente, mais une telle comparaison perdrait beaucoup de sa signification, l'une étant faite pour fonctionner à 1 500 V à courant continu, et l'autre à 15 000 V à courant monophasé. Elles se présentent toutes deux également bien et sont de construction également soignée. On serait conduit à comparer la traction à courant continu à celle à courant monophasé et nous sortirions du cadre de cet exposé en nous étendant sur ce sujet. Le poids par kilowatt en régime unihoraire est de 40 kg pour la première et de 34 pour la seconde.

LOCOMOTIVES A VAPEUR. — *Locomotive Pacific carénée des Chemins de fer polonais.* — Les Chemins de fer polonais ont présenté une locomotive d'un type classique à simple expansion, à surchauffe et timbrée à 15 hpz, sortant de la « Première fabrique de locomotives en Pologne »; elle est susceptible de remorquer à 140 km/h un train de 300 t.

Comme particularités intéressantes, signalons : son élégant carénage enveloppant complètement la machine et le tender, sauf les roues motrices, établi en collaboration avec l'Institut aérodynamique de Varsovie; l'abri du mécanicien, très vaste, entièrement porté par le tender à bogies de 35 m³; les trappes coulissantes ménagées dans le toit du tender pour permettre la charge du combustible; les boîtes à rouleaux des essieux porteurs et des essieux du tender; le freinage autovariable avec la vitesse et avec la charge du tender; l'éclairage électrique et le pousseur de charbon.

Locomotives 1. 4. 2. et 1. 5. 1. des Chemins de fer de l'U. R. S. S. — Les deux locomotives présentées, à simple expansion, ont été étudiées par le Bureau de Construction de Locomotives rattaché au Commissariat du Peuple de l'Industrie lourde; elles sont, l'une à roues de 1,850 m (celle du type 1. 4. 2.), l'autre à roues de 1,500 m (celle de type 1. 5. 1.); elles sont destinées, la première à remorquer des trains de voyageurs composés de 18 voitures à bogies, la seconde à remorquer des trains de marchandises de 3 000 t. Malgré ces différences, ces locomotives présentent le maximum de dispositions communes : également simples, elles ont même chaudière, pouvant vaporiser à 15 hpz 24 000 kg de vapeur par heure, même appareil moteur et mêmes particularités. Les premières locomotives de ces types construites en U. R. S. S. datent de 1931 pour le type marchandises et de 1933 pour le type voyageurs.

Profitant d'un gabarit très large, les chemins de fer russes ont pu donner à leur matériel des dimensions exceptionnelles et en profiter pour rendre facilement accessibles toutes les parties du mécanisme. Les machines comportent, par exemple : une grille de 7,04 m² (contre 3.86 pour la locomotive polonaise); une surface de chauffe de 295 m² contre 198; une surface de surchauffe de 148 m² (contre 71). Le poids de chacune des machines est de 133 t (contre 94 pour la machine polonaise qui comporte seulement un essieu moteur de moins). Elles

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sont accouplées à des tenders à 2 bogies à 3 essieux pouvant contenir 44 m³ d'eau et 20 t de combustible.

Signalons : les bielles motrices en acier au nickel ; la commande du changement de marche par servo-moteur ; les corps d'essieu forés ; le chargeur mécanique à vis sans fin ; l'éclairage électrique ; le confortable abri ; la cabine de douches que comporte le tender, et, enfin, l'attelage automatique dont sont munis du reste toutes les voitures et wagons nouvellement construits spécialisés à certaines circulations et qui a été étudié par l'Institut de Reconstruction de la Traction du Commissariat du Peuple pour les Chemins de fer.

Locomotive Diesel électrique 1. C. 1. des Chemins de fer allemands. — Cette locomotive, construite par Krauss Maffei, à Munich, d'un poids en ordre de marche de 75 t, dont 45 de poids adhérent, est destinée à la remorque des trains de voyageurs omnibus, à une vitesse maximum de 100 km/h.

Le moteur principal est un moteur M. A. N. à 8 cylindres de 300 × 380 mm, de 920 ch à 700 t/min et pouvant être porté à 1 400 ch par suralimentation système Büchi. Le démarrage se fait au moyen d'air comprimé à 60 kg/cm², produit par un compresseur entraîné par un moteur Diesel auxiliaire de 120 ch et emmagasiné dans des bouteilles ; ce moteur entraîne également une génératrice à 220 ch destinée à l'alimentation des auxiliaires.

La transmission est hydraulique, du système Voith-Maybach. Elle comporte un transformateur de couple utilisé de 0 à 48 km/h et deux coupleurs utilisés respectivement, le premier de 48 à 70 km/h, le second de 70 à 100 km/h. Le passage du transformateur de couple au premier coupleur et du premier au second coupleur se fait automatiquement. La transmission hydraulique peut être utilisée comme frein sur les longues pentes ; à cet effet, le manipulateur principal comporte une touche spéciale de freinage.

La locomotive est équipée du frein Knorr. Les essieux moteurs sont freinés à 80 p. 100 ; un dispositif actionné automatiquement par l'inverseur réduit à 50 p. 100 le freinage de l'essieu du bissel avant, sens de marche.

Cette locomotive qui a déjà été exposée à Nuremberg, n'a effectué jusqu'ici que quelques mois de service ; il est donc actuellement prématuré de porter un jugement sur la valeur de cette construction.

AUTORAILS A MOTEURS THERMIQUES

Bugatti surallongée des Chemins de fer français. — Cet autorail est un de ceux qui effectuent 4 fois par jour, à 116 km/h de moyenne, le trajet de Paris au Havre en poussant des pointes jusqu'à 140 km/h.

Le réseau français a déjà en service 70 automotrices Bugatti, toutes sorties des usines de Molsheim. Actuellement, elles ont parcouru au total environ 8 000 000 km, le parcours journalier moyen en service de l'ensemble de ces engins atteignant 19 000 km.

Le châssis de caisse, d'une longueur totale de 25 m, comprend deux longerons occupant toute la hauteur sous les baies et constitués chacun par une poutre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pleine dont l'âme est en tôle de 3,5 mm d'épaisseur, et réunis par des traverses en tôle emboutie en forme d'U, sur lesquelles est fixé le plancher. Celui-ci, en chêne, protégé en dessous par une tôle et recouvert à sa partie supérieure de caoutchouc et d'une moquette, repose sur le châssis par des rotules latérales s'appuyant dans des crapaudines garnies de caoutchouc et par des blocs de caoutchouc fixés aux diagonales du châssis. La charpente de la partie supérieure de la caisse est entièrement soudée et constituée par des fers en T, qui reposent sur les longerons par l'intermédiaire de caoutchouc; ils sont assemblés entre eux bout à bout par des boulons, avec interposition de bandes de caoutchouc fortement comprimées.

La caisse repose sur deux bogies à quatre essieux à roues élastiques, dont les bandages en acier sont fixés sur des centres par des boulons, avec interposition de bandes et bagues en caoutchouc. Les roues porteuses sont folles sur leurs axes.

La liaison entre châssis et essieux est faite directement par les ressorts de suspension. La construction est telle que les deux essieux d'un même bogie constituent les deux côtés d'un parallélogramme déformable, dont les déformations sont contrôlées par des ressorts; le déplacement latéral des bogies est lui-même contrôlé par des ressorts à lames et des amortisseurs à huile. Un dash-pot à bain d'huile amortit les réactions verticales. Des blocs de caoutchouc sont répartis judicieusement aux divers points de liaison entre bogie et caisse pour éviter la transmission du bruit et des vibrations dus aux rails.

L'automotrice est équipée de deux moteurs *Royal Bugatti* placés au centre de la caisse et attaquant les essieux internes des bogies. Chacun d'eux pèse 400 kg, comporte 8 cylindres de 125×130 mm et développe normalement 200 ch à 2 000 t/min. Au lieu d'être alimentés par des mélanges essence-benzol-alcool, utilisés généralement avec les moteurs de ce type, les deux moteurs de cette automotrice brûlent de l'alcool déshydraté pur mélangé à 5 p. 100 d'huile. Pour l'emploi de ce carburant, le taux normal de compression des moteurs à essence n'a pas été modifié; seul, le réglage des carburateurs a été changé et le réchauffage des tuyauteries d'admission a été plus poussé.

La transmission entre moteur et essieu comporte : un embrayage hydraulique du type Daimler-Coventry, situé à la sortie du moteur; une boîte démultiplicatrice électromagnétique Cotal à deux vitesses, et une boîte de changement de marche à couples coniques.

Chaque roue est munie d'un frein à tambour analogue à ceux qui sont utilisés sur les voitures automobiles. Tous les leviers de commande des freins à tambours de l'automotrice sont reliés par des câbles en acier, des chaînes et des palonniers équilibreurs, au piston d'un cylindre de frein à air comprimé, placé verticalement dans le poste de conduite. La commande du piston du cylindre de frein se fait, soit au moyen d'un équipement de frein direct Westinghouse, manœuvré par un robinet disposé dans le poste de conduite, soit à main.

L'automotrice offre 73 places assises réparties en deux classes dans deux compartiments situés de part et d'autre du compartiment des moteurs et réunis par un couloir latéral desservant le poste de conduite, le compartiment à bagages

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et le cabinet de toilette placés au milieu de l'automotrice. Le poste de conduite donne dans le compartiment des moteurs et comporte un kiosque-vigie permettant la visibilité au-dessus du pavillon de la voiture. La disposition des glaces permet aux voyageurs de jouir d'une vue panoramique étendue.

Les michelines. — Les michelines n'étaient représentées que symboliquement; mais il suffit du seul essieu porteur qui y figurait pour évoquer l'évolution très rapide à laquelle on a assisté en quelques années. Rappelons le trajet Paris-Deauville de 1931 en 2 heures, avec une micheline à 12 places, puis les 24, les 32, les 56, les 96 places et, enfin, les michelines triples. Les obstacles qu'il importait de « boire » sur la voie ferrée étaient surestimés, l'importance du matelas d'air a été réduite peu à peu et le caoutchouc a gagné en épaisseur.

Le bogie exposé était celui d'une micheline à 56 places. Il comporte un châssis monté sur 4 essieux et des ressorts de suspension à lames dont les extrémités sont de flexibilités différentes, flexibilités telles que lorsque la voiture est chargée normalement, les quatre essieux sont également chargés, tandis que lorsque la voiture est vide, les essieux extrêmes sont plus chargés que les essieux intermédiaires. C'est l'inverse lorsque la voiture est surchargée.

La suspension de la caisse est obtenue au moyen de bielles inclinées, munies de rotules, accrochées à des demi-ressorts à lames, solidaires du châssis de bogie. Le pivot est relié aux traverses du bogie par des masses de caoutchouc qui transmettent les efforts de traction, de freinage et de braquage du bogie par rapport à la caisse. Afin de freiner les mouvements relatifs bogie-caisse, ces deux éléments sont en outre en liaison par l'intermédiaire d'appuis élastiques.

Les autorails Renault. — C'est le type le plus courant d'autorails mis en circulation sur les voies françaises; on en compte actuellement plus de 200 en service. Le modèle exposé était du type ABJ à 68 places assises, pesant 30 t et pouvant atteindre couramment 120 km/h.

Un bogie était présenté séparément avec son moteur Diesel à 12 cylindres à 4 soupapes chacun développant normalement 300 ch à 1 500 t/min.

La caisse de cette automotrice, de 25 m de longueur environ, est montée sur deux bogies, l'un moteur, l'autre simplement porteur. Constituée par un treillis très léger en acier spécial à 45 kg/mm² de résistance, entièrement soudé et recouvert de tôles d'aluminium et d'alliages légers (aluminium-manganèse-magnésium), elle repose sur les pivots de bogies par l'intermédiaire de grandes cuvettes en caoutchouc et porte également sur des appuis latéraux élastiques, munis à leur partie inférieure d'une plaque de ferrodo qui vient frotter sur leurs bogies, freinant ainsi les mouvements de rotation de ceux-ci autour de leur pivot.

L'ensemble moteur, embrayage, boîte de changement de vitesse et changement de marche à pignons coniques, constitue un bloc monté sur un berceau unique, qui est fixé sur la caisse par l'intermédiaire de gros patins en caoutchouc absorbant les deux essieux du bogie au-dessus duquel il se trouve; la transmission s'effectue depuis l'arbre de sortie horizontal du bloc moteur; elle comprend : un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

arbre à cardan, un arbre intermédiaire, les pignons droits et les renvois d'angle utiles. L'embrayage est du type à disques fonctionnant à sec.

Le changement de vitesse comporte 4 vitesses à engrenages toujours en prise avec commande par crabots synchronisés. A la sortie de la boîte de vitesses, un changement de marche permet d'obtenir les 4 vitesses dans les deux sens.

La commande de tous les organes est électro-pneumatique; toutes les manœuvres sont faites au moyen de relais actionnés électriquement.

Un moteur Diesel-Renault de 500 ch, à 1 500 t/min et à 16 cylindres en V, était également présenté. Il est intéressant de signaler que la transmission des autorails Renault de 500 ch est aussi entièrement mécanique, comme celle des autorails de plus faibles puissances de ce constructeur.

Automotrice standard des Chemins de fer français. — Plus lourde que les autorails des types précédents, l'automotrice standard constitue un modèle se rapprochant davantage du type « chemin de fer », tout au moins d'après les conceptions actuelles, qui évoluent de jour en jour. Il s'agissait, pour les Réseaux français, d'avoir un type arrêté d'autorail pour voies secondaires, robuste, susceptible de prendre des remorques et possédant le maximum possible d'organes interchangeables.

L'autorail pèse 45 t, est susceptible de plafonner à 120 km/h et de donner des grandes accélérations. Une puissance surabondante a été reconnue utile.

L'automotrice standard a normalement deux bogies moteurs dont chacun porte un moteur Diesel, une boîte de vitesse et une transmission par cardans et par pignons d'angle.

Le moteur Diesel-Renault, qui a été adopté pour la majeure partie des automotrices standard jusqu'ici commandées, peut aisément être remplacé par un autre moteur de puissance analogue, par exemple par un moteur Acenor, comme celui qui était présenté à l'Exposition, par un moteur CLM de 250 ch ou par un moteur Saurer de 300 ch.

De même, la boîte Winterthur à 5 vitesses peut être remplacée par des boîtes d'autres types (Minerva ou Cotal). Elle est montée dans un caissonnement en tôle soudée formant entretoise de bogie. Elle est complétée par un inverseur et une roue libre destinée à protéger le moteur.

La commande de l'admission de l'huile sous pression dans les divers embrayages est réalisée au moyen d'un robinet distributeur mû par des servomoteurs pneumatiques, alimentés au moyen d'électro-valves.

Le pivot sert uniquement à la rotation de la caisse; celle-ci repose sur les bogies par des lisoirs placés en des points aussi écartés que possible; au-dessus des brides des ressorts longitudinaux de suspension se trouvent deux tiges guidées, munies de rotules sur lesquelles reposent les lisoirs de caisse.

Le bogie reçoit 8 cylindres à frein attaquant chacun un sabot. Le frein est direct et automatique. Il est complété par un frein électro-magnétique d'urgence et un frein à main d'immobilisation. Les roues sont du type monobloc, soit en acier GG, soit en acier spécial à haute résistance. Les essieux creux sont également en acier spécial et sont montés sur boîtes à rouleaux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La caisse est faite entièrement en tôle d'acier. Elle est constituée par une poutre tubulaire, avec des éléments de renforcement convenablement disposés. Le panneautage intérieur est en bois contreplaqué, recouvert de lincrusta jusqu'à la ceinture inférieure.

Autorails de Dietrich. — Ces autorails étaient, comme les michelines, représentés symboliquement par un bogie, moteur cette fois. Il s'agit d'un bogie équipé avec un moteur Saurer de 160 ch à 1 500 t/min à 6 cylindres de 134 × 180 mm, constituant une des deux unités motrices complètes dont sont munis les autorails de 320 ch. Il est du type à double suspension par ressorts à lames avec traverse danseuse; les longerons sont constitués par des tôles d'acier doux assemblées par soudure électrique; ils sont entretoisés par des traverses en tôle d'acier et des profilés en acier au chrome-cuivre. Les essieux sont à corps creux en acier spécial.

L'ensemble, constitué par le moteur, le radiateur, l'embrayage, la boîte de changement de vitesse, est porté par un châssis spécial fixé aux traverses du bogie par l'intermédiaire de blocs en caoutchouc.

Alors que dans les types précédemment décrits, le pivot ne sert que de guidage au bogie, ici, la caisse repose sur la traverse danseuse par l'intermédiaire d'un pivot plat avec plateaux en acier moulé; ce pivot n'est pas équidistant des deux essieux, enfin d'équilibrer les poids sur ceux-ci. L'amortissement des mouvements de rotation du bogie autour de son pivot est réalisé au moyen de quatre amortisseurs disposés symétriquement.

Le bogie est muni du frein à air comprimé agissant sur les bandages des roues, au moyen de deux sabots par roue; la timonerie est actionnée par deux cylindres à air, situés respectivement de chaque côté du bogie.

Les moteurs d'automotrices et la transmission hydraulique des Chemins de fer allemands. — Les Chemins de fer allemands ont exposé 4 types, des plus originaux, de moteurs Diesel utilisés sur leurs automotrices :

1° Un moteur de 450 ch, de la Société Daimler-Benz, de construction très ramassée, comportant deux lignes de 6 cylindres en V. Les 12 cylindres comportent des fourreaux interchangeables en fonte nickel-chrome. Le vilebrequin, exactement équilibré, est porté par 7 paliers faisant partie du carter supérieur. L'injection du combustible est assurée par 2 pompes Bosch à 6 cylindres. Presque toutes les huiles brutes, minérales et végétales, peuvent être utilisées;

2° Un moteur Humboldt-Deutz, de 275 ch, à 1 500 t/min, à 12 cylindres horizontaux, pouvant, par suite, être installé au-dessous des caisses, où la place disponible est restreinte. Suralimenté, sa puissance peut atteindre 410 ch, pour un poids total de 2 000 kg. Il est muni de deux pompes d'injection;

3° Un moteur Maybach de 600 ch, à 1 400 t/min, de 2 400 kg, avec 2 lignes de 6 cylindres en V. Ce moteur découle du type de 410 ch, à 12 cylindres du même constructeur. On a cherché à réduire le poids et l'encombrement. Le carter est en métal léger et le mécanisme est pourvu de paliers à rouleaux. Le groupe de suralimentation, du système Büchi, est disposé entre les deux rangées de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cylindres. Ce moteur doit sa réputation au parcours record effectué en 1936 sur la ligne Berlin-Hambourg, au cours duquel la vitesse de 200 km/h a pu être maintenue pendant un temps prolongé par une automotrice triple équipée avec deux de ces moteurs; 14 de ces rames rapides étaient en construction en 1937 et devaient être équipées de 2 moteurs de 600 ch;

4° Un moteur Boxer de 180 ch, à 1 500 t/min, à cylindres opposés et disposés comme le second, horizontalement. Le démarrage s'effectue à l'aide d'un démarreur Bosch de 15 ch, à 24 V. Les bons résultats donnés en service par ce moteur ont permis à la Société Deutsche Werke Kiel de projeter un moteur semblable à cylindres horizontaux de 275 ch, qui subit actuellement ses premiers essais.

Une transmission hydraulique système Voith-Maybach figurait à côté des moteurs précédents. Cet appareil est destiné à transmettre la puissance d'un moteur Diesel de 400 à 600 ch, sur les deux essieux moteurs d'un bogie. Le moteur attaque la transmission hydraulique par l'intermédiaire d'un arbre articulé et d'accouplements élastiques. A partir de la boîte hydraulique, la puissance est transmise par deux autres arbres articulés sur les inverseurs de marche des deux essieux moteurs. La transmission hydraulique est à trois étages et comprend deux transformateurs de couple et deux coupleurs, qui sont embrayés ou débrayés en remplissant ou en vidant les circuits hydrauliques.

Chaque transformateur de couple comporte : une roue de pompe centrifuge calée sur un arbre primaire, une couronne d'aubes intermédiaires fixe, et une roue de turbine calée sur un arbre secondaire. Chaque coupleur comporte une roue de pompe et une roue de turbine.

Au démarrage et à petite vitesse, les efforts de traction sont transmis indépendamment, mais simultanément, par deux essieux moteurs, de sorte que ces derniers ne sont en liaison que par l'huile motrice des circuits et qu'il n'y a nul effort supplémentaire entre les deux essieux moteurs. A une vitesse plus élevée, la transmission de puissance ne se fait que par un des deux coupleurs hydrauliques, dont chacun est calculé pour une vitesse déterminée. Le passage d'un circuit hydraulique à l'autre est complètement automatique et est fonction de la vitesse de marche. La boîte hydraulique et le moteur sont mis en marche simultanément par la manivelle de commande au moyen d'un électro-aimant.

Automotrices Fiat des Chemins de fer italiens. — Les Chemins de fer italiens ont immobilisé, pour la présenter à l'Exposition pendant 3 mois, une rame automotrice triple qui assure le service Turin-Venise, soit 420 km, en 4 heures et peut atteindre 160 km/h.

Cette rame, composée de trois voitures sur 4 bogies pouvant offrir au total 78 places, a une longueur totale hors tampons de 59,61 m; elle est propulsée par 2 moteurs Diesel-Fiat à 12 cylindres en V, pouvant fournir chacun une puissance de 470 ch. La transmission est mécanique. Le châssis est construit en fer profilé soudé. Le poids à vide de l'ensemble est de 92 t. L'automotrice est munie d'un conditionnement d'air.

A côté de cette rame se trouvaient deux automotrices à bogies, 56 places, pour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lignes secondaires, pouvant être accouplées en unités multiples. Chaque voiture a deux moteurs Diesel-Fiat de 75 ch, à transmission mécanique et pèse 22 t.

Le « Train-Éclair » danois. — Les Chemins de fer de l'État danois ont exposé un train « Éclair » ayant déjà parcouru en service ordinaire plus de 400 000 km depuis sa mise en service, qui remonte au 15 mai 1935. Ce train, à 3 éléments, repose sur 4 bogies : 2 bogies portant les moteurs Diesel aux extrémités du train et 2 bogies moteurs intermédiaires; il peut transporter 164 voyageurs. Il comporte une cuisine entièrement électrique et des armoires frigorifiques. Les constructeurs sont Frichs, pour la partie mécanique et les bogies, et la Société Scandia, pour les voitures.

L'ossature des caisses de voiture est constituée de profilés d'acier (à 0,2 p. 100 de Cu) creux, à section rectangulaire, de 2 à 4 mm d'épaisseur. Le panneautage est en tôles d'acier de 2 mm d'épaisseur aux parois et 1,5 mm à la toiture. Les éléments constituant l'ossature de la caisse sont assemblés les uns aux autres et au revêtement extérieur par soudure électrique. Le poids total de la rame est de 118 t et sa longueur de 64 m.

L'appareil moteur est composé de 4 groupes identiques indépendants (2 par motrice) comportant chacun : un moteur Diesel à 6 cylindres de 185 × 260 mm de 250 ch à 1 000 t/min; une génératrice principale; une génératrice auxiliaire et un moteur de traction actionnant un essieu par l'intermédiaire d'un engrenage. Chaque groupe est démarré et arrêté séparément, ce qui permet d'utiliser le nombre de groupes nécessaires à tout moment pour la propulsion du train.

Autres véhicules à moteurs thermiques. — Deux modèles d'autorails extrêmement économiques étaient présentés l'un par les Chemins de fer suédois, l'autre par les Chemins de fer vicinaux belges. Le premier est une petite automotrice à 26 places assises et 26 debout, propulsée par un moteur à explosion de 130 ch Scania-Vabis, destinée à circuler à 80 km/h au maximum; l'autre est une automotrice pour voie étroite à moteur Diesel-Gardner de 95 ch à 1 600 t/min, avec transmission mécanique et à deux essieux, pouvant circuler à 60 km/h.

Nous ne citons ces véhicules que pour mémoire, de même que le locotracteur de manœuvres à moteur Diesel de 65 ch, certainement très pratique, que montraient les Chemins de fer allemands.

AUTORAILS ÉLECTRIQUES.

Automotrice rapide de grande banlieue des Chemins de fer français. — Les Chemins de fer français ont confié aux Établissements Carel Fouche et C^e^, pour la caisse, et au Matériel de Traction électrique, pour les bogies et la partie électrique, la construction de 20 automotrices électriques doubles à 1 500 V, destinées à circuler entre Paris et Rambouillet.

L'automotrice comporte deux caisses reposant sur 3 bogies à deux essieux moteurs de 2,800 m d'empattement; sa longueur totale hors attelages est de 40,710 m; son poids est de 65 t à vide, de 82 t en charge; le nombre de places est de 200 environ dont 130 assises. Les 6 moteurs ont une puissance totale de 1 200 ch en régime continu et de 1 410 ch en régime unihoraire; l'énergie élec-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

trique est captée sur la ligne caténaire à 1 500 V courant continu au moyen de deux pantographes montés chacun à une extrémité de la voiture. La vitesse maximum en service normal est de 130 km/h.

L'automotrice est à adhérence totale, tous les essieux étant entraînés par des moteurs suspendus par le nez. L'allégement des caisses a été obtenu par l'emploi systématique de l'acier inoxydable de 18/8 (Cr = 18 p. 100. Ni = 8 p. 100) écroui par laminage à froid. La résistance de cet alliage est de 105 kg/mm^2; il est livré en feuilles aussi longues qu'on le désire à partir de 0,5 mm d'épaisseur. Les diverses parties de la caisse, formées comme il convient pour augmenter au maximum leur moment d'inertie, ont été assemblées ensuite par soudure par le procédé spécial Budd, qui ne modifie pas les qualités du métal. Il en résulte que les caisses, longues de 19,205 m, pèsent, complètement aménagées, 13,50 t. Elles sont profilées. Les marchepieds, rabattables, se déploient à l'arrêt hors du gabarit.

Les bogies sont étudiés aussi de façon à réduire le poids; ils sont à simple suspension sans traverse danseuse; les essieux sont creux, les roues monoblocs sans bandages. Le freinage est autovariable : de 160 p. 100 du poids à vide à 130 km/h, il passe à 70 p. 100 aux faibles vitesses. Il y a 2 sabots par roue, ayant chacun deux semelles articulées.

L'équipement de contrôle possède 42 crans de démarrage; il comprend 2 séries de contacteurs commandés chacune par un arbre à came qu'entraîne un servo-moteur électrique, à marche discontinue, alimenté directement par le courant de traction.

Plusieurs automotrices peuvent être accouplées pour fonctionner en unité multiple. Un attelage automatique « Compact » réalise l'accrochage et les connexions pneumatiques et électriques voulues.

Cette automotrice, la plus récente de celles qui ont figuré à l'Exposition, présente, comme on le voit, un grand nombre de nouveautés intéressantes.

Automotrices électriques Breda à 3 000 V des Chemins de fer italiens. — Les Chemins de fer italiens ont ouvert, au début de 1937, la ligne de Milan-Côme et la ligne de Salerne à Reggio di Calabria à la traction électrique par courant continu 3 000 V; la traction électrique se trouve ainsi ininterrompue sur 1100 km de Bologne à Reggio. En outre, ils ont à l'étude l'électrification des lignes Milan-Bologne: Bologne-Ancone et Rome-Livourne. Il n'est donc pas étonnant qu'ils aient tenu à montrer leurs derniers types d'automotrices électriques.

Ils ont présenté une rame automotrice à grande vitesse, dite « électrotrain » composée de 3 éléments sur 4 bogies tous moteurs; mais les bogies extrêmes ont 2 moteurs et les bogies médians un seul; cette rame pèse 117 t en charge offrant 94 places assises; la longueur totale est de 62,50 m; elle comporte une cuisine et un office. Elle a atteint et même dépassé quelque peu la vitesse de 200 km/h lors de ses derniers essais entre Rome et Naples. Les rames de ce type assurent le service Bologne-Naples, soit 627 km parcourus en 6 heures.

A côté de cet électrotrain, figurait une automotrice légère à 2 bogies moteurs, pesant 45 t en charge offrant 79 places assises; sa longueur est de 28 m; elle a été conçue pour faire au maximum 125 km/h.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La construction de l'une et de l'autre s'inspire des mêmes principes : coque tubulaire en tôles et profilés d'aciers; assemblage des différents éléments par soudure; emploi pour les revêtements, de l'aluminium et de ses alliages, sous forme de tôles, de profilés ou de pièces moulées; de liège en plaques dans le plafond et jusqu'à hauteur des baies et, ailleurs, de contreplaqué avec âme en matière isolante à base de chanvre. Au-dessous du niveau du plancher, la forme arrondie de la structure tubulaire présente une solution de continuité que n'ont pas les automotrices à moteur Diesel : les faces de la poutre, qui constitue l'ossature de la caisse sont à parois planes, les unes verticales, les autres horizontales. Dans les angles ainsi formés se trouvent l'appareillage électrique et les auxiliaires, le tout recouvert d'un masque complétant le carénage. Signalons que les compartiments assez réduits dans lesquels se trouve ainsi placé l'appareillage sont ventilés à l'aide de nombreux appareils Sanguinetti, disposés dans les parties basses, de manière à éviter l'ionisation de l'air et, par suite, les coups de foudre.

Les freins sont du type Breda; ceux de l'électrotrain comportent 3 régimes de marche et peuvent freiner à 130 à 110 et à 80 p. 100, suivant la vitesse. Naturellement, comme dans l'automotrice rapide électrique française, on a cherché à améliorer le confort le plus possible : amortisseurs en caoutchouc; lumière diffuse; conditionnement de l'air, avec batterie de refroidissement au fréon (notons en passant la présence dans cet équipement d'un moteur à 3000 V, de 6,3 kW, avec 47 V entre lames de collecteur); réglage de la température par thermostat; etc.

L'appareillage est électropneumatique; les pantographes, de 110 kg seulement, ont une seule bande de frottement en carbone, constituée par des blocs de charbon spécial prismatiques, enfilés sur une tige d'acier. Les faibles intensités absorbées permettent d'adopter de telles dispositions. Les moteurs de traction sont des moteurs série à 1 500 V. La puissance totale des 6 moteurs de l'électrotrain est de 900 kW en régime continu et 1 128 kW en régime unihoraire; celle des 4 moteurs de l'automotrice respectivement de 290 et 360 kW.

Ces moteurs sont entièrement suspendus sur le châssis de leur bogie; ils entraînent les essieux par interposition d'un arbre creux (un demi-arbre creux sur l'automotrice) et d'un entraînement élastique du type Bianchi. Dans ce dispositif, l'entraînement des roues, au lieu de se faire, comme dans le dispositif A. E. G.-Kleinow par ressorts hélicoïdaux, s'effectue par ressorts à lames radiales, interposés également entre les rayons des roues; les lames sont encastrées dans des pièces solidaires de celle-ci, et les extrémités des lames glissent entre deux rouleaux solidaires de l'arbre creux.

Les essais ont montré l'excellente stabilité de l'automotrice à toutes les allures. Voici les caractéristiques de ses bogies : empattement de 3 m; longerons intérieurs en tôles d'acier embouti, soudés à l'arc; traverse danseuse supportée par des jeux de ressorts à pincettes; distance entre pivots des bogies 17,500 m, pour une longueur totale hors tampons de 27,860 m; caisse reposant sur les bogies par une crapaudine centrale et deux patères latéraux; essieux creux, roues de 0,91 m, charge de chaque essieu 11,250 t; nombreux amortisseurs en caoutchouc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

VOITURES ET MATÉRIELS DIVERS.

Voiture allégée et carénée des grands Réseaux français. — Les grands réseaux français ont montré une des voitures destinées à entrer dans la composition des trains rapides entièrement carénés Paris-Dieppe, Paris-Trouville et Paris-Cherbourg. C'est une A3B5 à 58 places assises de 23,25 m et ne pesant que 35,450 t.

La réduction considérable de poids obtenue dans cette voiture, qui constitue d'ailleurs sa caractéristique essentielle, n'a pu être réalisée qu'en intéressant toute l'ossature de la caisse à la résistance, en utilisant au maximum tout l'acier entrant dans leur construction et en choisissant ce dernier aux caractéristiques élevées que permet actuellement la métallurgie.

Châssis, caisse et pavillon, autant que l'on peut encore distinguer ces différents éléments, constituent un tout monocoque, rigide, indéformable. Il ne s'agit plus ici d'une caisse posée sur un épais châssis formant semelle, mais d'une poutre tubulaire, réalisant la forme idéale du solide de meilleure résistance.

Les aciers employés pour les œuvres vives de la voiture sont le P. M. 20 et l'acier 54, aciers de très haute résistance qui ont permis d'utiliser des profils de section minimum. Intérieurement, pour les tôles de revêtement, les moulures, les portes de compartiment, on a employé l'aluminium et ses alliages. La soudure électrique a permis d'alléger les assemblages en supprimant les pièces auxiliaires de jonction (équerres, goussets, etc.).

La section de la caisse est un ovale légèrement aplati sur ses faces latérales et formé par juxtaposition de 4 quarts de coquilles cylindriques se raccordant suivant les plans diamétraux (horizontal et vertical) de la caisse à l'aide de cornière et de couvre-joint. Suivant leurs génératrices ces coquilles n'ont que l'amplitude d'un compartiment: c'est donc par une suite de viroles assemblées par soudure électrique et réunies par les battants de pavillon et les longerons de platelage qu'est constituée la carène de la caisse.

Pour résister à la flexion, l'infrastructure qui porte le plancher est reliée par des contrefiches à la partie inférieure des montants d'ossature qui ceinturent la caisse au droit de chaque cloison transversale. Les longerons et les longrines centrales de choc du châssis supportent sans fatigue un effort statique de 200 t.

L'extrémité de la caisse est renforcée par un caisson anticollision. Quatre fers en I ont été, en effet, disposés dans le dossier de la voiture pour répartir sur l'ensemble de la caisse l'effort de tamponnement dans le cas d'un télescopage. Ces fers sont encastrés d'une part dans la traverse de tête et, d'autre part, prennent appui sur les poutres en treillis dissimulées dans le plafond de la plateforme d'accès. Le bogie de la voiture allégée est dérivé du type Ouest (bogie X des voitures du réseau de l'État à caisse bois tôlée). Le châssis et le balancier sont entièrement en acier moulé.

L'appareillage de choc et traction est du type OCEM. L'effort de tamponnement est transmis aux longrines de choc du châssis par l'intermédiaire d'un organe élastique constitué par un empilage de bagues d'acier. Ces dernières sont usinées de telle sorte que, lors de la compression, elles pénètrent les unes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans les autres en absorbant par frottement une grande partie du choc. A la détente, les bagues reprennent leur position primitive sans restituer tout l'effort encaissé. En fin de course, les plongeurs de tampon viennent au contact de rondelles en caoutchouc armé. L'élasticité du crochet de traction est également obtenue par un empilage de rondelles de caoutchouc.

Le frein, du type Westinghouse, est équipé d'un système d'auto-régulation prenant son mouvement sur l'un des essieux de manière que le freinage soit proportionné à la vitesse. L'insonorisation a été obtenue par un très large emploi du caoutchouc sous les pivots de bogie, les patins de glissement, etc. et surtout par le « flockage » des tôles. Notons encore : la suppression des redans, pour l'emmarchement au droit des plateformes d'accès; la continuité du train assurée entre deux voitures par un soufflet de jonction; la suppression des aérateurs statiques, rendue possible par le conditionnement de l'air.

Autres voitures. — *a*) deux voitures-lits de la Compagnie internationale des Wagons-Lits construites par les Entreprises industrielles charentaises, l'une de luxe de 50 t, à 4 compartiments de 1re classe et 6 de 2e classe à 2 lits avec toilette; l'autre de 54 t, à 11 compartiments à 1 ou 2 lavabos d'angle.

Notons pour la première voiture : le châssis de bogie monobloc en acier moulé; le châssis à poutre centrale avec extrémités monoblocs en acier moulé; la caisse en montants emboutis, avec revêtements en tôle ou cuivre; la toiture en duralumin; les organes de choc et de traction avec amortisseurs en caoutchouc Spencer-Moulton; les boîtes à rouleaux S. K. F.; le chauffage à eau chaude; la décoration soignée.

b) une voiture A2B5 des Chemins de fer allemands de 39,100 t à 38 places assises, à freinage autovariable atteignant 130 p. 100 aux vitesses élevées et de construction particulièrement soignée. Il est intéressant de rapprocher cette voiture de celle qui a figuré exactement en même temps à l'Exposition de Düsseldorf *Schaffendes Volk*, qui ne comportait que des matières allemandes : les étoffes, les courroies, les caoutchoucs en particulier étaient en succédanés.

c) trois voitures métalliques de la Société nationale des Chemins de fer belges pour train omnibus de 42 t; l'une mixte, de 2/3e classes, à 124 places dont 50 debout; la seconde de 3e classe, à 144 places dont 50 debout; la 3e de 3e classe avec fourgon à 177 places, dont 40 debout. Signalons : les portes actionnées par valves électro-pneumatiques; l'isolation obtenue au moyen de plaques de liège comprimé collées au moyen d'un mélange de blanc de zinc et de vernis; la doublure, composée de fibres d'amiante et d'émulsion de bitume projetée au pistolet, posée contre la toiture.

d) trois voitures métalliques polonaises originales d'un train de tourisme; une voiture à couchettes de 2e et 3e classes; une voiture bar-dancing et une voiture-bains avec chaudière de 3 750 l et distribution d'eau chaude sous pression grâce à un réservoir à air comprimé de 560 l placé sous la voiture.

e) trois voitures métalliques suédoises, remarquables par leurs dispositions intérieures, notamment les compartiments de 3e classe à 3 lits superposés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Wagons et conteneurs. — Un wagon pour le transport du lait à 4 citernes amovibles de 3 000 l en acier inoxydable; un wagon réfrigérant au gabarit anglais, comportant 2 paniers capables de contenir 1 100 kg de glace et un wagon frigorifique à réfrigération mécanique (ces trois wagons appartenant à des sociétés françaises); un wagon-trémie allemand, particulièrement bien étudié pour le transport du ballast; et une exposition, très réussie, de conteneurs, organisée par les Grands Réseaux français, complétaient les présentations des administrations participantes, qui appartenaient, comme on l'a vu, à dix nations différentes.

CONCLUSIONS.

Est-il possible de tirer une conclusion de cette vue d'ensemble? Pouvons-nous en déduire ce que sera demain le chemin de fer?

Un certain nombre de constatations s'imposent tout d'abord : les vitesses augmentent; le plafond de 120 km/h, plafond tout au moins pour la France, est crevé; les vitesses de 140 et 150 km/h vont devenir courantes et déjà on voit apparaître celles de l'ordre de 200 km/h. La vitesse n'est plus limitée que par la nécessité de limiter les actions qui s'exercent sur la voie aux très grandes allures et par la possibilité de s'arrêter dans les espaces normaux; des suspensions nouvelles sont étudiées, des bogies articulés, les roues folles sur leurs axes ont fait leur apparition, de même que de nouveaux dispositifs pour accélérer le freinage. Bien entendu, on cherche aussi à diminuer toutes les résistances passives, telles que celle de l'air, par le carénage, et toutes celles qu'entraîne la remorque des poids morts inutiles par allégement du matériel. On s'efforce en même temps d'augmenter la sécurité en employant des aciers de résistance et de forme appropriées.

En ce qui concerne les locomotives, on peut se demander quels progrès restent encore à accomplir. Laquelle de la machine électrique ou de la machine à vapeur est le plus susceptible d'évolution? Il semble bien que ce soit la seconde. En effet, dès la naissance de la traction électrique, le rendement des machines électriques a atteint une valeur élevée qui distance de loin, celui des machines à vapeur. Le rendement de la transmission mécanique des unes et des autres étant sensiblement le même, le rendement de la machine électrique est au rendement de la machine à vapeur — la chaudière étant mise à part — comme celui des moteurs électriques à celui de l'appareil moteur de la seconde.

Bien que la puissance massique de la chaudière puisse encore être notablement augmentée en agissant sur tout ce qui n'est pas cuivre, la locomotive électrique est près d'avoir dit son dernier mot; mais, en ce qui concerne la locomotive à vapeur, des progrès considérables peuvent encore être espérés : deux théories se sont fait jour à ce propos; les uns croient voir la solution dans la construction de machines de nouveaux types; les autres, fidèles au type classique actuel, pensent qu'il faut essayer d'en améliorer le cycle, avec peut-être une augmentation modeste du timbre allant par exemple jusqu'à 25 hpz.

Il aurait été évidemment intéressant de pouvoir se rendre compte à l'Exposition même des derniers perfectionnements apportés dans cet ordre d'idées à la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

locomotive à vapeur et on peut regretter qu'aucune présentation n'en ait fait état. Les quelques échantillons de machines à vapeur présentés montrent surtout que les nations cherchent de plus en plus à vivre sur elles-mêmes et à s'affranchir de la tutelle de leurs voisines, mais ne permettent pas de se rendre compte des recherches actuellement poursuivies et des progrès remarquables accomplis, en France notamment. L'absence de documentation sur ce sujet est cependant assez symptomatique : il faut bien constater que la traction électrique et la traction par moteur Diesel ont conquis définitivement une fraction importante du rail et cela caractérise l'époque actuelle.

En ce qui concerne les automotrices, les nombreux exemplaires présentés à l'Exposition ayant chacun leurs qualités propres et leurs défauts montrent qu'il y a encore place pour d'autres solutions.

On voit déjà apparaître les automotrices légères électriques et, fait curieux, la dernière venue repose la question de la suspension des moteurs de traction que l'on croyait à jamais résolue de la façon la plus logique, par l'accouplement élastique, qui permet de suspendre entièrement le moteur.

Il est difficile de dire quel sera ou quels seront les types de l'avenir, mais il faudra certainement augmenter à la fois la capacité des rames, l'aptitude à accoupler facilement les unités indépendantes pour constituer des unités multiples, le confort et la vitesse, tout en diminuant les frais d'entretien. Aucun des modèles actuels n'est encore parfait. La stabilité, en particulier, doit être améliorée; le chauffage, la ventilation, l'insonorisation doivent encore faire l'objet des recherches des constructeurs. L'autorail verra enfin son champ d'action se limiter peu à peu s'il ne devient pas plus économique. La locomotive légère à vapeur ou électrique, remorquant un matériel léger et confortable, le concurrencera peut-être bientôt sur toutes les lignes.

En ce qui concerne le matériel roulant, nous constatons en effet, une tendance marquée à l'allégement; tous les procédés sont bons pour arriver à ce résultat : emploi de la soudure comme procédé d'assemblage; utilisation des alliages légers, même pour les tôles et les aciers à haute résistance; étude des formes les meilleures; évidement des pièces dans les parties ne concourant pas à la résistance (tôles, cornières, pièces formées, essieux et roues mêmes); tous les organes des véhicules sont examinés un à un dans ce but.

Peut-être certains matériels de voyageurs s'allégeront-ils encore, mais le matériel de grand parcours restera toujours, sans doute, bien qu'allégé, relativement lourd. A ce propos, il n'est peut-être pas inutile de rappeler que les tonnes gagnées ne sont pas fort intéressantes pour la traction — en palier, en alignement droit et à vitesse constante s'entend — elles ne prennent de l'intérêt que dans les démarrages et dans les rampes.

Quoi qu'il en soit, ces quelques réflexions montrent que le chemin de fer est toujours bien vivant; et l'Exposition de 1937 a permis de fixer l'attention du public sur une phase incontestablement importante de son évolution.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES GAZ INSECTICIDES
6e Note (*)

Recherches sur les propriétés insecticides de l'oxyde de propylène

par M. A. L. LEPIGRE, *Directeur adjoint de l'Insectarium d'Alger, Inspecteur régional du Service de la Défense des Cultures et de l'Inspection phytopathologique du Gouvernement général de l'Algérie.*

Considérations générales sur la désinfection des sols par le sulfure de carbone. — La désinfection du sol demeure une question ardue, à laquelle l'usage des injections au sulfure de carbone n'a pas apporté une solution satisfaisante en tous points.

Il est en effet indispensable, pour obtenir une diffusion convenable des vapeurs dans le terrain à traiter, de multiplier les points d'injection en n'employant que de petites doses en chaque point.

La nécessité s'impose donc de l'achat d'injecteurs spéciaux; quant à la main-d'œuvre exigée par l'application de la méthode, elle est abondante, donc coûteuse, puisqu'il faut effectuer 20 000 à 30 000 perforations par hectare. Or, le nombre de ces perforations n'est si élevé que parce que le sulfure de carbone est un agent de grande violence *sous un faible volume*. Tant qu'elle demeure à l'état liquide, en effet, la petite dose reste au point où elle a été introduite, causant la mort certaine des parties végétales au contact desquelles elle se trouve directement; les vapeurs qui s'en dégagent ensuite ne diffusent que lentement, et fort mal [1], dans les zones circonvoisines, alors qu'elles restent longtemps extrêmement concentrées au point d'injection.

(*) Voir, parus précédemment, du même auteur :

Adjonction d'anhydride carbonique à l'oxyde d'éthylène en vue de rendre le mélange ininflammable, (*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, de juillet-août-septembre 1934, pp. 509-525);

Choix d'une technique de vide (*Chimie et Industrie*, de décembre 1934, vol. XXXII, n° 6);

Désinsectisation des grains par le mélange d'oxyde d'éthylène et d'acide carbonique. Notes sur le bromure de méthyle (*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, de juin-juillet 1936, pp. 385-462);

Emploi des mélanges de sulfure et de tétrachlorure de carbone dans la désinfection des grains (*Bulletin de l'Association des Anciens élèves de l'Institut agricole d'Algérie*, de décembre 1936).

La désinfection des plantes vertes en chambre close à la pression atmosphérique par le cyanure de calcium (*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, de septembre-octobre 1937, pp. 437-446).

(1) La diffusion des vapeurs de sulfure de carbone, dans un sol qui contient toujours un certain pourcentage d'humidité, est nettement défavorisée par cette humidité. Il s'agit là, en effet, de phénomènes de diffusion lente; un film continu d'humidité constitue un barrage absolu à la migration des vapeurs alors qu'un gaz soluble dans l'eau traverse à la longue ce barrage par dissolution sur une face du film, puis réévaporation sur l'autre face (où l'atmosphère est moins saturée), jusqu'à égalisation de la saturation de l'atmosphère sur les deux faces du barrage humide.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'application de la méthode est donc, *a priori*, entachée d'irrégularité dans l'action des vapeurs, action qui est la seule à considérer.

C'est pour réduire autant que possible cette irrégularité qu'on a multiplié le nombre des injections à l'hectare, tout en diminuant la dose de liquide introduite par chaque piqûre.

De ces considérations se dégage un premier fait : si l'on pouvait atténuer la violence de l'insecticide tout en augmentant le volume de liquide à injecter, on n'aurait plus alors à compter sur une *diffusion*, fort aléatoire, des vapeurs dans le sol, mais sur une répartition par *capillarité*, bien meilleure, par conséquent, du liquide même, liquide qui ne libérerait que peu à peu ses vapeurs toxiques.

Or, si l'on tient à continuer l'utilisation du sulfure de carbone, toutes sortes de raisons, tant chimiques que pratiques, s'opposent à sa dilution préalable, toutes ayant pour base son insolubilité dans l'eau[2].

ÉVENTUALITÉ DE L'EMPLOI DE L'OXYDE D'ÉTHYLÈNE. — Les excellents résultats obtenus dans l'emploi de l'oxyde d'éthylène avaient laissé penser que l'utilisation de ce produit devait permettre d'obtenir, pour résoudre ce problème, qui reste analogue dans ses grandes lignes à ceux qui ont déjà été étudiés par l'Insectarium d'Alger (désinfection par gaz toxiques de marchandises diverses), des constatations également favorables. Sa miscibilité en toutes proportions dans l'eau permettait en particulier de l'étendre autant que l'auraient exigé les quelconques conditions d'un traitement.

Toutefois, en raison de son bas point d'ébullition (12° environ), son emploi présente de graves inconvénients pratiques parmi lesquels on peut citer :

la nécessité d'emballages solides, capables de résister à sa pression quand ils sont laissés au soleil;

de grandes pertes par évaporation lors des transvasements;

le double danger représenté par l'abondant dégagement de vapeurs consécutif à l'ouverture du récipient, tant au point de vue respiratoire pour les manipulateurs qu'à celui du risque d'incendie.

Ces inconvénients sont tels qu'en définitive, l'emploi des solutions d'oxyde d'éthylène préparées à la ferme ne pouvait être envisagé. Il n'était pas même possible de partir de solutions aqueuses préparées à l'avance par le commerce, les inconvénients restant sensiblement les mêmes, le prix du transport en étant notablement augmenté et le phénomène de décomposition, par hydrolyse, de l'oxyde d'éthylène en glycol ayant alors le temps de jouer dans toute son ampleur.

C'est pourquoi il a semblé utile de rechercher un produit dont l'efficacité lui fût comparable tout en présentant de moindres inconvénients.

EMPLOI DE L'OXYDE DE PROPYLÈNE A L'ÉTAT DE VAPEUR LIBRE. — *Propriétés.* — Ce corps, de formule C^3H^6O, incolore et très mobile, a une densité à l'état liquide

(2) Quant aux émulsions de sulfure de carbone, elles se brisent aussitôt injectées dans le sol.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de 0,830 environ à 20°. La densité théorique de ses vapeurs, par rapport à l'air, est de 2. Son point d'ébullition est beaucoup plus élevé que celui de l'oxyde d'éthylène, 33° environ. Sa solubilité dans l'eau s'énonce ainsi :

Sont homogènes : 1° les mélanges dont les proportions, en volume, varient entre 0 partie d'eau pour 100 parties d'oxyde et 9 parties d'eau pour 91 parties d'oxyde; 2° les mélanges dont les proportions varient entre 58 parties d'eau pour 42 d'oxyde et 100 parties d'eau pour 0 partie d'oxyde. Ce qui revient à dire que des solutions aqueuses d'oxyde de propylène mesurées volumétriquement sont parfaitement stables de 0 à 42 p. 100 et de 91 à 100 p. 100.

Les mélanges dont les proportions varient entre 42 et 91 p. 100 se séparent en deux phases à 15°, chacune des phases ayant la composition d'une des teneurs limites indiquées. Un mélange par parties égales en volume se divise en deux phases, dont 12,5 p. 100 de phase légère et 87,5 p. 100 de phase lourde (riche en eau).

L'oxyde de propylène est hautement inflammable. Nous avons essayé d'atténuer son inflammabilité, mais sans grand succès, en lui ajoutant du tétrachlorure de carbone. En effet, à 18° il faut 95 p. 100 en volume de CCl^4 pour empêcher l'apparition de toute flamme. A 90 p. 100, la flamme est fugace, très lumineuse, fuligineuse. A 85 p. 100, elle dure plus longtemps et peut déjà être considérée comme dangereuse.

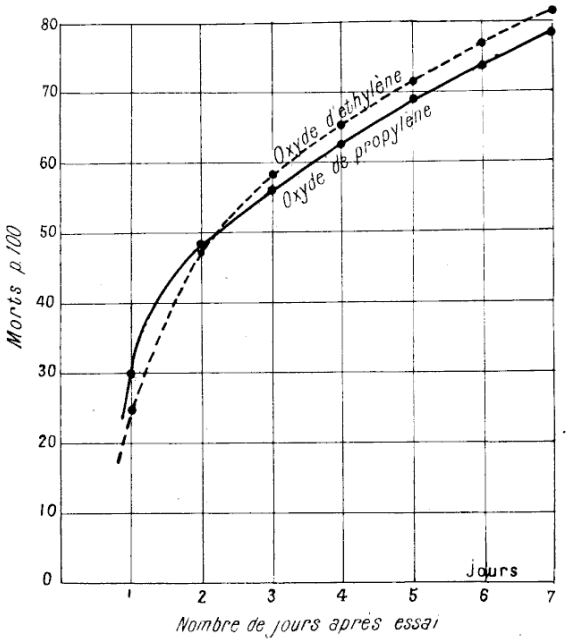


Fig. 1. — Courbes moyennes de mortalité (essais *in vitro* sur *Calandra orizae*,) en fonction du temps.

Oxyde d'éthylène, 84 essais portant sur 2 070 charançons.
Oxyde de propylène, 104 essais portant sur 2 680 charançons.
Bien que présentant une frappante analogie, ces courbes accusent une action toxique postérieure au traitement un peu plus marquée pour l'oxyde d'éthylène.

Quant aux solutions aqueuses, elles ne sont véritablement ininflammables qu'au-dessus de 95 p. 100 d'eau.

L'oxyde de propylène que nous avons utilisé provenait des usines de Melle (Deux-Sèvres). Nous en remercions ici le directeur, qui a bien voulu nous en approvisionner gracieusement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Action insecticide des oxydes d'éthylène et de propylène. — Tout comme l'oxyde d'éthylène, l'oxyde de propylène agit à retardement, c'est-à-dire que l'action insecticide n'apparaît, aux doses et durées limites, qu'un certain temps après l'inhalation des vapeurs [3]. En ce qui concerne ces deux gaz, le calcul des probabilités, basé sur des témoins et sur des insectes traités, permet d'affirmer que la mortalité due à la toxicité des gaz se manifeste au moins pendant les 4 premiers jours qui suivent le traitement (fig. 1). Dans les deux cas, en effet, le processus d'empoisonnement est le même, et il semble bien qu'on puisse lui donner pour cause l'un ou l'autre des deux phénomènes suivants :

— soit une hydrolyse donnant naissance à du glycol, suivie d'une combinaison de ce produit avec les humeurs du corps de l'insecte, provoquant l'apparition d'un toxique violent : la monochlorhydrine du glycol ou chlorhydrine de l'éthylène-glycol ;

— soit la formation directe de ce toxique par contact de l'oxyde avec l'acide chlorhydrique ou les chlorures, toujours présents dans l'organisme de l'insecte.

Toutefois, la première réaction, production de glycol, est, fort heureusement, assez lente.

Dans les solutions fraîches des deux oxydes, l'hydrolyse totale demande plusieurs jours. Elle semble d'autre part, d'après de récentes recherches effectuées par M. ANGLA, chimiste au Laboratoire de Chimie agricole et industrielle d'Alger, plus lente pour l'oxyde de propylène que pour l'oxyde d'éthylène.

C'est là, comme nous le constaterons plus loin, un sérieux avantage pour la destruction d'insectes à vie souterraine.

Essais in vitro. — Divers insecticides gazeux ont été récemment étudiés à l'Insectarium d'Alger en vue de déterminer leur action en fonction des temps et des dosages, sur *Calandra orizae* adulte. Ces essais, effectués *in vitro*, c'est-à-dire sans interposition, entre l'ambiance et l'insecte, de matière étrangère quelconque ont permis d'établir des *courbes de mortalité* parfaitement comparables entre elles.

Ces courbes, portées sur papier logarithmique, sont, comme il est normal, asymptotiques aux deux extrémités, mais présentent, dans leur plus grand parcours, une allure générale rectiligne très nette ; de cette intéressante particularité, nous allons essayer de dégager quelques conclusions.

Il a bien été déjà signalé (*J. of Economic Entomology*, *passim*) que le temps d'exposition décroît en proportion inverse de la croissance de la dose employée.

Soit T le temps, D la dose. La loi correspondante serait $T \times D = \text{Constante}$.

(3) Pour ces deux oxydes, il semble bien qu'une des raisons de leur efficacité soit précisément cette lenteur de leur action. En effet, si on admet que la toxicité appartient, non pas à l'oxyde lui-même, mais à un corps qui ne se forme qu'à la longue dans les tissus de l'insecte, on peut admettre que les réactions défensives réflexes qui interviennent dès que les tissus se trouvent au contact d'une substance nocive, ne se produisent par dès l'abord pour l'inhalation d'une vapeur qui, telle quelle, n'agit pas directement et immédiatement sur ces tissus. L'insecte ne serait « prévenu » que lorsqu'une quantité suffisante du corps secondaire toxique commencerait à s'accumuler dans les tissus, Mais, à ce moment, la quantité d'oxyde absorbée par les humeurs du corps est largement suffisante pour provoquer la mort.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cette loi se traduit, sur du quadrillé normal, par une hyperbole équilatère et, sur du papier logarithmique, par une droite parallèle à la base d'un triangle isoscèle dont les côtés égaux seraient représentés par l'axe des T et l'axe des D.

Mais il résulte du diagramme ci-joint (fig. 2), que la loi de corrélation n'est pas aussi simple. Le fait que la courbe prend, sur papier logarithmique, l'allure d'une droite veut dire que les grandeurs T et D sont liées par une relation :

$$T \times D^a = b$$

où a et b sont des constantes.

Mais l'exposant a de D n'est pas égal à 1 si la droite n'est pas parallèle à la base du triangle. D'autre part, plusieurs droites

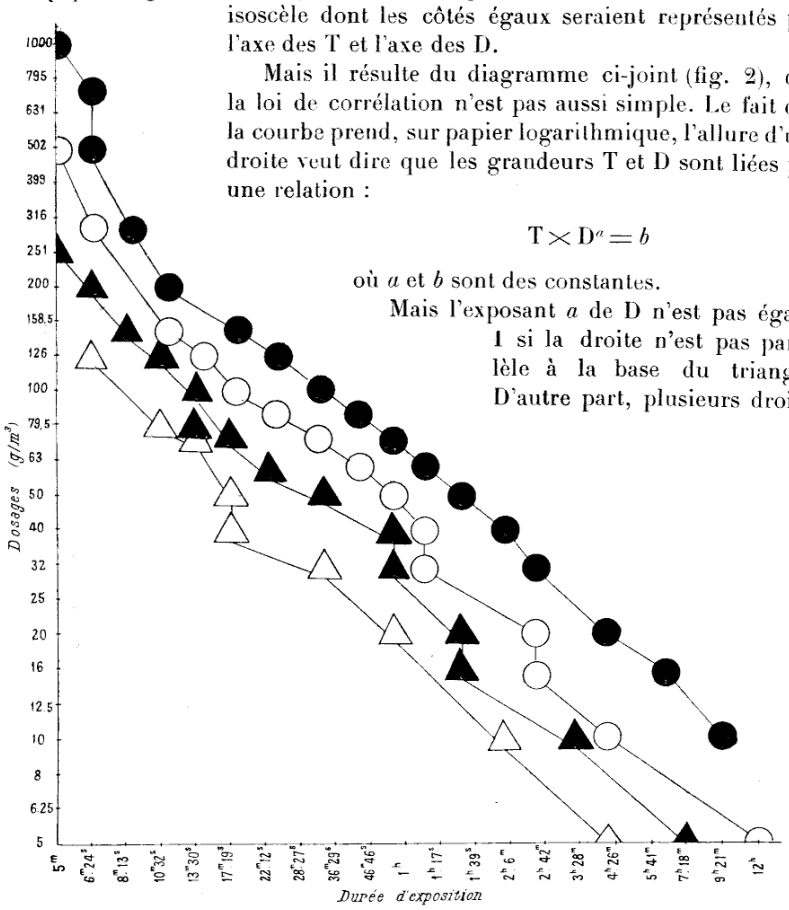


Fig. 2. — Courbes logarithmiques de toxicité de l'oxyde de propylène et de l'oxyde d'éthylène.

Les cercles noirs indiquent les points correspondant à la mortalité totale des charançons (*Calandra orizae*) soumis *in vitro* aux vapeurs d'oxyde de propylène. Les cercles blancs correspondent à leur mortalité en majeure partie. Mêmes conventions pour l'oxyde d'éthylène en ce qui concerne les triangles.

Remarquer l'extraordinaire régularité de la courbe de l'oxyde de propylène, régularité qui n'a jamais été constatée avec aucun des gaz insecticides étudiés à l'Insectarium d'Alger.

parallèles correspondent à des valeurs de b différentes et à des valeurs de a égales.

On peut calculer la valeur de a d'après les courbes obtenues, ainsi que la valeur de b pour l'oxyde de propylène et l'oxyde d'éthylène.

Pour l'oxyde de propylène, la relation est $T \times D^{0,878} = 2\,100$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour l'oxyde d'éthylène, elle devient $T \times D^{0.878} = 1\,050$.

Il y a beaucoup de raisons pour que, en ce qui concerne deux corps ayant une action similaire, l'exposant de D soit le même. On peut donc l'admettre pour l'instant et, alors, la valeur de b deviendrait un véritable indice de toxicité, la toxicité étant d'autant plus forte que l'indice est plus faible. Ce coefficient, pour une formule où on emploie la minute comme unité de temps et le gramme par mètre cube (g/m^3) comme unité de dosage est 1 050 pour l'oxyde d'éthylène et 2 100 pour l'oxyde de propylène.

Si d'autres corps ayant une action toxique différente comme manifestation, mais suivant la même loi générale $T \times D^a = b$ comportent une autre valeur de a, cette valeur pourrait alors permettre de caractériser jusqu'à un certain point le *mode d'action*.

Quoi qu'il en soit, et bien que ces hypothèses soient séduisantes, nous ne pouvons encore affirmer qu'une chose, qui ressort de tous nos essais, nombreux à ce jour, savoir : l'oxyde de propylène est un insecticide nettement *plus lent* que l'oxyde d'éthylène, de telle sorte que l'écart entre l'activité des deux corps tend à s'atténuer lorsque la durée d'exposition augmente. *L'oxyde de propylène peut être considéré comme intéressant pour les expositions de longue durée*, 24 heures par exemple.

Si les essais définitifs actuellement entrepris corroborent encore ce principe, peut-être pourrait-on l'expliquer très simplement par la solubilité moins grande, déjà signalée, de l'oxyde de propylène dans l'eau.

Si, comme il est plausible, l'intoxication des insectes se fait par la double réaction précitée, on conçoit que les humeurs, ayant atteint leur taux de saturation en oxyde (de propylène ou d'éthylène), ne soient plus en mesure d'en dissoudre de nouvelles quantités qu'au fur et à mesure qu'une partie se transforme, soit en glycol, soit en monochlorhydrine, diminuant la concentration effective en oxyde dans les humeurs.

Les deux phénomènes — dissolution et réaction — seraient donc liés l'un à l'autre dans leur processus puisque, seules, les quantités déjà dissoutes peuvent se transformer en glycol et que, seule, cette transformation pourra permettre la dissolution de nouvelles quantités d'oxyde.

Ce phénomène, purement physico-chimique, expliquerait très bien comment une diminution de solubilité se traduit par un allongement du délai nécessaire pour agir efficacement. D'autre part, il permet de comprendre pourquoi, alors que, généralement, les composés butyliques se montrent plus toxiques que les propyliques ou les éthyliques, la progression inverse s'observe pour la série des oxydes employés comme fumigants.

Cette observation est d'autant plus intéressante qu'elle semble démontrer en tout cas que l'action toxique de ces corps est tout à fait distincte de leur action narcotique; en effet, les narcotiques agissent en général, admet-on, par action lipolytique ou dissolution des corps gras. Or, à ce point de vue, les oxydes précités sont très sensiblement équivalents puisqu'ils se mélangent aux huiles en toutes proportions.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

EMPLOI DE L'OXYDE DE PROPYLÈNE EN SOLUTION AQUEUSE. — *Action insecticide.* — L'ensemble des considérations qui précèdent faisait espérer que l'oxyde de propylène en solution aqueuse très diluée pouvait, par un dégagement lent de ses vapeurs (complété peut-être par l'imbibition directe de l'insecte par le liquide), représenter un agent insecticide intéressant pour les sols.

a) sur *Calandra orizae.* — En vue de vérifier si l'imbibition directe des insectes à traiter était indispensable pour obtenir leur mort, on procéda à des essais dans lesquels des adultes de *C. orizae*, espèce assez résistante, furent choisis comme sujets.

Des boîtes métalliques recevaient de la toile métallique froissée, puis les sujets, au nombre de 20. Après les avoir obturées soigneusement avec une toile métallique liée sur leur périphérie, elles étaient placées retournées au milieu d'un pot à fleurs empli de terre. L'imbibition de celle-ci se faisait ensuite par simple trempage dans un baquet contenant la solution à essayer.

Des concentrations (en volume) de :

0,02 — 0,05 — 0,1 — 0,2 — 0,3 — 0,4 — 0,5 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 p. 100

furent essayées en fin décembre 1935, à une température ambiante de 17 à 18° [4].

Le déterrage des échantillons et les observations effectuées 3 jours plus tard donnèrent les résultats suivants :

— les concentrations de 5 à 0,3 p. 100 provoquaient la mortalité totale;

— celles de 0,2 et de 0,1 p. 100 laissaient les insectes vivants en assez grand nombre, 3 sur 20 pour la première, 16 sur 20 pour la seconde, mais en partie paralysés et tous, sans exception, bien que remis à l'air libre, moururent le lendemain, c'est-à-dire 4 jours après le traitement;

— les concentrations de 0,05 et 0,02 p. 100 ne donnaient aucun résultat.

De ces essais, on pouvait tirer deux conclusions :

L'action insecticide peut être assurée par les vapeurs seules se dégageant de la solution (la toile métallique chiffonnée mise dans les boîtes n'avait d'autre but que de mettre les charançons hors de l'atteinte du liquide, donc d'éviter leur imbibition);

L'action insecticide des solutions aqueuses d'oxyde de propylène apparaît, pour *Calandra orizae* adulte, à partir d'une concentration de 0,1 p. 100, c'est-à-dire 1 cm³ par litre d'eau.

b) sur *Pseudococcus adonidum.* — En vue de vérifier les résultats de cet essai, purement scientifique, par un autre essai d'intérêt pratique, on eut recours à l'expérimentation suivante.

Ayant constaté entre temps que la concentration de 0,15 p. 100 ne pouvait être dépassée sans nuire à certaines plantes, on appliqua cette concentration,

(4) On se songea pas alors à noter la température du sol, ce qui est une lourde faute, car il est certain que l'activité d'un tel traitement est fortement influencée par ce facteur. C'est lui, en effet, qui détermine la tension de vapeur atteinte par l'oxyde de propylène. Toutefois, étant donné que les pots étaient petits, il est à peu près certain que leur température était très voisine de celle de l'ambiance.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

toujours par simple trempage du pot, à des *Pseudococcus adonidum*, parasitant les racines d'un *Pittosporum tenuifolium* : 9 jours après le traitement, outre deux lombrics et un myriapode morts, on constata les résultats suivants sur les cochenilles : 75 mortes et 4 vivantes, soit une mortalité d'environ 95 p. 100. Mais on ne put trouver d'œufs vivants.

Cela s'expliquerait peut-être par le fait que le traitement ne tue pas sous cette forme. L'éclosion a donc lieu et c'est la jeune larve qui est tuée dès sa naissance.

On fit un essai analogue, toujours par trempage, avec des pots d'*Hibiscus rosa-sinensis* envahis par les mêmes cochenilles; elles étaient si abondantes qu'au dépotage les racines disparaissaient en certains points sous leurs amas blancs.

Les doses employées furent de 0,1 et 0,15 p. 100.

Les résultats, constatés huit jours après le traitement, furent les suivants :

Pour la dose de 0,1 p. 100, 8,2 à 31 p. 100 de morts, selon les échantillons et l'emplacement relatif des cochenilles examinées (la mortalité était nettement plus forte au centre de la motte que sur les bords, en contact direct avec les parois du pot).

Pour la dose de 0,15 p. 100, 97,6 à 100 de morts, avec, là encore, l'efficacité maxima au cœur même de la motte.

c) sur *Capnodis tenebrionis*. — Les doses essayées jusqu'ici avaient dû rester relativement faibles en raison de l'attaque du système radiculaire des plantes traitées. Le chevelu, la partie de beaucoup la plus sensible des organes souterrains de la plante, devait absorber des quantités considérables du corps, ce qui avait tôt fait de se traduire, pour les fortes doses, par la mort, ou, tout au moins, des accidents graves de la végétation.

L'application de solutions plus concentrées pouvait, sans risques sérieux, être envisagée pour des arbres en pleine terre, vigoureux et dont le système absorbant est éloigné du collet. C'est le cas des pruniers de plus de 5 ans, où le parasite à détruire est le dangereux bupreste *Capnodis tenebrionis*.

En 1935, pour lutter contre cet insecte, l'Insectarium d'Alger avait déjà essayé, outre les procédés ordinaires (émulsions chlorylées), une sorte de clochage du collet. Un entonnoir renversé et fendu selon une génératrice était mis en place à ras de terre; dans l'espace laissé libre entre le sol et l'entonnoir, autour du collet, des matières inertes, imprégnées de divers corps toxiques volatils étaient jetées et, après un calfeutrage soigné, on laissait agir les vapeurs pendant une semaine.

Ces essais, bien que non absolument négatifs, ont nettement démontré, par leur grande irrégularité, que les vapeurs diffusent très mal dans le sol, ce qui était à prévoir. Seules furent tuées quelques larves au contact desquelles, par une fissure, par une veine un peu plus perméable ou par un trajet de diffusion plus court, avaient pu parvenir des quantités suffisantes de gaz [5].

(5) En somme, tous les insecticides employés donnèrent des résultats : acide cyanhydrique, sulfure de carbone, tétrachlorure de carbone, essence minérale, essence minérale saturée de chloryle, dichloréthylène, hexachloréthane en cristaux, hexachloréthane en solution dans le sulfure de carbone; mais les résultats obtenus résultaient bien plus de la plus ou moins grande facilité offerte à la diffusion des masses gazeuses que de la toxicité propre de ces divers corps.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

De nouveaux essais furent donc tentés, par arrosage en cuvette, de pruniers de 7 ans, au moyen de solutions aqueuses d'oxyde de propylène à 0,3 — 0,45 — 0,675 et 1 p. 100. Les quantités de solution administrées par cuvette varièrent, selon la force des arbres, de 20 à 50 litres.

A de rares exceptions près, les résultats obtenus furent négligeables, et la plupart des *Capnodis*, larves, nymphes ou adultes, échappèrent au traitement. Pensant que cet échec pouvait être dû surtout à l'épaisseur de la couche ligneuse séparant le sol imbibé d'insecticide de la galerie du *Capnodis*, des essais analogues furent effectués sur de jeunes pruniers de 3 ans (Burbank greffé sur Mirobolan), en terre légère, moyennement humide. Des concentrations de 0,3 — 0,5 et 1 p. 100, employées à raison de 5 à 10 litres par pied, ne donnèrent, là encore, aucun résultat sérieux.

La preuve peut être considérée comme acquise que l'arrosage des pruniers par des solutions aqueuses d'oxyde de propylène n'a aucune action insecticide sur le *Capnodis*.

d) sur *Brachycaudus persicae*. — Le puceron noir du pêcher est relativement facile à détruire. Aussi a-t-on essayé sur lui l'action de pulvérisations d'oxyde de propylène à des concentrations variant de 0,25 à 4 p. 100, en ajoutant à la solution aqueuse 1 p. 100 d'adhésif du commerce.

Les résultats, sans être parfaits, sont cependant certains puisqu'ils atteignent environ 95 p. 100 de morts à partir d'une concentration de 0,5 p. 100; mais ils ne s'améliorent guère au-delà. A 0,25 p. 100, 80 p. 100 seulement des pucerons sont détruits. Encore cette destruction est-elle lente. Le lendemain du traitement, aucun insecte n'est mort. Les résultats signalés ne peuvent être enregistrés que 3 jours après le traitement. Quant aux larves de *Syrphes*, traitées sur les rameaux en même temps que les pucerons, aucune n'a été tuée.

On peut tirer de cet essai, anodin en apparence, deux conclusions intéressantes mais dont la vérification pratique s'impose :

Le dégagement des vapeurs d'oxyde de propylène, dans les conditions extrêmement simples de préparation de la solution ayant été suffisant pour obtenir une mortalité appréciable, il suffirait de rendre la solution à vaporiser moins volatile pour en accroître considérablement la durée d'efficacité, et, partant, l'efficacité;

Les larves de *Syrphes* ont montré une résistance parfaite à l'insecticide; il les a laissées libres de poursuivre ultérieurement leur destruction, si utile, des quelques pucerons rescapés, réfugiés lors du traitement dans les feuilles recroquevillées.

e) sur *Pseudococcus citri*. — Une violente attaque de la Cochenille farineuse s'étant manifestée dès fin juillet 1937 dans les orangeries algériennes, nous en avons profité pour expérimenter contre cet insecte, sous forme de pulvérisations, deux solutions contenant 1 p. 100 de savon de Marseille et 0,5 ou 1 p. 100 d'oxyde de propylène. Malgré la minutie apportée au traitement, les résultats ont été faibles : la mortalité, non évaluée, ne doit cependant pas excéder 10 p. 100. Seuls ont été tués quelques individus isolés, noyés dans la solution.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A moins de modifications profondes de cette formule, il faut donc abandonner l'espoir de lutter contre *Pseudococcus citri* au moyen de l'oxyde de propylène.

f) sur la *micro-faune du sol et de l'eau.* — Nous avons jugé intéressant de faire quelques essais sommaires à ce sujet, car les jardiniers se plaignent fréquemment des innombrables petits animaux que contient le terreau de feuilles; ce terreau a reçu 170 litres de solution par mètre cube. Les essais, effectués vers 16°, ont montré que des doses de 0,1 — 0,15 — et 0,20 p. 100 étaient insuffisantes, bien qu'exerçant une action notable. Mais, les doses égales ou supérieures à 0,25 p. 100 ont donné satisfaction en déterminant la mort, au bout de 4 jours au plus, de tous les lombrics, myriapodes et petits insectes, à l'état larvaire ou adulte.

Nous n'avons pu étudier l'action sur les bactéries et les protozoaires; il apparaît cependant qu'ils exigent pour être détruits une concentration supérieure à 0,15 p. 100.

A 18°, le plankton d'eau douce n'est pas entièrement tué, en 24 heures, par des concentrations de 0,01 à 0,15 p. 100. Mais d'excellents résultats sont acquis sur les protozoaires au-dessus de 0,2 p. 100.

g) sur les *Cloportes.* — Ces Myriapodes, qui commettent fréquemment des dégâts dans les semis, ont été traités à 27° par épandage de solutions aqueuses à raison de 2,250 l/m². Ils se sont montrés très résistants et aucun individu n'a été tué à des concentrations de 0,25 p. 100. Il est probable que leur destruction ne peut être obtenue qu'à des concentrations très supérieures, dangereuses pour les jeunes plants.

ACTION SUR LA VÉGÉTATION. — *a) Action sur les plantes en pots.* — L'insecticide choisi peut ici manifester au maximum sa nocivité pour le système radiculaire puisqu'il atteint tous les poils absorbants. On a choisi d'une part des plantes particulièrement sensibles : *Asparagus Plumosus* et *A. Sprengeri*, *Begonia Semperflorens* et *Hibiscus Rosa-Sinensis*, d'autre part, des espèces qui semblaient devoir mieux résister : Bigaradier et, surtout, *Phœnix Canariensis.*

Les diagrammes de la figure 3 traduisent l'effet produit sur les plantes par leur trempage prolongé jusqu'à imbibition parfaite et permettent de formuler les conclusions suivantes :

L'*Hibiscus* et le *Begonia* sont les plus sensibles : ils ne peuvent supporter sans inconvénient une concentration de 0,15 p. 100, qui cause déjà des accidents végétatifs temporaires. A 0,25 p. 100, la mort survient moins d'un mois après le traitement (fig. 4);

Les deux espèces d'*Asparagus* traitées ne résistent bien qu'à une dose maxima de 0,15 p. 100. Le *Sprengeri* est plus résistant car il peut supporter sans mourir (mais non sans de graves accidents végétatifs) des dosages de 0,5 p. 100. Avec *A. Plumosus*, au contraire, on ne peut dépasser 0,25 p. 100 (fig. 5);

Le Bigaradier a montré une résistance satisfaisante : il supporte sans inconvénient 0,25 p. 100 et se rétablit même, après une période difficile toutefois, si la concentration a été de 0,4 p. 100;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

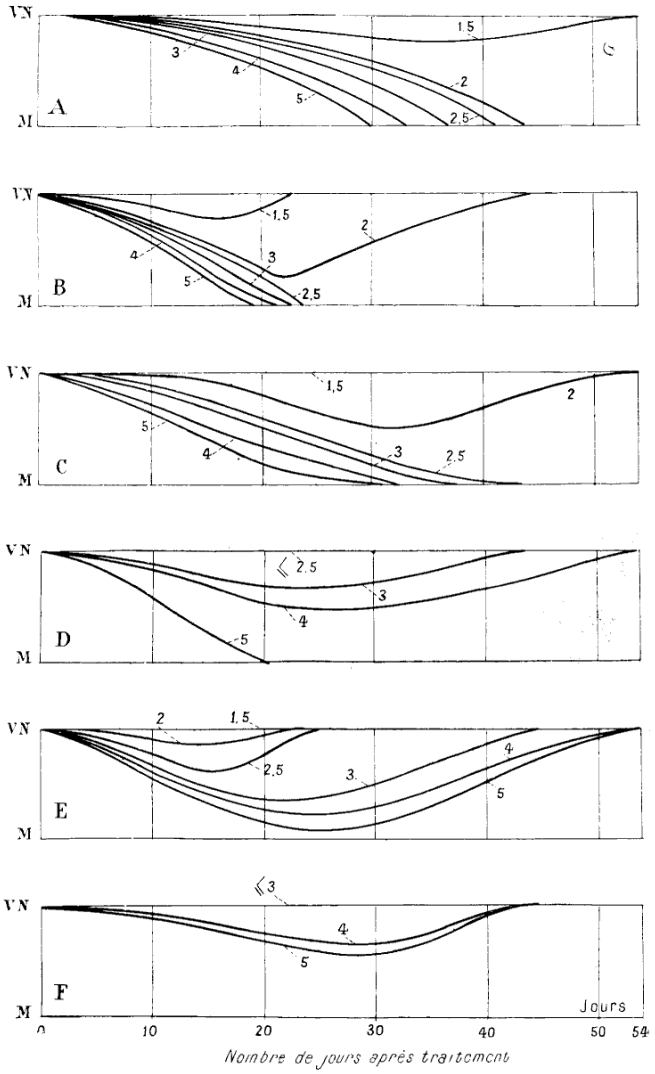


Fig. 3. — Action de solutions aqueuses d'oxyde de propylène sur diverses plantes. (États végétatifs déterminés par M. MAURI, chef multiplicateur au Jardin d'Essai d'Alger.)

VN, Végétation normale; — M, Mort du végétal traité;
A, *Begonia semperflorens*; — B, *Hibiscus rosa-sinensis*; — C, *Asparagus plumosus*; — D, Bigaradier; — E, *Asparagus Sprengeri*; — F, *Phœnix Canariensis*.
Les nombres portés indiquent les doses d'oxyde de propylène (cm^3/l).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le *Phœnix* supporte des doses allant jusqu'à 0,3 p. 100 et ne souffre pas trop de concentrations à 0,5 p. 100.

Il ressort des essais qui précèdent qu'une solution à 0,15 p. 100 peut être adoptée pour la désinfection des plantes en pots, ceux-ci étant trempés dans la solution pendant le temps nécessaire à leur parfaite imbibition; ce temps varie évidemment avec la forme, la taille des pots et la nature de leur terre. Le trempage durait environ 15 minutes, pour des pots atteignant au maxi-

Fig. 4. — *Hibiscus rosa-sinensis :* Aspect 20 jours après trempage.
A, Témoin; — B, Traitement à 0,5 p. 100 d'oxyde de propylène; — C, Traitement à 0.4 p. 100; — D, Traitement à 0,3 p. 100; — E, Traitement à 0,15 p. 100.

mum 10 cm de hauteur et de diamètre, pleins d'un mélange de terre et de terreau.

b) *Action sur les plantes en pleine terre.* — Des plantes herbacées, un *Oxalis sp.* et *Stenotaphrum americanum*, furent arrosées abondamment avec des solutions à 0,05 — 0,1 — 0,2 — 0,4 — 0,5 — 1 — 2 — 3 et 5 p. 100. Les résultats, encore visibles un mois après l'arrosage, montrèrent l'innocuité absolue des solutions de concentration inférieure ou égale à 0,5 p. 100. Mais les doses supérieures à 1 à 5. p 100 provoquèrent la brûlure totale des parties aériennes. Les doses à 2, 3 et 5 p. 100 provoquèrent même, les deux premières, la destruction partielle, la dernière, la destruction totale du système radiculaire.

On peut conclure de ces essais que le traitement de pelouses ou de bordures de *Stenotaphrum* ne peut être effectué à des dosages supérieurs à 0,5 p. 100. A cette teneur, l'action insecticide étant assez grande, il conviendrait de rechercher si elle s'exerce sur les vers blancs, les courtilières, etc.

Un essai portant sur de très jeunes semis de « roquette » (*Eruca sativa*, Cru-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cifères) et de persil montra qu'ils peuvent supporter sans dommage une solution, à 0,25 p. 100, à raison de 2,500 l/m².

En décembre 1935, des plantes arborescentes (Laurier noble, Cocos, Néflier, Rosier, Eucalyptus, Bigaradier) furent arrosées avec une solution à 0,15 p. 100. Jusqu'à ce jour rien d'anormal ne s'est révélé dans leur végétation. Il est même fort probable, étant donné que la majeure partie du chevelu se trouve fort loin du fût, c'est-à-dire de la zone arrosée, que ces plantes auraient supporté des doses notablement plus élevées.

Les essais de lutte contre le *Capnodis* ont permis de constater que le prunier

Fig. 5. — *Asparagus sprengeri :* Aspect 20 jours après traitement.
A, Témoin ; — B, Traitement à 0,5 p. 100 d'oxyde de propylène : — C, Traitement à 0,4 p. 100 ; — D, Traitement à 0,3 p. 100 ; — E, Traitement à 0,15 p. 100.

résiste parfaitement à des doses de 1 p. 100, même si elles sont administrées en quantités atteignant, pour certains arbres vigoureux, jusqu'à 50 litres de solution. Mais, si l'arbre traité avec une solution à plus de 0,3 p. 100 porte une plaie souterraine au collet ou à la naissance des racines principales, causée le plus souvent par l'attaque d'un insecte xylophage, on ne tarde pas à remarquer des effets désastreux : par cette plaie, les tissus absorbent une quantité d'oxyde de propylène telle que, peu après, les feuilles deviennent brunes, puis noires, se dessèchent et tombent, selon un processus identique à celui qui est constaté lors du traitement à la chlorhydrine du propylène-glycol. Le traitement « achève » donc tous les plants gravement attaqués pour ne laisser subsister que ceux qui sont sains ou légèrement atteints : il joue un rôle de détecteur. Malheureusement, cette concentration de 1 p. 100 est insuffisante pour détruire le *Capnodis* à quelque stade qu'il soit. Dans les nombreux arbres tués au cours de nos essais par de trop fortes doses d'oxyde de propylène, nous n'avons pas relevé un seul cas où

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la mort d'un insecte pût être attribuée à l'action de ce corps. Les rescapés pullulaient.

Il est donc peu probable que l'oxyde de propylène puisse beaucoup servir dans la lutte contre le Bupreste du prunier.

c) *Action sur le feuillage.* — Au cours de tous les essais, on prit toujours soin de mouiller quelques feuilles des plantes traitées avec la solution. Les feuillages les plus délicats ont résisté même aux grandes concentrations de 5 p. 100, mais il s'agissait de solutions simples, très volatiles, donc à action fugace. Si l'on parvient à adjoindre à l'insecticide un corps qui, le maintenant plus longtemps sur les organes, prolonge l'action de ses vapeurs, de nouveaux essais devront être effectués.

d) *Action sur la germination.* — Il reste à étudier quelle action une terre, désinfectée selon le mode indiqué ci-dessus, peut exercer sur les graines qui lui ont été confiées.

Une seule série d'essais a été faite : on a planté, dans des échantillons de terreau traités 10 jours plus tôt, des graines de Julienne de Mahon (*Malcolmia maritima*), Crucifère herbacée ornementale très fragile. Les résultats furent excellents : on n'observa aucune différence, ni dans la levée, ni dans la végétation ultérieure, entre les plantes semées sur témoin et sur terreau traité, même à 0,33 p. 100.

Emploi de la chlorhydrine du glycol en solution aqueuse. — Tout comme l'oxyde d'éthylène, l'oxyde de propylène est susceptible de donner, par réaction avec les chlorures toujours abondants dans les milieux organiques, la chlorhydrine du propylène-glycol suivant la formule :

$$\underset{(58)}{CH^3.CH.CH^2} - HCl = \underset{(94)}{CH^3.CHCl.CH^2OH}$$

(O)

En vue de vérifier si les équivalences de toxicité concordent avec les équivalences chimiques, tant vis-à-vis des insectes que des plantes, nous avons procédé à une série d'essais consistant en trempages de plants de *Cerasus Capulli* en pots, contaminés par *Pseudococcus Adonidum*, dans les solutions suivantes, chimiquement équivalentes :

Essai.	Oxyde de propylène (teneur p. 100).	Chlorhydrine du propylène-glycol (teneur p. 100).
—	—	—
1	0,06	0,1
2	0,12	0,2
3	0,245	0,4
4	0,49	0,8
5	0,99	1,6
6	1,975	3,2

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'action se manifesta un peu plus lentement sur les plantes traitées à l'oxyde de propylène, mais, 24 jours après le traitement, elle était semblable dans les deux séries. Les plantes des essais 5 et 6 furent tuées. Celles des essais 3 et 4 furent très gravement atteintes. En revanche, l'action fut à peine visible sur les plantes de l'essai 2 (10 p. 100 à peine des feuilles furent légèrement brûlées) et passa totalement inaperçue pour l'essai 1.

L'oxyde de propylène n'agit donc que par la chlorhydrine provenant de sa décomposition. Dans chaque essai, comportant d'une part une certaine quantité d'oxyde de propylène, d'autre part la quantité correspondante de chlorhydrine, des résultats semblables furent obtenus. Il n'en fut pas de même avec les cochenilles. Si elles furent tuées en grande majorité par des concentrations en oxyde de propylène égales ou supérieures à 0,133 p. 100, aucun résultat ne fut obtenu avec une dose chimiquement correspondante de chlorhydrine (0,2 p. 100), ni à la concentration de 0,4 p. 100.

Quelques résultats apparurent à 0,8 et 1,6 p. 100; mais, pour obtenir de bons résultats, il fallut utiliser la concentration de 3,2 p. 100, c'est-à-dire 16 fois plus forte que l'équivalente chimique.

Une telle différence entre les deux effets théoriquement correspondants sur les insectes, d'une part, sur les végétaux, d'autre part, ne peut être évidemment attribuée qu'à la différence des tensions de vapeur, la tension étant convenable pour l'oxyde de propylène et très faible pour la chlorhydrine. Ce corps serait un excellent insecticide si on en maintenait dans l'air une quantité appréciable à l'état de vapeur; mais la chose est impossible, même en forçant considérablement les doses. L'oxyde de propylène agit au contraire dès son administration, même à faibles concentrations. L'action inverse constatée sur les végétaux s'explique par le fait que la chlorhydrine imbibant la terre est rapidement absorbée par la plante et exerce aussitôt son action destructrice; l'oxyde de propylène n'agit que plus tard, au fur et à mesure qu'il se trouve transformé en chlorhydrine.

La chlorhydrine du propylène-glycol est donc à rejeter pour désinfecter les sols.

CONCLUSION. — Des quelques recherches effectuées jusqu'à présent, on peut déjà conclure que l'oxyde de propylène est un fumigant nouveau des plus intéressants. Son mode d'action toxique, quantités mises à part, rappelle nettement celui de l'oxyde d'éthylène, mais sa volatilité moindre rend son transport et son application plus faciles, moins onéreux par conséquent. Il est désirable que des essais sur son emploi soient poursuivis pour savoir dans quelle mesure on peut étendre le champ de ses applications.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

Les conifères, par Léon PARDÉ, ancien Conservateur des Eaux et Forêts, ancien directeur des Écoles forestières et de l'Arboretum national des Barres. Un vol. br. (22 × 16 cm.), de 308 p.; nombreuses figures; planches, 1937. La Maison rustique, Librairie agricole et horticole, édit., 26, rue Jacob, Paris (6e). Prix : broché, 32 fr. Index : 584.7

Il était nécessaire de mettre à la portée du public, un ouvrage sur les conifères permettant, à ceux qui sont plus ou moins étrangers aux questions botaniques, de reconnaître les différents arbres verts que nous pouvons rencontrer sur le territoire français, et qui sont particulièrement si difficiles à distinguer dans certaines espèces. L'ouvrage de M. Pardé sur *Les conifères*, paru récemment, répond à cette idée.

Pour permettre à ceux qui s'intéressent aux arbres verts et ne plus les confondre uniquement sous le nom de sapins comme cela arrive très souvent de nos jours, M. Pardé a cherché à présenter un ouvrage à la fois simple et très clair, permettant à tous de reconnaître et de distinguer les différentes espèces de conifères de nos parcs et jardins.

Longtemps professeur et directeur des Écoles forestières des Barres, il a pu poursuivre ses études sur les conifères de l'Arboretum, très complet, annexé à l'École, et a complété ses études par de nombreux voyages en France et en Europe. Étudiant les conifères, souvent dans leur pays d'origine, il s'est trouvé ainsi à la tête d'une très riche documentation et il a pu établir des tableaux dichotomiques d'une utilisation pratique pour l'identification des conifères, quel que soit leur état de développement.

Il s'est surtout appliqué à l'examen facile de l'arbre à l'aide de ses organes de végétation; mais il lui a fallu cependant tenir compte de la diversité très grande de certaines espèces aux nombreuses variétés, ainsi que de leurs caractères, qui peuvent se modifier au cours de l'âge même des végétaux et rendre certains sujets très dissemblables suivant l'âge auquel on les examine.

L'ouvrage de M. Pardé est divisé en deux parties. Il étudie dans un premier chapitre, les caractères généraux de la classification botanique des conifères avec leurs familles et sous-familles, les tribus et sous-tribus et leurs genres.

Il passe ensuite à l'examen de leur distribution géographique dans le monde et à travers les âges géologiques; il examine les services que ces arbres peuvent rendre à l'homme; il étudie les conditions de climat et de sol convenant à chacun d'eux; enfin leur mode de propagation (semis, bouturage, marcottage ou greffe); alors, se termine l'ouvrage lui-même. Mais M. Pardé,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

forestier convaincu, il n'a garde d'oublier le traitement des arbres en forêt, la culture des conifères comme arbres d'ornement et il indique la liste des nombreux ennemis de ces arbres dans les deux cas.

Dans une seconde partie, M. Pardé passe en revue les conifères indigènes cultivés dans les régions tempérées et cite les spécimens rares qui se trouvent uniquement dans certaines collections scientifiques.

Des tableaux permettent l'identification des espèces avec leurs noms scientifiques et les synonymes, sous lesquels ils sont désignés dans la langue horticole courante; le pays d'origine est également toujours mentionné ainsi que les renseignements sur l'importance de leur culture dans les divers pays où les conifères ont été introduits — en indiquant les exigences culturales et l'utilisation de leurs principales variétés de bois — qui se sont maintenus jusqu'à nos jours dans certaines régions.

L'ouvrage est illustré par des reproductions photographiques donnant l'aspect des sujets les plus remarquables et par des dessins très nets sur les principaux accessoires de l'arbre, dessins exécutés par la fille de l'auteur, Mlle Isabelle Pardé.

Le travail de M. Pardé, comble très heureusement une lacune qui se faisait sentir depuis longtemps.

J. DEMORLAINE.

La chimie des vitamines et des hormones, par Joseph SIVADJIAN, docteur ès sciences (Les monographies de chimie pure et appliquée. Nouvelles série). Un vol. br. (24 × 16 cm), de 23 p. Gauthier-Villars, édit., 55, quai des Grands-Augustins, Paris (6e), 2e édition, 1938. Prix, br. 50 fr. Index : 577. 16-17

La question des vitamines et des hormones intéresse si vivement, non seulement les chimistes et les biologistes, mais aussi le grand public, qu'une première édition de cet ouvrage, parue au début de cette année, a été épuisée en quelques jours et qu'une seconde édition a été jugée nécessaire. Cette seconde édition n'est cependant pas une réimpression de la première : les progrès de nos connaissances sur les vitamines et les hormones sont si rapides que l'ouvrage a dû être refondu entièrement. Bien qu'on tente de plus en plus à ne pas faire de distinction entre les vitamines et les hormones et qu'il convient de les associer dans un exposé d'ensemble, l'ouvrage les présente séparément et sous la forme suivante.

Dans une première partie, consacrée aux vitamines, l'auteur a conservé la distinction, aujourd'hui classique, entre celles qui sont liposolubles et celles qui sont hydrosolubles; on retrouve alors, pour chacun des deux groupes, les vitamines dans l'ordre alphabétique de leur désignation; vitamine A, vitamine D et calciférol, vitamine C, vitamines B_2 et B_1 et, par exception, vitamine E, ou de reproduction, celle-ci, isolée en 1936, faisant l'objet d'un nouveau chapitre. On voit qu'il ne s'agit là que des vitamines aujourd'hui parfaitement connues, à l'exclusion de celles, plus nombreuses encore, dont l'étude est encore en cours.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La seconde partie, consacrée aux hormones à structure cholanique, comprend quatre chapitres : 1° hormones masculines; 2° hormones du corps jaune; 3° hormones de la follicule; 4° hormone cortico-surrénale; celle-ci s'apparente étroitement aux hormones sexuelles et aux stérols.

Dans chaque chapitre consacré à une vitamine ou à une hormone, on trouve : un historique, l'état naturel et la distribution du corps; sa constitution chimique; sa préparation et la ou les méthodes employées pour sa synthèse, le cas échéant; ses propriétés physiques et chimiques; ses réactions colorées et les méthodes de son dosage; les dérivés isomères et homologues, le cas échéant, et la ou les provitamines dont il peut provenir; l'action ou les actions physiologiques; la mention des corps autres que la vitamine étudiée qui peuvent avoir la même action vitaminique, généralement à un degré moindre.

Deux bibliographies, formant ensemble 31 pages, complètent l'ouvrage, qui représente ainsi, sous une forme à la fois détaillée et résumée, l'état actuel de nos connaissances sur les vitamines et les hormones. E. L.

*
* *

Analyses gravimétriques complètes par précipitation directe dans des creusets à masse filtrante d'Iéna, par G. G. Longinescu et I. I. Prundeanu. Extrait du *Bulletin de la Section scientifique de l'Académie roumaine*, tome XIX^e, n° 6-7, 1938. Une brochure, tirée à part (25 × 17 cm), de 9 p., 2 fig. Imprimerie nationale. Bucarest. Index : 543/5

Depuis plusieurs années, le professeur G. G. Longinescu, membre honoraire de l'Académie roumaine et membre correspondant de la Société d'Encouragement, a recherché et mis au point plusieurs méthodes nouvelles destinées à rendre plus faciles, plus rapides et plus précis les dosages employés dans les laboratoires en analyse pondérale ou volumétrique. La méthode décrite dans cette note par les auteurs a été présentée à l'Académie roumaine le 15 octobre 1937; elle complète une première note sur le même sujet présentée le 30 octobre 1936. Les auteurs y décrivent une méthode d'analyse pondérale qui paraît d'une application très générale, et qui est appelée à rendre les plus grands services en raison de la facilité de son mode opératoire, de sa rapidité et de sa précision.

Les auteurs font d'abord remarquer combien les opérations qui consistent à séparer un précipité du milieu dans lequel il s'est formé sont longues et sujettes à erreurs. De plus, l'incinération du filtre en papier qui a retenu le précipité exige des précautions spéciales et des reprises s'il s'agit d'un corps réductible.

La nouvelle méthode consiste essentiellement à former le précipité dans un entonnoir de verre dont la douille est obturée par un court tuyau de caoutchouc, serré par une pince. Quand le liquide qui surmonte le précipité est clair, on desserre la pince et on fait tomber le précipité dans un creuset d'Iéna poreux, qui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le retient et où l'on peut le laver. La précipitation peut aussi s'effectuer dans le creuset même. Le lavage et la filtration sont accélérés en utilisant le vide d'une trompe. Il convient de remarquer que les creusets d'Iéna spéciaux retiennent les précipités les plus fins et même les bactéries. On n'a donc pas à rendre le précipité plus grenu et plus dense, comme c'est quelquefois nécessaire par la méthode du filtre en papier.

Le creuset a été porté préalablement à 130° jusqu'à poids constant. On le pèse à nouveau dans les mêmes conditions après qu'il a reçu le précipité lavé. La différence des pesées donne le poids du précipité.

La note donne des exemples d'application du procédé : au dosage du plomb, à l'état de sulfate ou de sulfure; du chlore et du brome, en passant, soit par le chlorure d'argent, soit par le bromure d'argent; à la séparation du calcium d'avec le baryum et le strontium; à la séparation du sulfate de plomb et du sulfate de baryum. Ici on dissout le sulfate de plomb dans une solution d'iodure de potassium additionnée d'acide acétique.

Dans certains cas, les auteurs ont rajeuni et rendu pratiques des dosages par des méthodes anciennement connues mais qui avaient dû être abandonnées à cause de leur longueur ou de leur imprécision.

E. L.

***

L'avortement épizootique et la fièvre ondulante (25 p., 1936). **La fièvre aphteuse** (36 p., 1938), par M. CAILLOT, docteur-vétérinaire, 2 br., nos 217 et 219 de la Bibliothèque Vermorel (Les petits manuels des syndicats agricoles). Br. (18 × 12 cm). Librairie agricole de la Maison rustique, 26, rue Jacob, Paris (6e), et Librairie du Progrès agricole et viticole, à Villefranche (Rhône) édit. Prix de chaque brochure, 2,50 fr. Index : 616.999

Ces brochures reproduisent le texte de deux conférences de vulgarisation faites par l'auteur au Comice agricole de Villefranche. Elles appartiennent à une collection dans laquelle on met à la portée des cultivateurs et des éleveurs les questions d'actualité qui les intéressent et sur lesquelles il leur est souvent très difficile de se documenter exactement. Dans le cas présent, il s'agit de maladies infectieuses redoutables, qui frappent le bétail et éventuellement l'homme (fièvre ondulante). Chacune d'elles renferme un court historique, signale les causes, les espèces animales atteintes, les caractères, le diagnostic, la durée, le pronostic et le traitement de la maladie, les déclarations et la police sanitaire dont elle fait l'objet.

E. L.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE EN JUILLET, AOUT ET SEPTEMBRE 1938.

THIBAUD (JEAN), CARTAN (LOUIS) et COMPARAT (PAUL.). — **Quelques techniques actuelles en physique nucléaire.** Méthode de la trochoïde. Électrons positifs. Spectrographie de masse. Isotopes. Compteurs de particules à amplification linéaire. Compteurs de Geiger et Muller. In-8 (25 × 16) de VI + 276 p., 154 fig., XII pl. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1938. **18 681**

LENGELÉ (ROBERT). — **L'étude rationnelle du marché.** (Publié sous le patronage du Comité national de l'Organisation française et de l'Union des Industries métallurgiques et minières.) In-8 (24 × 16) de 172 p., 14 fig. Paris, Delmas, 12, rue de Madrid (8e), 1938. **18 682**

MATAGRIN (A.). — **Manuel du savonnier.** In-12 (18 × 13) de XVII + 268 p., 34 fig. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1938. **18 683**

SIVADJIAN (JOSEPH). — **La chimie des vitamines et des hormones.** (Les monographies de chimie pure et appliquée (nouvelle série), publiées sous la direction de M. H. GAULT). In-8 (24 × 16) de 239 p. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1938. **18 684**

DEMOLON (ALBERT). — **Principes d'agronomie.** Tome I : *La dynamique du sol.* 2e édition. In-8 (25 × 16) de XIV + 495 p., 88 fig. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1938. **18 685**

COMITÉ CENTRAL DE CULTURE MÉCANIQUE DU MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. — **Rapport des essais de gazogènes.** In-8 (24 × 16) de 117 p., 7 fig., 18 graphiques. Paris, 2, avenue de Saint-Mandé (12e). **18 686**

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ (54, avenue Marceau, Paris, 8e). — **Publications : 7** (1937) : *Règles d'établissement des câbles sous plomb isolés au papier imprégné*, 12 p. — **18** (1937) : *Spécifications pour la fourniture des fils méplats à angles arrondis, d'épaisseur comprise entre 0,5 et 10 mm, destinés aux enroulements de machines et d'appareils électriques*, 12 p., 2 fig. — **54** (1938) : *Normalisation des bornes de connexion*, 9 p., 2 fig. — **58** (1938) : *Règles d'établissement des interrupteurs aériens pour courant alternatif et pour tensions égales ou supérieures à 1 000 volts*, 52 p., 6 fig. — **408** (additif) : *Circulaires et arrêtés déterminant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique*, 4 p. **18 473**

BUREAU DES NORMES DE L'AUTOMOBILE (Chambre syndicale patronale des Fabricants d'accessoires et pièces détachées d'automobile, etc., 5, avenue Friedland, Paris, 8e). — **Feuilles de normes** (janv. 1938) : **B. N. A. 281 :** *Tolérances de fabrication (système international ISA). Arbres (qualité 5).* — **B. N. A. 282 :** ..... *Arbres (qualité 6).* — **B. N. A. 283 :** ..... *Arbres (qualité 7).* — **B. N. A. 284:** ..... *Arbres (qualités 8 et 9).* — **B. N. A. 285 :** ..... *Arbres (qualités 10 et 11).* — **B. N. A. 286 :** ..... *Arbres (qualités 12 à 16).* — (avril 1938) **B. N. A. 287 :** *Fixation side-cars sur motos. Positions des points d'attache.* — **B. N. A. 288 :** *Écrous borgnes à calotte rapportée. Calotte sertie dans l'écrou.* **17 497**

* * *

FERET (R.). — **Nouvelles recherches sur la forme des éléments inertes des bétons.** (ex *Annales de l'Institut technique du Bâtiment et des Travaux publics*, mai-juin 1938).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

In-4 (28 × 22) de 19 p., 14 fig. Paris, 100, rue du Cherche-Midi (6e). (*Don de l'auteur, membre du Conseil d'Administration.*) **Pièce 14 126**

FERET (R.). — **Décompositions de mortiers** (ex *Revue des Matériaux de construction et de travaux publics*, mai 1938). In-4 (32 × 24) de 4 p. Paris, 148, boulevard Magenta (10e). (*Don de l'auteur, membre du Conseil d'Administration.*) **Pièce 14 127**

FERET (R.). — **Ciments à haute résistance initiale et additions salines** (ex *Revue des Matériaux de construction et de travaux publics*, juin 1938). In-4 (32 × 24) de 6 p. Paris, 148, boulevard Magenta (10e). (*Don de l'auteur, membre du Conseil d'Administration*). **Pièce 14 128**

FRANÇOIS (Mlle M.-TH.). — **La culture du théier en Russie méridionale** (ex *Revue de botanique appliquée et d'agriculture tropicale*, n° 195, 1937). In-8 (24 × 15) de 8 p., 1 fig. Paris, 57, rue Cuvier (5e). (*Don de l'auteur, membre de la Société*). **Pièce 14 129**

CAILLOT (M.). — **L'avortement épizootique et la fièvre ondulante.** Conférence sur les brucelloses, faite au Comice agricole de Villefranche le 29 novembre 1936. (*Bibliothèque Vermorel. Les petits manuels des Syndicats agricoles, n° 217*). In-12 (18 × 12) de 26 p. Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, 26, rue Jacob (6e); Villefranche (Rhône), Librairie du Progrès agricole et viticole. **Pièce 14 130**

CAILLOT (M.). — **La fièvre aphteuse.** Méthodes actuelles de lutte. Conférence faite au Comice agricole de Villefranche le 13 février 1938. (*Bibliothèque Vermorel. Les petits manuels des Syndicats agricoles, n° 219.*) In-12 (18 × 12) de 36 p. Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, 26, rue Jacob (6e); Villefranche (Rhône), Librairie du Progrès agricole et viticole. **Pièce 14 131**

***

MINISTÈRE DE L'AIR. — **Publications scientifiques et techniques**, nos **114** : *Chronophotogrammétrie plane et stéréoscopique*, par Charles FORTIER, 182 p., XCIX pl. (1937). — **115** : *Étude expérimentale de l'allumage par point chaud dans les moteurs à explosion*, par Max SERRUYS, 44 p., 27 fig. (1937). — **116** : *Films indéformables pour la photographie aérienne*, par André CHARRIOU et Suzanne VALETTE, 101 p., 37 fig. (1937). — **118** : *Contribution à l'étude des helices*, par Dimitri RIABOUCHINSKY, 124 p., 110 fig., XVI pl. (1938). — **119** : *Répartition des températures sur une aile d'avion. Applications aux phénomènes de givrage*, par Edmond BRUN, 47 p., 44 fig. (1938). — **120** : *Contribution à l'étude de la rupture des fils métalliques soumis à des torsions alternées*, par E. RAVILLY, 187 p., 95 fig. (1938). — **121** : *Applications aérodynamiques de la méthode de chronophotogrammétrie plane. (Construction d'un tunnel hydrodynamique. Étude cinématique des écoulements autour de profils d'ailes. Effet hypersustentateur de l'aileron à fente)*, par Jean LABAT, 81 p., 33 fig., VIII pl. (1938). — **123** : *Étude de l'adaptation et du fonctionnement de l'ensemble : planeur, moteur, propulseur*, par R. SILBERT, 313 p., 216 fig. (1938). — **124** : *Recherches sur la gélatine photographique*, par André CHARRIOU et Suzanne VALETTE, 56 p., 20 fig. (1938). — **126** : *Étude expérimentale d'une maquette d'avion complet*, par R. SILBER, 183 p., 157 fig. (1938). Paris, Ed. Blondel La Rougery, 7, rue Saint-Lazare (9e); Gauthier-Villars, 55 quai des Grands-Augustins (6e). **Pér. 117**

MINISTÈRE DE L'AIR. — **Bulletin des Services techniques**, nos **77** : *Contribution à l'étude du vol en atmosphère agitée. Rapport sur la campagne du « Potez 540 » à la Banne d'Ordanche du 19 au 30 septembre 1936*, par Paul DUPONT, 123 p., 46 fig., XLII pl. (1938). — **79** : *Obtention rapide de négatifs en photographie aérienne*, par André CHARRIOU et Suzanne VALETTE, 24 p., 46 fig. (1938). — **80** : *Les sondages à deux théodolites à la Banne*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'Ordanche (*campagne aérologique de 1935*), par Albert BALDIT, 55 p., 29 fig. (1938). Paris, Ed. Blondel La Rougery, 7, rue Saint-Lazare (9e); Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e). **Pér. 117**

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. — BUREAU DE DOCUMENTATION MINIÈRE. — **Statistique de l'industrie minière et des appareils à vapeur en France, en Algérie, dans les colonies, pays de protectorat et territoires sous mandat français pour l'année 1937** (1er fascicule). Mémoire annexe : *Bassins houillers et lignifères de la France,* par J. DESROUSSEAUX. — *Bassins d'outre-mer*, d'après F. BLONDEL et L. CLARIOND; par P. GUILLAUMAT. Paris, Imprimerie nationale, 1938. **Pér. 138**

CHAMBRE DE COMMERCE DE PARIS. — **Compte rendu des travaux.** Année **1937.** Tome I : *Commissions d'études*: Tome II; *Commissions administratives.* Paris, Librairie-imprimerie réunies, 1938. **Pér. 148**

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 XVIII : *Comptes rendus des travaux en 1936.* Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1937. **Pér. 188**

Agenda Lumière 1938. Paris, Société Lumière, 82, rue de Rivoli (4e). **Pér. 28**

ÉCOLE POLYTECHNIQUE. — **Journal.** IIIe série, n° 6, avril **1938.** Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1938. **Pér. 281**

SOCIÉTÉ AMICALE DE SECOURS DES ANCIENS ÉLÈVES DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE. — **Annuaire 1938.** Paris, 21, rue Descartes (5e). **Pér. 281**

ROYAUME DE BELGIQUE. — MINISTÈRE DU TRAVAIL ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALE. — DIRECTION GÉNÉRALE DE L'ASSURANCE ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALE. — **Rapport relatif à l'exécution de la loi sur la réparation des dommages résultant des Accidents du travail pendant les années 1933-1934-1935.** Bruxelles, Imprimerie du Moniteur belge, 40, rue de Louvain, 1938. **Pér. 277**

INSTITUT D'ÉGYPTE. — **Bulletin.** Tome XIX. 2e fascicule. Session **1936-1937.** Le Caire, 1937. **Pér. 32**

INSTITUT D'ÉGYPTE. — **Mémoires présentés.** Tome XXXVI : *Le livre des questions sur l'œil de Honaïn Ibn Isḥq*, par le R. P. SBATH et M. MEYERHOF, de 147 p. Le Caire, 1938. **Pér. 32**

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES. — **Mémoires,** n° **40** (Vol. 6, n° 1) : *Les phénomènes de polarisation spontanée électrique du sous-sol et leur application à la recherche des gîtes métallifères*, par E. POLDINI, 43 p., 17 fig. (1938). — n° **41** (Vol. 6, n° 2) : *Le Claustrum parvum chez l'homme,* par E. LANDAU, p. 45-64, 10 fig. (1938). Lausanne. **Pér. 209**

INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS. — **Proceedings.** Vol. **137, 1937** (nov.-déc.). London, St. James's Park, S. W. 1. **Pér. 114**

L'agent général, gérant, E. LEMAIRE.

BRODARD ET TAUPIN, Coulommiers-Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LE MATÉRIEL ET L'OUTILLAGE POUR LE TRAVAIL DES MÉTAUX EN FEUILLES (*)

par M. Paul Busson, *Ingénieur des Arts et Métiers, directeur des Ateliers A. Aubry.*

Notre chef du Gouvernement installant, à fin septembre 1937, la Commission d'Enquête sur la Production formulait : « le désir de faire appel à la raison et au patriotisme de tous les intéressés pour les inviter à se soumettre aux leçons de l'expérience et aux exigences de l'intérêt national » et ajoutait : « s'il « apparaît qu'une industrie ne peut produire qu'en *modernisant ses appareils et* « *son outillage*, il faudra que les patrons se plient à cette nécessité ».

Tous les industriels qui façonnent les métaux en feuilles et, principalement, ceux de l'emboutissage, pourraient dire à notre président du Conseil qu'ils n'ont pas attendu ses directives pour moderniser leurs méthodes et leur outillage, et encore mieux : le très grand essor pris au cours de ces dernières années par nos industries est dû à l'obtention d'un produit ayant de bonnes caractéristiques mécaniques, à un prix de revient peu élevé, d'où la résistance requise au prix minimum. C'est donc pour eux, la réponse avant la demande.

Pourrions-nous parvenir à avoir des automobiles au prix actuel si un grand nombre d'éléments les composant n'étaient pas obtenus par un travail de métaux en feuilles? Ce qui a été un résultat pour l'automobile doit l'être pour d'autres branches industrielles: il est donc juste de prévoir un développement encore bien plus important de l'emboutissage dans les années qui vont venir et où nous verrons la construction de matériel, presses de forte puissance, permettant l'exécution d'emboutis de grandes dimensions.

Avantages et difficultés de l'emboutissage. — Avant d'examiner le matériel et l'outillage nécessaires pour le travail des métaux en feuilles, il m'apparaît plus logique, avec des exemples, de connaître à quoi doivent répondre et ces outillages et ce matériel pour leur bonne utilisation. Les pièces embouties ont remplacé, dans de nombreux cas, les pièces de forge, de fonderie, ou même celles qui étaient obtenues précédemment par usinage mécanique; les qualités de fini et de solidité des premières, auxquelles viennent s'ajouter une précision de plus en plus grande, des tolérances de plus en plus réduites, permettent, effectivement, cette substitution.

Leur substitution est due, également, à leur faible prix de revient du fait :

1° de l'économie de matière première, résultant de la légèreté des pièces embouties et du faible déchet entre le poids de métal initial et le poids final;

(*) Conférence faite par l'auteur en séance publique le 20 novembre 1937. Voir le compte rendu de cette séance et la discussion qui a suivi la communication de M. Busson dans le *Bulletin* de janvier-février 1938, p. 64-66.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2° de la suppression des nombreuses opérations d'usinage mécanique, ce qui est rendu possible par l'emploi des pièces embouties.

Les exemples sont nombreux; citons les plus typiques : carters, couvercles, boîtiers, socles, poulies, leviers, réflecteurs, etc.

La figure 1 représente, à la partie supérieure, les neuf opérations d'emboutissage, pour obtenir une cosse de transformateur en cuivre rouge, la dixième et onzième étant des passes d'aplatissement et de poinçonnage; à la partie inférieure, on voit les cinq opérations pour obtenir, avec ses quatre bossages, un socle en alliage léger pour interrupteurs bipolaires rotatifs et prises de courant.

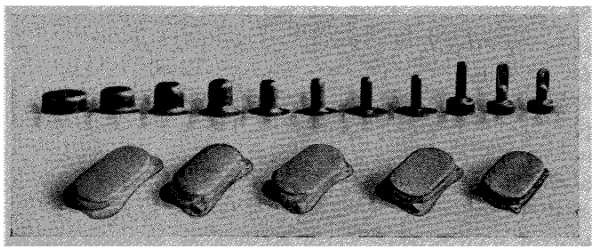


Fig. 1. — A la partie supérieure, les onze passes successives pour obtenir une cosse de transformateur en cuivre rouge. A la partie inférieure, les cinq passes pour obtenir un socle en alliage léger.

On voit par ces exemples que l'emboutisseur se trouve devant un problème plus difficile à résoudre que celui qui serait posé au fondeur pour obtenir une pièce semblable; pour lui, il n'aurait qu'à établir un modèle, avec sa boîte à noyaux, afin d'obtenir le moule et, ensuite, couler la fonte. L'emboutisseur, dans son atelier d'outillage, aura beaucoup plus à faire qu'usiner un poinçon et une matrice, pour les monter sur la presse à emboutir. Le produit embouti ne peut être obtenu, ou cela rarement, en une seule opération. C'est là que se révèle l'habileté de l'emboutisseur dans la détermination des formes des diverses opérations; pour celui qui a entrepris ce métier, on peut dire qu'il exerce un véritable art qui, jusqu'à ce jour, n'a pu être déterminé par des lois ou des règles nettement précises. C'est une longue pratique, l'étude des réalisations les plus variées et les mieux réussies, qui permettent à l'emboutisseur de bien se former.

Quand l'objet obtenu d'emboutissage est fabriqué en grande série et, ainsi, vulgarisé, l'utilisateur ne se doute pas des difficultés qui ont dû être surmontées pour l'établissement judicieux des différents outillages de chacune des opérations : les heures, les semaines passées en essais infructueux ou décisifs sur les presses à emboutir, pour obtenir toute la gamme d'opérations permettant, ensuite, une fabrication ordonnée qui intéresse le visiteur lorsqu'il est amené à la voir fonctionner.

L'emboutissage consiste à obtenir, en partant de la tôle ou du feuillard, un corps creux. Tout d'abord, il faut découper un morceau de tôle appelé flan, puis étudier l'outillage nécessaire à la première opération d'emboutissage, à savoir : un poinçon, une matrice, un serre-flan ou presse-flan, un extracteur, s'il y a lieu. Voici (fig. 2) un outil à emboutir comprenant tous les éléments qui viennent d'être énoncés : poinçon, serre-flan, matrice, extrac-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

teur et la pièce obtenue d'embouti avec cet outillage; c'est la première des opérations. On peut voir que le nervurage est obtenu en même temps que l'emboutissage.

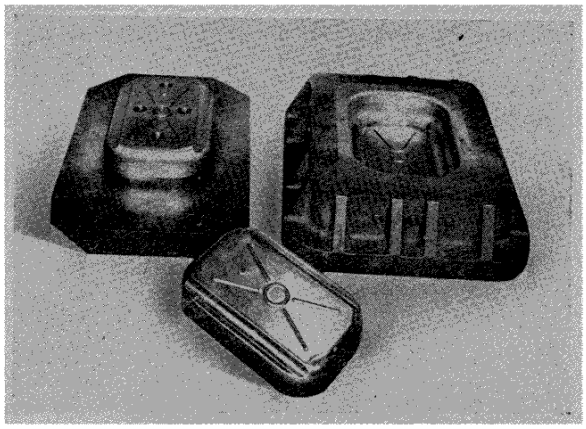


Fig. 2. — Outil à emboutir et la pièce qui en sort.

Outillage. — Par l'action de la presse à emboutir, le flan pénètre à travers la matrice, poussé par le poinçon; une partie du flan se trouve en dehors de la matrice; celle-ci est comprimée pendant l'emboutissage, au moyen du serre-flan, qui exerce une pression suffisante pour éviter la formation de plis qui, sans cela, serait inévitable. L'action réglable du serre-flan est commandée par ressorts, caoutchouc, ou mieux, air comprimé (système Marquette).

L'espace compris entre le poinçon et la matrice devra être justement déterminé pour éviter la formation de plis et lisser les surépaisseurs de métal, si elles venaient à se produire.

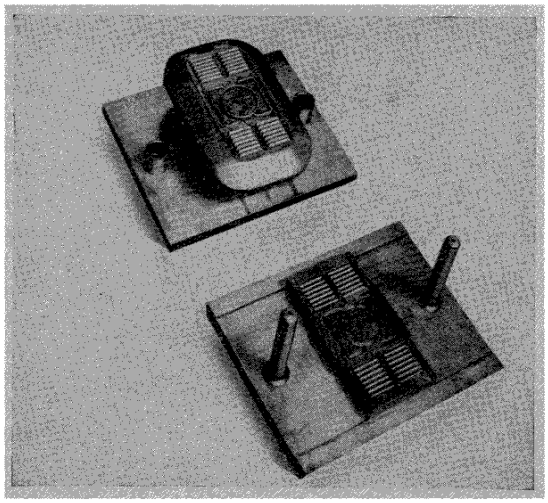


Fig. 3. — Poinçon et matrice à nervurer un couvercle déjà embouti de forme.

En n'exécutant qu'une seule passe, on ne peut emboutir qu'à une faible profondeur; autrement l'effort d'emboutissage serait trop élevé et une rupture de la tôle ou du feuillard se produirait.

Ainsi, les emboutis profonds (par rapport au diamètre) sont exécutés en plusieurs passes; le corps creux de la première opération est réduit en diamètre dans des matrices de plus en plus petites; à chaque diminution de diamètre, correspond une augmentation de profondeur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les outils de chaque opération se composent, généralement avec le poinçon et la matrice, toujours d'un serre-flan (cette fois tubulaire) pour maintenir, nécessairement, le métal en le comprimant, afin d'éviter la formation de plis.

Pour déterminer les différentes phases du travail, l'art de l'emboutisseur exige de ne demander au métal travaillé que des déformations admissibles, sans aller jusqu'à la rupture. Le métal doit être régénéré à une ou plusieurs des formes intermédiaires par un recuit, le grain du métal s'étant écroui sous les efforts de traction.

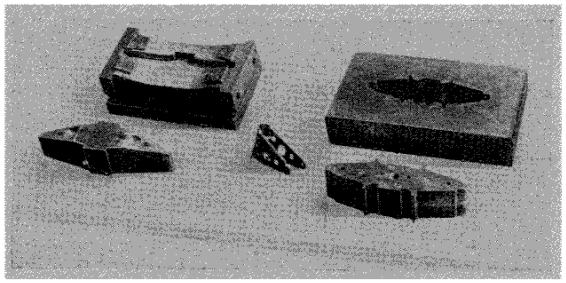


Fig. 4. — Matériel fournissant en deux passes la pièce mi-cambrée, mi-emboutie qui est au centre de la figure.

A ces opérations d'emboutissage viennent s'en juxtaposer d'autres, de formage, de nervurage, de poinçonnage, dont voici un exemple.

Voici (fig. 3) un outillage en deux parties, poinçon et matrice, pour nervurer un couvercle préalablement embouti et, aussi, pour tirer les ouïes inférieures et supérieures. Le travail se faisant « à découvert », un guidage est nécessaire; il est réalisé ici par deux colonnes coulissant dans les bagues correspondantes.

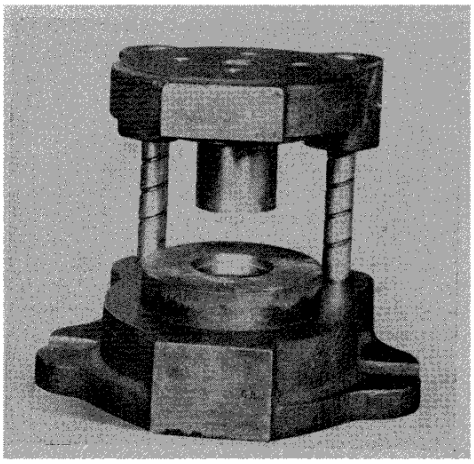


Fig. 5. — Outil à défoncer le fond d'une pièce emboutie.

La figure 4 représente les deux opérations nécessaires pour obtenir la pièce mi-cambrée, mi-emboutie qui se trouve au centre de la figure. A droite, l'outil de découpage du flan comprenant poinçon avec sa partie inférieure trempée, plaque trempée, guide pour permettre le passage des bandes à découper, contre-plaque guidant la descente du poinçon. A gauche, l'outil de relevage des bords avec son poinçon, sa matrice et au centre de celle-ci, l'extracteur. L'outil de poinçonnage et l'outil de fermage ne sont pas figurés.

Voici (fig. 5) un outil destiné à défoncer le fond d'une pièce préalablement emboutie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Choix des aciers. — Le choix des aciers est fonction du travail demandé à l'outil. Pour des fabrications de grande série, il faudra se servir d'aciers spéciaux ne se déformant pas ou très peu à la trempe et qui présentent, après ce traitement, le minimum d'usure et de fragilité. Ces aciers contiennent 1 p. 100 de carbone et 2 p. 100 de chrome.

La dureté Brinell, 600 à 650 après trempe, correspond à une résistance de 200 à 220 kg/mm². Avant trempe, ces aciers bien recuits, la dureté Brinell de 200 à 230 correspond à une résistance de 70 à 80 kg/mm².

Pour des fabrications de très grande série, on emploie, de préférence, un acier de dureté légèrement inférieure, ce qui peut paraître un non sens *a priori*, mais d'une plus grande résistance à l'usure. Ces aciers contiennent 2 p. 100 de carbone et 14 p. 100 de chrome; leur dureté Brinell est de 520 à 600 après trempe, soit 180 à 200 kg/mm² de résistance et avant trempe, acier recuit de 225 à 250, soit 75 à 85 kg/mm².

Si, en raison des conditions imposées, de tolérances impérieuses, de la forme des emboutis à obtenir, la dureté n'est pas suffisante, il est nécessaire d'avoir recours, en ce cas, à un revêtement des aciers, entre autre le chromage.

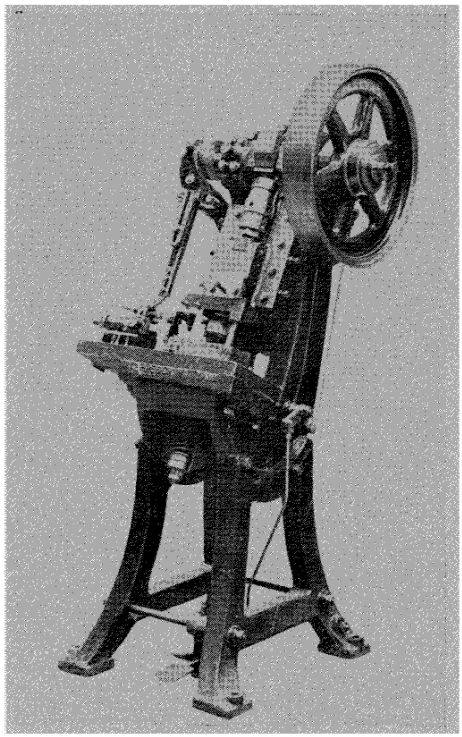


Fig. 6. — Presse inclinable avec amenage.

Comme on a pu le voir, les parties travaillantes des poinçons et matrices se font à lames rapportées, avec armature en acier doux ou demi-dur, en fonte ou acier coulé.

Usinage. — Les aciers choisis, l'étude de l'outillage établie, il faut usiner ses différentes parties; c'est là que tous les fabricants d'outils à emboutir et à découper peuvent s'adresser aux constructeurs français de machines-outils pour obtenir sur notre marché le matériel leur manquant bien adéquat à leur utilisation. Il me suffit, pour être plus précis, de vous donner l'énumération suivante : Machine à pointer; — Machine à pointer, percer et aléser, voire même fraiser; — Fraiseuse universelle d'outillage, établie spécialement pour l'usinage des poinçons et matrices; — Fraiseuse automatique à reproduire; — Machine à rectifier les surfaces planes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les fabrications d'emboutissage se développant, il en est de même pour les réalisations d'outillage; nos constructeurs de machines-outils peuvent trouver là un débouché intéressant.

PRESSES A EMBOUTIR ET A DÉCOUPER. — Je serai très bref sauf en ce qui concerne les divers perfectionnements récents apportés.

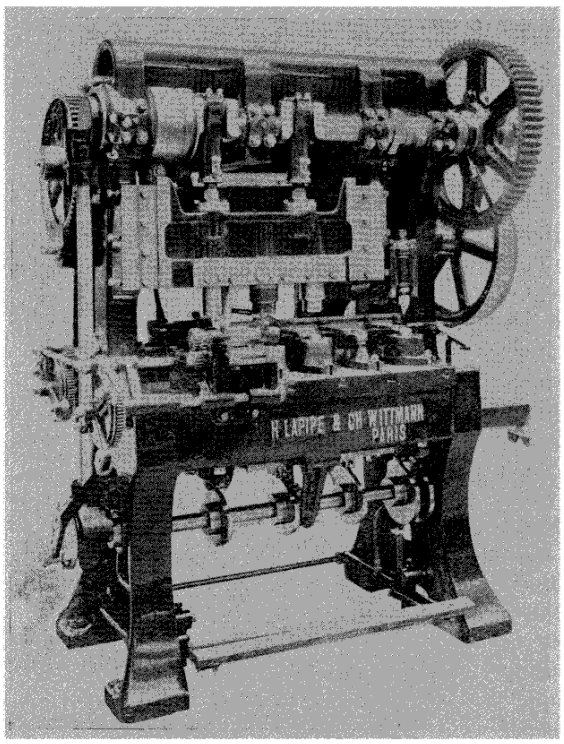


Fig. 7. — Presse à poinçons multiples, pour fabriquer les « tumbers ».

Les presses les plus employées sont à excentrique, à col de cygne, avec ou sans bâti inclinable pour découper, poinçonner, cambrer, river; ces deux opérations peuvent se faire sur une bigorne remplaçant la table.

Viennent ensuite les presses à arcade ou à double montant, à vilebrequin; les presses à quatre colonnes pour les fortes puissances à partir de 200 t, toutes celles-ci pouvant être, comme action, à simple, double ou triple effet.

Enfin, les presses à genouillère, les balanciers à friction, les presses à plier, les cisailles à guillotine, les cisailles circulaires.

Pour des fabrications intensives, les presses à découper, à outils simples ou multiples, sont munies d'un dispositif d'avance à pince ou à rouleaux, les presses à emboutir d'un dispositif à plateau revolver.

La figure 6 représente, une presse inclinable avec son amenage; la figure 7, une presse avec poinçons multiples, pour la fabrication des « tumbers »; la figure 8, une presse à bigorne pour cambrage, fermage ou rivetage, et la figure 9, une presse à cames.

Les coussins pneumatiques et hydropneumatiques, par leur pression constante sur le presse-flan, ont apporté une grande amélioration des procédés d'emboutissage; ils remplacent très avantageusement les dispositifs à ressorts ou à caoutchouc jusqu'ici encore employés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Une meilleure utilisation des presses est donnée par le dispositif à table descendante, à commande hydropneumatique, permettant d'emboutir à une profondeur approximativement égale à la course entière tandis que sur les presses non munies de cet appareil, il n'est possible d'emboutir qu'à une profondeur comprise entre le 1/3 et la 1/2 de la course de la presse.

Une réduction du nombre d'opérations d'emboutissage peut être obtenue par la vitesse constante de descente du coulisseau; dans toutes les presses mécaniques à vilebrequin, le travail du coulisseau obéit à une loi de mouvement irrégulier : la vitesse est nulle en haut et en bas de course, mais sa valeur est au maximum à mi-course.

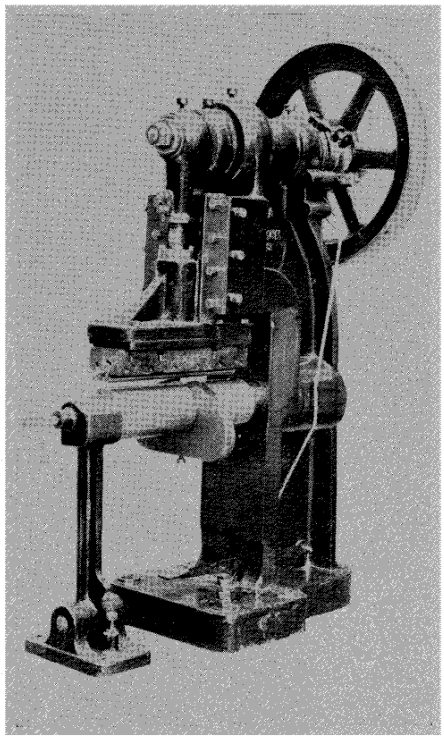


Fig. 8. — Presse à bigorne pour cambrage, fermage ou rivetage.

Cet inconvénient se fait surtout sentir sur les presses à emboutir à simple et double action, où l'on monte sur le coulisseau soit la matrice soit le poinçon emboutisseur. Il en résulte que l'outil supérieur, poinçon ou matrice, vient frapper la tôle, alors qu'il est à son maximum de vitesse; cette vitesse décroît rapidement pendant l'opération d'emboutissage et tombe à zéro.

Cette grande vitesse, au moment du contact du début d'emboutissage, détermine nécessairement la vitesse de la machine, soit le nombre de coups du coulisseau, car la vitesse d'emboutissage de la tôle est naturellement limitée.

Un constructeur étranger a réussi à obtenir sur presse un travail utile d'emboutissage aussi régulier que possible; il assure que la presse ainsi construite peut supporter sans inconvénient une augmentation de vitesse de 60 à 70 p. 100.

Pour l'étirage sur presses, telle la fabrication de cartouches, un constructeur français, les Établissements Hubert, Juy et Legros, ont réalisé une presse ayant une vitesse de poinçon sensiblement constante pendant le travail, et abaissant de plus de 50 p. 100 la vitesse du poinçon à l'attaque du métal à étirer; par contre, le poinçon a un retour rapide après son travail. Les résultats sont donc ceux que je signalais pour les presses à emboutir à vitesse constante, c'est-à-dire augmentation de l'allure de la machine, d'où : son débit; économie de matrices et poin-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

çons, qui travaillent à une moindre vitesse linéaire; réduction du nombre de passes et de recuits.

Dans cette presse (fig. 10) la commande du coulisseau porte-poinçon se fait par genouillère; mais le point d'appui supérieur de la genouillère, au lieu d'être

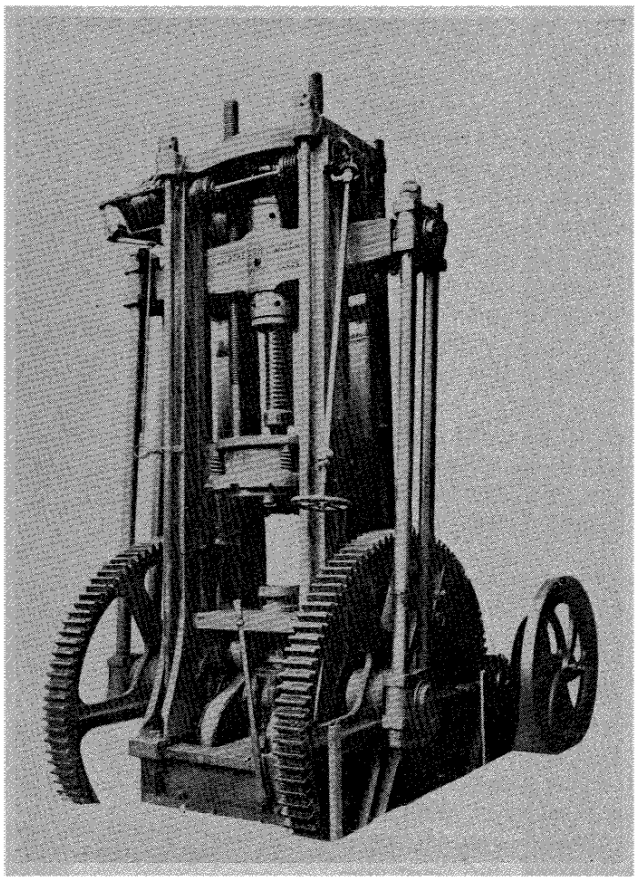


Fig. 9. — Presse à cames.

fixe, est formé par un maneton de vilebrequin synchronisé par des engrenages de même diamètre avec le vilebrequin de tirage de la genouillère.

On voit (fig. 11) sur la courbe des vitesses et du temps de travail, que la vitesse est sensiblement constante pendant le temps de travail qui, lui, est supérieur à celui d'une presse à simple vilebrequin.

Je ne puis, faute de photographies, montrer les améliorations apportées par la Maison Spiertz et C^{ie}, de Strasbourg. Il s'agit ici d'un embrayage électro-pneu-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

matique bien supérieur aux embrayages à friction normaux et aux embrayages électro-magnétiques. C'est un embrayage à disques multiples, garnis de férodo; la poussée sur les disques est obtenue par pneumatique et la pression sur les disques de frein se fait par des ressorts dont la tension est réglable.

L'embrayage et le frein sont actionnés par une soupape d'air, commandée par un électro-frein, qui est contrôlé par un levier à main situé à portée de l'ouvrier. Il est intéressant de signaler, des mêmes constructeurs, un nouveau système de course variable, leur presse à amenage à deux paires de rouleaux, leur cisaille guillotine.

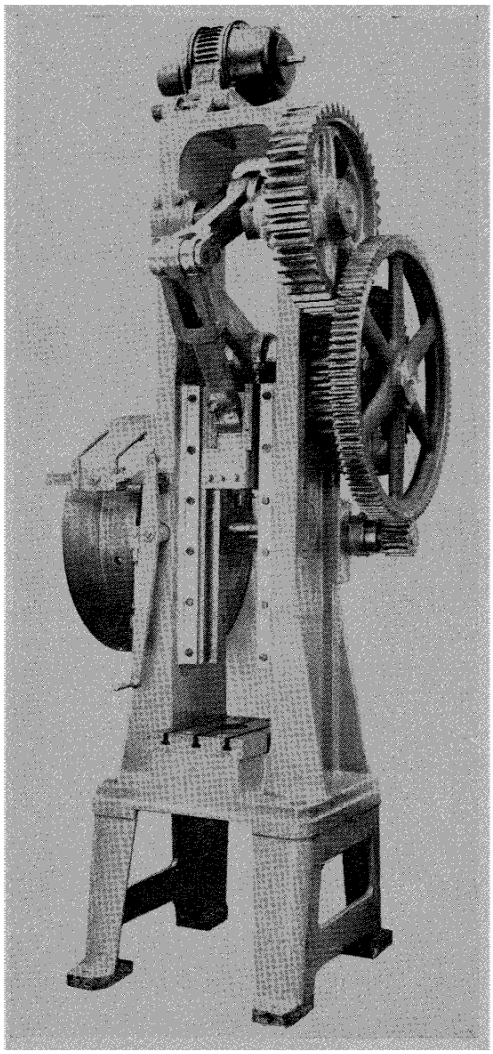


Fig. 10. — Presse à étirer pour la fabrication des cartouches, à vitesse constante et réduite du poinçon lors du poinçonnage, et à retour rapide après poinçonnage.

Appareils de sécurité. — Suivant les dispositions en vigueur, tout outil agissant à découvert doit être protégé pendant son action; il ne s'agit pas uniquement d'obéir à des lois ou décrets, mais nous devons, par humanité, faire tous nos efforts pour réduire les accidents du travail; c'est une question de ténacité, de foi, que j'ai essayé de communiquer à tout mon effectif, maîtrise et ouvriers. Aussi, j'ai toujours été un de ceux qui ont réclamé aux constructeurs de presses à emboutir, de toujours livrer leur matériel avec des dispositifs de sécurité étudiés et construits en rapport avec le travail demandé. Il en a été rarement ainsi; d'ailleurs, c'est regrettable aussi pour les constructeurs car s'il en avait été autrement, ils auraient eu ainsi la possibilité de pousser beaucoup plus loin

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'étude des appareils de sécurité, ce qui aurait été un progrès mécanique et, aussi, un progrès social par la réduction considérable du nombre des accidents du travail.

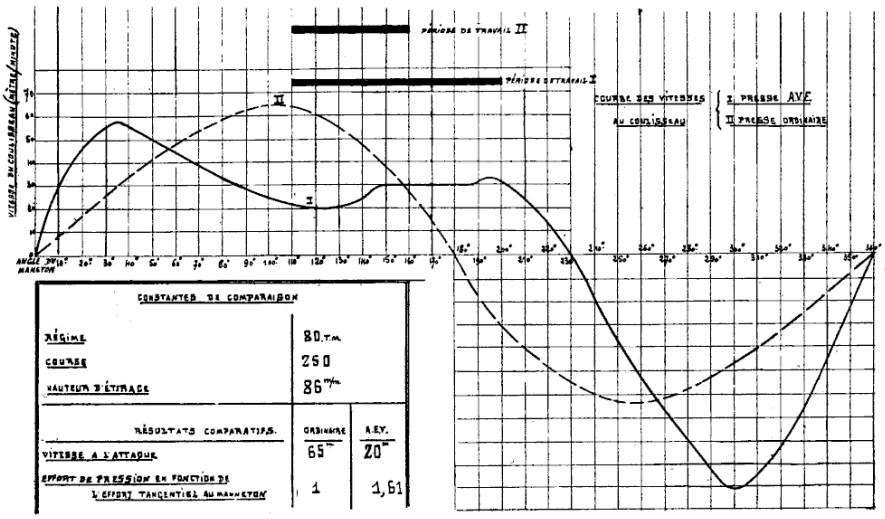


Fig. 11. — Régime des vitesses du poinçon dans la presse de la figure 10.

EXEMPLES D'EMBOUTISSAGES.

Fig. 12 : *a*) Différentes opérations pour obtenir un carter de pignon et crémaillère; — *b*) La série des passes d'emboutissage, pour obtenir un cric de voiture.

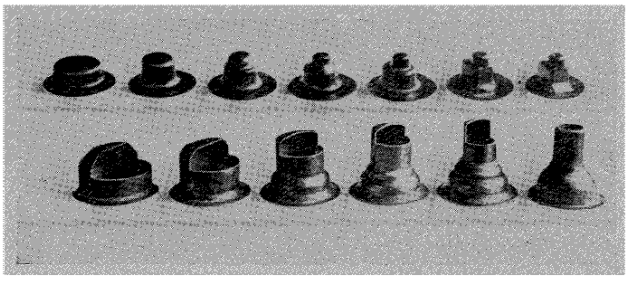


Fig. 12. — A la partie supérieure, passes successives pour obtenir un carter. A la partie inférieure, passes successives pour obtenir un cric de voiture.

Fig. 13 : Travail assez délicat permettant d'obtenir un genou en alliage léger de jambe orthopédique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 14 : Un réchaud, dont les bras sont emboutis en creux et ne font qu'un avec le corps; à droite, une passe intermédiaire.

CONCLUSION. — Le développement important pris par l'emboutissage implique la nécessité de rechercher des règles plus précises pour obtenir une fabrication plus méthodique et, par suite, plus tionnelle. On peut dire, sans crainte d'une opposition de vues, que l'étude scientifique de l'emboutissage, ce façonnage des métaux à l'état plastique, n'est encore qu'à ses débuts. Il y a lieu d'étudier minutieusement l'écoulement de la matière.

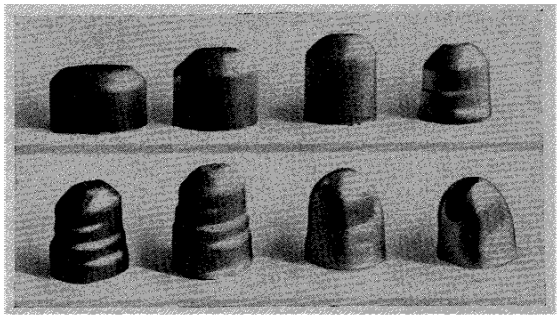


Fig. 13. — Passes successives pour obtenir un genou de jambe orthopédique en alliage léger.

A ce sujet, il m'est agréable de donner connaissance de la conclusion de l'avant-propos de l'auteur de l'ouvrage *Le façonnage des métaux par déformation plastique* d'ERICH SIEBEL, traduit de l'allemand par M. André COLLINET, Ingénieur des Arts et

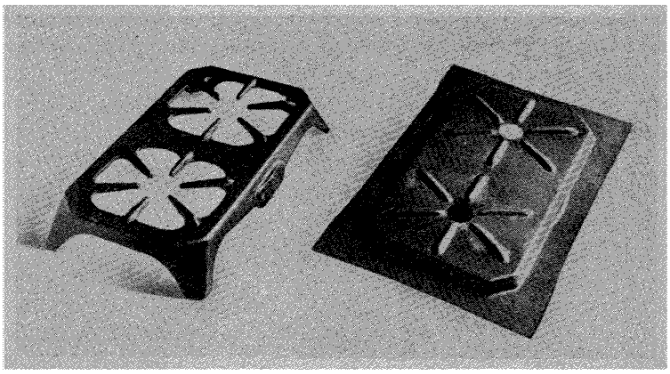


Fig. 14. — Réchaud à gaz embouti terminé. A droite, une passe intermédiaire.

Manufactures. Il dit : « Nous espérons, également, que, petit à petit, on par-
« viendra à traiter les problèmes de la déformation plastique, non seulement par
« des méthodes empiriques et, le plus souvent, au jugé, mais aussi de plus en
« plus par le calcul, et que l'on parviendra ainsi à déterminer, d'une façon tou-
« jours plus précise, les efforts mis en jeu et l'écoulement réel de la matière
« dans les différents procédés de façonnage industriels ».

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Industriels de l'emboutissage, les questions que nous aurions à étudier ou à faire étudier, seraient celles :

a) de l'écoulement de la matière, le métal étant soumis à la fois, en cours d'emboutissage, à des efforts de traction et de compression ;

b) de la vitesse d'emboutissage et de la vitesse constante de descente du coulisseau des presses ;

c) de la pression que doit exercer le serre-flan ;

d) de la résistance au frottement ;

e) de la relation entre l'effort d'emboutissage et les diamètres du flan et de la matrice pour la première opération de fabrication ; de cette même relation entre l'effort d'emboutissage et les diamètres des matrices de la première et de la deuxième opération et ainsi de suite ;

f) de l'étude des déformations ;

g) de l'emploi de fours appropriés pour le traitement thermique ;

h) du choix des lubrifiants.

Voilà un schéma d'études que je m'étais permis de présenter il y a quelques années dans nos organisations syndicales, en vue de la création d'un laboratoire d'études en commun. L'idée en avait bien été retenue, mais la réalisation en fut rendue impossible, faute de moyens financiers.

Une seconde fois, j'ai pu présenter en mai 1936 ce schéma d'études devant la Société française des Mécaniciens ; mais, cette fois, les événements sociaux qui ont suivi, nous ont obligé de nous occuper tous à régler d'autres questions.

De ces études, pourrait découler ce qu'il est possible d'envisager pour l'étude de l'emboutissage dans toutes nos écoles techniques, où nous constatons que, si l'enseignement de l'emboutissage existe, il est tout à fait à l'état embryonnaire.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'ÉVOLUTION RÉCENTE DE LA MACHINE-OUTIL EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER(*)

par M. M.-J. ANDROUIN, *membre du Conseil de la Société d'Encouragement.*

Après les excellentes communications de MM. MÉTRAL, BLANCHET, VROLIX, BRUCKER et BUSSON[1], il n'y a évidemment pas lieu de revenir, si ce n'est incidemment, sur les sujets qu'ils ont si bien traités.

Je me contenterai donc aujourd'hui de parcourir rapidement l'évolution de la machine-outil jusqu'à ces dernières années, et de mentionner d'une manière un peu plus détaillée les progrès les plus récents.

Pour cela, je vous présenterai un grand nombre de projections qui vous montreront, par des exemples concrets et tout à fait à jour, où en est présentement la technique de la machine-outil à l'étranger et en France.

Comme j'ai eu l'occasion de l'indiquer il y a un an dans une conférence au Conservatoire national des Arts et Métiers[2], la machine-outil a progressé lentement jusqu'à ces dernières années.

« Un tout petit nombre de bons constructeurs conduisaient le mouvement. Les autres les imitaient tant bien que mal. Les imitations étaient souvent maladroites, même lorsque les copies étaient faites, comme nous l'avons vu plusieurs fois, cote pour cote. Certains finauds copiaient des machines réputées bonnes en augmentant légèrement toutes les cotes, et mettaient leur « création » dans le commerce sous le nom d'article renforcé ! »

« Cette appréciation plutôt sévère de l'activité des imitateurs ne signifie pas dans notre esprit que chacun doive tout inventer : le progrès consiste en effet, non seulement à mettre en avant de temps en temps des nouveautés remarquables, mais aussi à améliorer sans cesse ce qu'ont fait nos devanciers. »

Notre illustre et regretté collègue, Charles FREMONT, nous a, dans une série d'ouvrages très attrayants, rappelé les origines lointaines de la machine-outil. Ces ouvrages existent tous à la Bibliothèque de la Société d'Encouragement, où je conseille à tous ceux que la question intéresse de venir les consulter.

Dans la deuxième moitié du XVIII[e] siècle, les Encyclopédistes ont fait le point en cette matière comme en tant d'autres.

En ce qui concerne l'outillage des arts mécaniques, la *Grande Encyclopédie* est un monument de tout premier ordre.

Elle est même, à certains égards, ce que l'on pourrait appeler une mine de

(*) Conférence faite par l'auteur en assemblée générale, le 11 décembre 1937. Voir le compte rendu de cette séance dans le *Bulletin* de janvier-février 1938, p. 67.

(1) Le texte de ces conférences et les discussions qui les ont suivies ont paru dans les numéros du *Bulletin* de novembre-décembre 1937; janvier-fevrier; mars-avril 1938 et dans le présent numéro, p. 389-400.

(2) Voir son texte dans le *Bulletin* de janvier-février 1937, p. 15-32.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nouveautés, en ce sens que certains dispositifs, dont l'emploi est devenu fréquent par suite des exigences modernes, existaient déjà il y a quelques centaines d'années.

Cela n'a rien d'étonnant, car ce que je viens de dire pour *L'Encyclopédie* est vrai pour la plupart des recueils et collections de choses anciennes, y compris celles des Musées de Cluny et de Saint-Germain-en-Laye.

Le travail des Encyclopédistes est particulièrement intéressant parce que l'époque à laquelle il a été fait a été suivie à peu près immédiatement d'un développement rapide des moteurs inanimés.

La première moitié du XIX^e^ siècle a été l'époque du développement des applications de la machine à vapeur, et, par voie de conséquence, des industries mécaniques de toutes sortes. Cela a rendu nécessaire un développement parallèle de l'industrie de la machine-outil.

Comme pour la machine à vapeur, la Grande-Bretagne a tenu longtemps la tête du mouvement. Les États-Unis ont d'abord suivi leur « mother country », puis l'ont dépassée. Cela s'explique :

d'une part, par le fait que les États-Unis, étant nouvellement ouverts à la civilisation européenne sous toutes ses formes, étaient susceptibles d'un énorme développement;

d'autre part, de ce que les Américains n'ont pas été liés par des traditions ancestrales.

Le mécanicien européen a en effet comme ancêtres : le serrurier, l'armurier et le charpentier en moulins.

L'un des premiers soucis de l'être humain a été de se protéger contre les dangers extérieurs, donc de pouvoir s'enfermer chez soi; ainsi est né le serrurier.

Ensuite, comme il lui fallait bien tout de même sortir, il a dû se munir de ce qui lui était nécessaire pour se défendre et au besoin pour attaquer; d'où la profession d'armurier.

Plus tard, lorsque l'homme a voulu mettre à son service des forces naturelles telles que celle de l'eau qui coule ou qui tombe, ou celle du vent, il lui a fallu pour cela construire des machines; de là est née la profession de charpentier en moulins.

Le vocabulaire technologique comprend un grand nombre de termes, d'ailleurs parfaitement clairs lorsqu'ils sont définis, qui nous rappellent les origines de notre profession. Je n'en citerai qu'un exemple : une barre qui tourne s'appelle un arbre. Or les anciennes roues de moulin étaient effectivement montées sur un arbre véritable, généralement un beau tronc de chêne. Il n'est donc pas étonnant que l'on retrouve, même encore aujourd'hui, l'empreinte des traditions qui nous viennent de nos trois ancêtres.

Nos collègues des États-Unis, n'ayant pas subi autant que nous cette influence de la tradition, ont pu aller plus directement vers le but que déterminent les conditions d'emploi. Par suite de l'importance de leur exportation de machines, et aussi de l'action de ceux d'entre nous qui ont travaillé aux États-Unis, la technologie américaine de la machine-outil a influencé la nôtre, comme les techniques

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

françaises de l'automobile et du béton armé ont été à l'origine des techniques américaines correspondantes.

Passant rapidement sur les progrès accomplis au XIX[e] siècle, je rappellerai seulement les noms de quelques-uns des grands pionniers de la machine-outil française tels que : CAIL, JOESSEL, DECOSTER, CALLA, LECOQ, DUVAL, PIHET, BOUHEY, FREY, DONNAY, KREUTZBERGER, STEINLEN, DUCOMMUN, COLMANT, BARRIQUAND, HURE. Pour des renseignements plus complets sur cette période, on peut consulter utilement les rapports dressés tous les onze ans à la suite des grandes expositions universelles de Paris, de 1867 à 1900 inclus.

***

Le rationalisme technique, dont le développement a été facilité par celui de l'enseignement, a rendu nos ingénieurs capables de s'affranchir de celles de nos traditions technologiques qui ne répondent plus à nos conditions d'existence.

Dans ma conférence du Conservatoire national des Arts et Métiers déjà citée, j'avais énuméré : d'une part les principales qualités que doit posséder une machine-outil, d'autre part les principaux événements qui ont influencé récemment le perfectionnement des machines-outils. Parmi ces événements, il en est un qui les domine tous. C'est le développement de l'organisation scientifique du travail.

La machine-outil est un produit direct de l'organisation scientifique du travail ; elle ne vaut que par la manière dont elle répond aux exigences de cette organisation. C'est donc par rapport à l'idée maîtresse de l'organisation scientifique du travail que je donnerai un aperçu des progrès récents.

Je vous présenterai alors sur l'écran un certain nombre de productions de bonne qualité de diverses industries étrangères et de l'industrie française de la machine-outil. La conclusion dont je ferai suivre ces projections s'imposera tout naturellement.

Je me garderai bien d'affirmer que toutes les transformations que les fabricants de machines-outils ont fair subir à leurs productions procèdent rigoureusement de l'idée de l'organisation scientifique du travail, mais ce que je puis affirmer, sans aucune réserve, c'est que dans tous les cas où il n'en a pas été ainsi, on a fait moins bien.

Ce que vous verrez tout à l'heure vous le prouvera sans qu'il soit nécessaire d'insister, bien que je me sois attaché à éviter de représenter des productions influencées par le snobisme, par des caprices de la mode.

Dans ma conférence déjà citée, j'ai indiqué les principaux perfectionnements généraux, c'est-à-dire ceux qui sont communs à toutes les machines, notamment dans le domaine de l'accroissement de la vitesse. Parmi ces perfectionnements généraux, il y en a sur lesquels il convient d'insister particulièrement aujourd'hui ; ce sont ceux qui ont trait à la normalisation.

La *normalisation* se présente sous deux formes principales qui consistent : l'une dans l'établissement des conditions de qualité ; l'autre dans l'établissement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des normes de dimensions linéaires, de grandeurs physiques, de détails d'application aux conditions physiologiques, etc.

En ce qui concerne la *qualité*, je voudrais tout d'abord ôter de l'esprit de certains que c'est là une nouveauté sensationnelle. La diffusion des normes de qualité d'intérêt collectif est toute récente, mais l'établissement et l'application stricte de ces mêmes normes par de bons fabricants ont des origines beaucoup plus lointaines. Je pourrais citer tel fabricant de machines-outils qui, il y a déjà plus de 40 ans, n'expédiait pas une seule machine sans s'être assuré que ses erreurs géométriques n'excédaient pas les limites que la direction de l'entreprise s'était elle-même imposées, et sans avoir dressé de cette vérification un procès-verbal détaillé qui, compte tenu des moyens dont on disposait alors, peut supporter la comparaison avec les normes d'aujourd'hui.

Sur la technique des conditions de qualité, et des méthodes à suivre pour s'assurer que ces conditions sont réalisées, il a été beaucoup discuté, souvent péniblement. L'une d'entre elles, celle qui a trait à la *durabilité*, ne peut évidemment pas être vérifiée en quelques heures.

Toutes les autres peuvent faire l'objet de vérifications rapides et cependant probantes. Ces vérifications peuvent porter utilement sur la correction géométrique et cinématique, la rigidité et la productivité.

Les *vérifications géométriques* peuvent elles-mêmes être faites sur la machine au repos ou sur la machine en travail. Dans le premier cas, on opère par les moyens connus de vérification, par contact ou par procédés optiques. Dans le deuxième cas, on fait exécuter par la machine des passes de parachèvement où ne sont mis en jeu que de très faibles efforts, et l'on mesure l'imprécision[3].

La vérification de *rigidité* peut être effectuée par des méthodes statistiques, c'est-à-dire des méthodes où l'on applique aux organes en repos des efforts allant jusqu'au maximum de ce que la machine peut être appelée à subir, et l'on mesure les déformations correspondantes. Ce sont d'ailleurs ces notions de rigidité, ou de déformabilité, qui servent de base au calcul des machines-outils.

La rigidité et la déformabilité sont, dans le cas qui nous occupe, deux grandeurs bien définies, inverses l'une de l'autre.

La rigidité se chiffre en effet par le rapport d'un effort à la déformation qu'il cause, et la déformabilité par le rapport d'une déformation à l'effort qui en est la cause.

Ces mêmes vérifications de rigidité peuvent être effectuées aussi en travail normal. C'est généralement beaucoup plus difficile, mais c'est presque toujours nécessaire car, lorsque la machine est en mouvement, interviennent tous les effets dynamiques que peuvent produire les déséquilibres des organes en mou-

(3) La question de la vérification géométrique des machines-outils a été traitée dans plusieurs pays par des commissions de normalisation.

Les travaux de ces commissions ont été publiés : en Allemagne, par le Professeur Docteur-Ingénieur SCHLESINGER; en France, par l'Ingénieur principal des Fabrications d'Armement SALMON.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vement, et aussi les phénomènes ondulatoires qui peuvent résulter de ces déséquilibres et des variations périodiques de la résistance offerte par les pièces en œuvre à l'action des outils.

Quant à la *productivité*, c'est en même temps une question de puissance et de commodité. Sa vérification sert le plus souvent à reconnaître que la machine livrée satisfait ou non aux garanties stipulées à la commande.

Parmi toutes les vérifications qui sont nécessaires, il en est un certain nombre qui intéressent le constructeur seul et peuvent être indifférentes au client, et d'autres qui les intéressent en même temps tous les deux. C'est parmi ces dernières qu'il faut choisir celles qui peuvent faire l'objet de *normes*.

La normalisation des conditions de qualité est un bienfait pour toute l'industrie. Non seulement elle présente l'avantage d'assurer à l'usager une qualité sur laquelle il peut positivement compter, mais encore elle protège le producteur contre le concurrent qui serait tenté de ne réaliser la qualité de ses fabrications que dans la préface de son catalogue, en se basant sur l'hypothèse, assez désobligeante d'ailleurs, que le client est incapable de s'en assurer.

Elle protège aussi le même fabricant contre le client qui, par ignorance ou pour toute autre cause, serait tenté d'exiger de son fournisseur des conditions plus sévères qu'il n'est nécessaire.

L'industrie de la machine-outil a d'ailleurs ceci de particulier que les fabricants sont des usagers de leurs propres machines et aussi d'autres machines construites par d'autres. Ils sont donc en situation d'apprécier la valeur de la protection que leur apporte la normalisation dans les deux sens. Il leur a suffi d'y réfléchir assez longuement pour comprendre que cette protection est réelle.

Sur les *normalisations des dimensions linéaires*, nous ne dirons rien. Les publications du Comité de Normalisation de la Mécanique ont en effet renseigné les intéressés d'une manière suffisante.

Je dois insister davantage sur la normalisation des *allures de marche* et sur celle des *manœuvres d'organes de commande*. Ces normalisations s'adressent surtout et presque exclusivement à la machinerie de mécanique générale, c'est-à-dire à celle qui est généralement employée à des travaux en petites séries ou même par éléments isolés.

Il a été dit déjà bien des fois, mais on ne le dira jamais trop, que c'est surtout dans les entreprises où les travaux sont variés que l'organisation scientifique du travail s'impose. Ainsi en est-il de la normalisation, qui en est une des manifestations.

En ce qui concerne les machines-outils, l'application pratique des principes d'organisation scientifique conduit à procéder à l'analyse détaillée de chacun des travaux, afin de déterminer les conditions optimums d'exécution : choix des procédés; choix des machines, appareillages, outillages et calibres; calcul et vérification expérimentale des temps; surveillance de l'exécution pour s'assurer qu'elle est conduite conformément aux instructions données; contrôle de la qualité.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'ensemble de la préparation technique ainsi entendue conduit à rechercher les moyens les plus avantageux de mettre les pièces en place et de les enlever, de mettre les outils en place et de les enlever, d'exécuter les passes de façonnage dans les meilleures conditions de qualité et de rapidité, d'où la nécessité de normaliser dans les machines tous les éléments qui influencent la qualité et la rapidité de ces diverses parties du travail.

Il faut procéder à de nombreuses vérifications des temps, non seulement pour s'assurer que les temps calculés sont corrects, mais aussi pour que tout le personnel sache que la préparation technique des travaux et la fixation des conditions de mise à la tâche sont faites dans des conditions irréprochables de compétence et surtout de moralité. Une telle préparation coûte cher.

Pour des fabrications en grandes séries, cela n'a pas d'importance, car les frais de préparation peuvent être dilués sur des quantités suffisantes pour que le bénéfice résultant de la bonne organisation les excède largement.

Dans le cas des travaux exécutés par petites quantités ou sur des éléments isolés, l'organisation scientifique comporte une surveillance étroite des dépenses qu'elle occasionne.

C'est de ces considérations que procèdent les normalisations établies par le Comité de Normalisation de la Mécanique. Les parties de machines recevant les pièces et les outils ont fait l'objet d'un certain nombre de normes. Les outils eux-mêmes ont fait l'objet de nombreuses normes. Quant aux allures de marche, elles ont fait l'objet d'une norme dont l'application a pour but de rendre les machines de même espèce pratiquement interchangeables par rapport aux calculs des temps. L'origine en a été exposée en détail dans le *Bulletin* de notre Société en septembre 1919. En cela, nous avons été les pionniers.

Une normalisation internationale des allures de marche est en cours d'étude. Nous y collaborons avec la ferme intention d'obtenir que l'Association internationale de Standardisation ne s'écarte pas de l'idée maîtresse d'interchangeabilité que je viens d'exprimer.

C'est aussi de l'idée d'*interchangeabilité* que procèdent les normes françaises relatives aux sens de manœuvre des organes de commande.

Pour la vérification expérimentale des *temps*, un même agent technique doit pouvoir opérer sur un grand nombre de machines sans avoir à rééduquer des réflexes. Quant aux opérateurs, il est désirable, et même nécessaire, qu'ils puissent passer d'une machine à une autre machine de même espèce sans risquer les fausses manœuvres.

Il faut donc que les machines soient interchangeables par rapport aux réflexes de ceux qui s'en servent; d'où la nécessité de normaliser les sens de manœuvre des organes de commande des machines comme on a normalisé le sens de rotation du volant de direction des automobiles.

Quelques remarques maintenant aux points de vue de la durabilité et de la facilité d'*entretien*. La durabilité d'une machine dépend d'un certain nombre de facteurs dont voici les plus importants :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

— Protection des parties frottantes contre l'intrusion de corps étrangers : vous verrez tout à l'heure sur l'écran un certain nombre de dispositifs de protection très efficaces, dont l'emploi se développe de plus en plus. On voit de moins en moins des machines ou les glissières et même les vis commandant l'avancement sont exposées à l'action malfaisante des poussières d'atelier, du sable et de la calamine des pièces, des copeaux, etc. Dans les machines modernes, les huiles de graissage sont filtrées, etc. ;

— Choix des matériaux dont les parties frottantes sont faites. Dans la machinerie moderne on exploite au mieux toutes les ressources offertes par les produits métallurgiques nouveaux ;

— État des surfaces des parties frottantes ; l'importance de ce facteur est de plus en plus appréciée ; la question des états de surface est présentement l'objet de nombreuses études, d'où sortiront vraisemblablement d'importants progrès. Dans le façonnage des éléments on s'en préoccupe beaucoup et quelques réalisations ont été largement influencées par cette considération ;

— Rendement des mécanismes : la question des rendements des mécanismes n'a pas toujours reçu toute l'attention qu'elle comporte. On s'en est préoccupé pour ceux des mécanismes par où passe la plus grande partie de l'énergie fournie par le moteur. On l'a souvent négligée pour les autres. Exemple : dans un tour, le mécanisme actionnant la broche est maintenant très soigné, et il n'est pas rare de trouver des machines où le rendement global moyen de ce mécanisme dépasse largement 0,95.

Dans les mécanismes de commande des avances, par où ne passe qu'une très faible partie de l'énergie fournie par le moteur, on n'a pas toujours cru devoir prendre les mêmes soins. Pour un mécanisme dont on sait qu'il n'exigera jamais plus d'un millième de la puissance totale du moteur, il ne semble pas qu'il y ait lieu de se préoccuper du rendement, car l'amélioration de celui-ci n'aurait évidemment qu'une influence insignifiante sur le montant de la facture de la compagnie de distribution d'électricité.

Mais la question a un autre aspect, que l'on découvre infailliblement lorsque l'on observe de nombreux cas de remise en état de machines usagées. Si le rendement d'un mécanisme est faible, c'est qu'il y a gaspillage d'énergie. L'énergie gaspillée, n'ayant pas accompli ce qu'on lui demandait, s'est employée à faire ce qu'on ne lui demandait pas. Elle a produit de la chaleur, ce qui, dans le cas qui nous occupe, n'a pas grande importance ; mais en même temps, elle a usé les éléments de la machine.

En ce qui concerne les autres qualités énumérées, il y a de bons exemples de ce qui a été fait : pour rendre les machines peu encombrantes ; pour réaliser le maximum de sécurité du personnel ; pour éviter la fatigue des opérateurs ; pour rendre les machines bien en main et commodes ; pour protéger les machines contre les fausses manœuvres ; pour éviter que le fonctionnement des machines ait pour effet de salir les vêtements des opérateurs ou d'autres personnes, ou de salir l'atelier ; pour faire que les machines aient un aspect agréable.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il y a aussi des exemples de ce qui a été fait pour rendre les machines aussi peu coûteuses que possible. Dans ce domaine il y aurait beaucoup à dire.

Dans la création et le perfectionnement des machines-outils, on a de nombreuses occasions de se poser utilement la question suivante : *jusqu'à quelle limite est-il avantageux de perfectionner les machines*? Quelles que soient l'ingéniosité de l'ingénieur d'études et son aptitude à réaliser ses conceptions au moindre prix de revient, il est rare qu'un perfectionnement substantiel n'ait pas pour effet d'augmenter le coût de la machine à laquelle on l'applique. Et ici intervient la notion du prix de revient rationnel des objets à la fabrication desquels la machine sera employée. L'un des éléments de ce prix de revient, qui peut être très important, consiste précisément dans les frais qui sont afférents à l'existence même de la machine et à son exploitation.

Les frais afférents à l'existence de la machine comprennent l'amortissement de ses frais d'achat, d'installation et de mise en service, avec la quote-part correspondante d'amortissement du bâtiment et des installations générales et services divers de l'usine pour l'emplacement qu'elle occupe. Les frais afférents à l'exploitation consistent dans les dépenses qui sont nécessaires pour la faire fonctionner (énergie, lubrifiant, etc.). De toutes ces dépenses, c'est, pour les grandes machines, l'amortissement qui est la plus importante.

Il ne faut jamais oublier que le taux de l'amortissement doit être calculé de manière à reconstituer la somme nécessaire pour acheter, dans un délai qui ne soit pas exagéré, ce par quoi la machine sera remplacée lorsqu'elle sera désuète ou fatiguée. Le calcul ainsi fait conduit souvent à des conclusions très différentes de celles que l'on est tenté d'appliquer si ce calcul a été négligé. Nous trouvons encore là un cas où l'insuffisance d'organisation, ou plus exactement la transgression des principes tutélaires de l'organisation scientifique du travail, a eu pour effet une inflation de machinisme.

La question suivante m'a souvent été posée : Êtes-vous partisan de pousser très loin le travail à la machine automatique? Une telle question serait admissible jusqu'à un certain point si elle s'appliquait à un cas particulier exactement défini, mais elle est vraiment sans objet si on la considère d'une manière générale.

Un ingénieur qui se respecte n'est jamais *partisan* de quoi que ce soit. Il étudie les cas qui lui sont soumis et les résout au mieux des intérêts dont il a la charge. Personnellement, j'ai eu plusieurs fois l'occasion de pousser des clients dans la voie du développement de l'emploi des machines automatiques, parce que l'étude m'avait fourni la preuve que c'était conforme à leurs intérêts. Mais j'ai eu aussi l'occasion de retenir d'autres clients qui allaient se lancer dans des inflations de machinisme quelquefois dangereuses.

On doit donc considérer comme un des principaux progrès dans l'évolution des machines-outils, le développement de l'aptitude de ceux qui les font à prendre en considération l'examen comparé de ce qu'elles coûtent et de ce qu'elles rapportent. Il est déjà arrivé que la frénésie de la concurrence ait engendré des per-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fectionnements qui ne s'imposaient pas, alors que d'autres, qui s'imposaient évidemment, étaient négligés. Il est vraiment regrettable que de tels faits puissent se produire, et que la technique, forme noble de l'activité humaine, puisse être ainsi influencée par le snobisme ou par des arguments tendancieux, d'autant plus condamnables que leurs auteurs ont mis plus d'ingéniosité à les élaborer.

Toutes ces erreurs peuvent disparaître si l'industrie et le commerce des machines-outils sont conduits dans les conditions de *compétence* et de *moralité* qu'imposent les disciplines de l'organisation scientifique du travail, y compris la normalisation, qui n'en est que l'un des aspects.

Conclusions. — Vous avez pu voir défiler sur l'écran de belles réalisations de nos collègues des pays étrangers. Certains de ces pays avaient par rapport à nous une avance considérable que nous n'avons pas entièrement rattrapée. Sur ce point, je vous renvoie d'ailleurs aux conclusions de M. MÉTRAL; mais vous emporterez d'ici l'impression réconfortante que l'industrie française va de l'avant. Nous assistons en ce moment à une véritable renaissance de l'industrie de la machine-outil.

L'effort de perfectionnement de nos fabricants est d'autant plus méritoire qu'ils l'ont entrepris dans une période qui a été l'une des plus sombres que nos industries mécaniques aient jamais connues. Pendant cette période, des industriels ont eu le courage, auquel il est juste de rendre hommage, de modifier entièrement leur politique de fabrication. Je veux parler ici surtout de ceux des régions de Maubeuge et d'Albert qui, spécialisés autrefois dans la machinerie à bon marché, sont entrés résolument dans la voie de la production de machinerie de haute qualité, et sont maintenant en situation de satisfaire à toutes les conditions de qualité déjà normalisées. C'est un point sur lequel j'avais le devoir d'insister, car si une réputation qui a été bonne peut être perdue rapidement, celle qui a été médiocre ne peut être relevée que par un patient effort de propagande appuyé sur des faits incontestables.

A l'heure actuelle, l'industrie française de la machine-outil est dans une période d'activité excessive. Cette activité a malheureusement pour cause principale les précautions qu'impose à notre pays le surarmement des autres. C'est là une activité qui n'est pas productive de richesse nationale, et qui, pour cette raison, ne peut pas être prise comme base par les entreprises qui cherchent à établir des prévisions de développement futur.

Quoi qu'il en soit, les besoins normaux de l'industrie française dans le domaine de la machine-outil sont suffisants pour justifier un développement important de cette industrie. Toutefois, comme nos prix de revient sont maintenant, inévitablement, très élevés par rapport à ceux des industries étrangères correspondantes, notre industrie des machines-outils ne peut prospérer et se développer qu'en accentuant les mesures qu'elle a déjà adoptées en vue de la haute qualité de la fabrication et de la parfaite sincérité des transactions.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LE BOIS A L'EXPOSITION INTERNATIONALE DES ARTS ET TECHNIQUES DE PARIS, 1937.

par M. Jean FRESSINET, *directeur de l'École des Arts appliqués à l'Industrie, membre du Conseil de la Société d'Encouragement.*

Une Exposition internationale des Arts et Techniques dans la Vie moderne n'aurait pas été digne de son titre si elle n'avait réservé une large place au plus ancien des matériaux utilisés dans la construction.

Le Comité des Eaux et Forêts, chargé par le Ministre de l'Agriculture d'organiser l'Exposition du Bois, a parfaitement compris son rôle; il a élaboré et réalisé avec succès un vaste programme susceptible de montrer toutes les utilisations artistiques et techniques de cette belle matière.

Ce programme était divisé en deux parties et il se manifestait sur deux centres différents :

1° le Centre des Arts, des Sciences et des Industries du Bois, situé quai d'Orsay. Il comprenait le Palais du Bois, un Foyer communal, une Auberge de la Jeunesse, une auberge flottante et une péniche-laboratoire de pisciculture ;

2° le Centre de la Technique forestière, situé quai de Passy, qui comprenait le Pavillon du Gaz des Forêts, un Pavillon forestier, le Pavillon de la Fibre de Bois et le Pavillon du Jura (École du Bois de Mouchard).

Il y a lieu d'ajouter à ces deux centres la Porte et Passerelle de l'Alma, édifiée à l'instigation de l'Office technique pour l'Utilisation du Bois.

Nous ne nous occuperons dans cet exposé que du rôle joué par le bois dans l'architecture extérieure et intérieure.

Les architectes chargés d'exprimer les possibilités de nos richesses forestières n'ont pas failli à leur tâche et ils ont réussi à prouver à ceux qui considéraient le bois comme une matière archaïque, que son emploi, loin d'être périmé, répondait parfaitement aux exigences de la construction moderne.

Les deux œuvres principales qui se détachaient de cette manifestation architecturale étaient incontestablement l'*Entrée monumentale de l'Alma*, par Marc SOLOTAREFF, et le *Palais du Bois* par Henry-Jacques LE MÊME; c'est par ces œuvres-là que nous commencerons notre étude.

Le problème posé à M. SOLOTAREFF présentait de réelles difficultés : ériger une porte monumentale reliée à une série de passerelles sur l'une des places de Paris où la circulation est la plus intense, puisqu'elle atteint jusqu'à 1 000 voitures à l'heure, et réaliser cet ouvrage d'un poids de 3 500 t (soit la moitié du poids de la Tour Eiffel), sur un sous-sol miné par le Chemin de fer métropolitain et un important réseau d'égouts ou de canalisations diverses; tout cela sans interrompre la dite circulation.

M. Solotareff a remarquablement résolu ce problème : il a réalisé un projet d'une conception hardie dont il mérite d'être félicité ainsi que ses collaborateurs

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

architectes : Léo Solotareff et Henri Bard, à qui il y a lieu d'associer son collaborateur exécutant, l'excellent charpentier Antoine Moles, d'Amiens. Le calcul de résistance des passerelles a été fait par MM. Grelot et Chelos, Ingénieurs en chef des Ponts et Chaussées.

L'ensemble (fig. 1 et 2) se composait de deux pylônes de 30 m de hauteur, situés à droite et à gauche du large escalier central de la place de l'Alma, puis de deux passerelles conduisant aux avenues Marceau, George-V et Montaigne;

Photo C. Daprat.

Fig. 1. — Vue d'ensemble de l'Entrée monumentale et de la passerelle de l'Alma.

une grande passerelle disposée en un arc de 65 m d'ouverture, reliant les deux quais de la rive droite de la Seine, parallèlement à cette dernière; un demi-arc de 12 m de largeur et 19 m de portée faisait communiquer le palier de l'escalier central avec la grande passerelle à laquelle aboutissaient également deux passerelles courbes de plus de 38 m d'ouverture.

Cet ensemble, qui ne reposait que sur 5 points d'appui, a été entièrement réalisé en sapin et en chêne, auxquels on avait fort heureusement laissé leur couleur naturelle en les protégeant simplement par un vernis incolore.

La structure des pylônes était en sapin du Jura, les panneaux pleins en sapin du Nord et les sculptures décoratives dues au jeune statuaire Morenon, grand prix de Rome, étaient taillées dans du chêne d'Alsace (fig. 4). On avait utilisé pour les arcs, du chêne de France de 65 origines différentes, et, pour les poutres droites ou courbes, du sapin de pays ainsi que du sapin du Nord. Les poutres,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

composées par des planches placées sur champ et boulonnées, permettaient avec une section inférieure d'obtenir une résistance supérieure à celle des poutres pleines. L'opposition du sens des fibres de chacune des planches leur permettait de travailler en sens contraire.

C'est à tort que certains ont insinué que M. Solotareff entendait prouver que le bois était le matériau le plus qualifié pour construire cet ensemble; mais, étant chargé d'une manifestation de propagande forestière, il a voulu réaliser un chef-d'œuvre de maîtrise d'une conception moderne et il y a pleinement réussi.

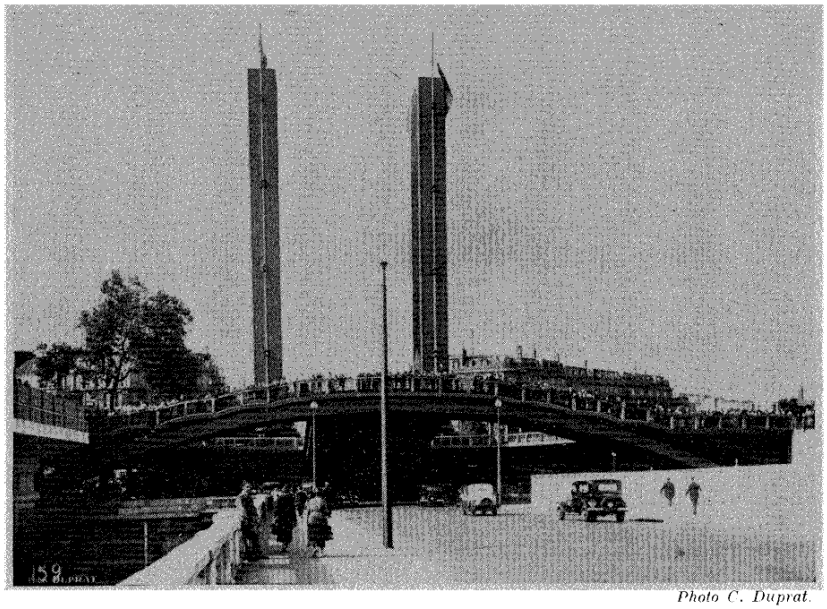


Photo C. Duprat.

Fig. 2. — Entrée monumentale et passerelle de l'Alma. Vue sur l'arc prise du pont de l'Alma.

Il en est de même pour le Palais du Bois destiné à montrer les possibilités architecturales et décoratives de cette matière; ainsi que le reconnaît son architecte, M. Le Même, qui a construit depuis une douzaine d'années de très nombreux chalets savoyards : on n'érige plus souvent de palais en bois.

Cependant, grâce à son beau talent, il a prouvé que ce matériau, que l'on emploie habituellement pour construire des chalets ou même de simples baraques, pouvait, lorsqu'il était soigneusement choisi et intelligemment utilisé, servir à l'édification d'un bâtiment d'un caractère noble, élégant et distingué.

Il n'est pas superflu d'ajouter à la louange de cet excellent architecte qu'il a fait construire et aménager son édifice en 3 mois et 24 jours. Il y a lieu d'associer à ces louanges méritées, M. Frigerio, le charpentier et menuisier lorrain de Frouard, qui a réalisé avec maîtrise et diligence le Palais du Bois.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les bois de choix sans nœuds et sans défauts qu'il a utilisés pour les revêtements, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur, étaient uniquement de provenance française. Sapin des Vosges pour l'extérieur, et chêne pour l'intérieur ont été employés en plein bois et simplement vernis afin de laisser leur veinure apparente. Le noyer de France, le frêne et l'érable furent aussi utilisés par endroits.

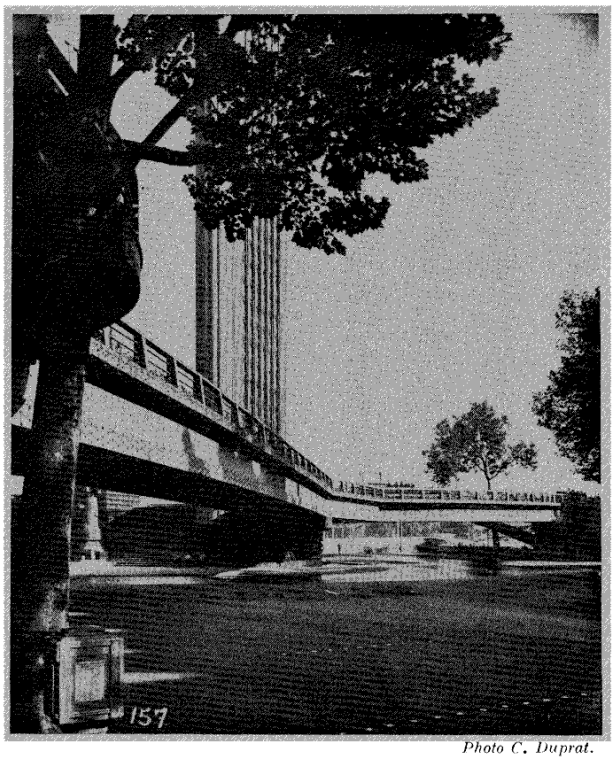


Photo C. Duprat.

Fig. 3. — Vue sur l'entrée principale de l'Entrée monumentale prise d'un des escaliers conjugués.

Pour parer au jeu inévitable de la matière, par suite des variations de température, M. Le Même a eu recours aux joints creux dits « à grain d'orge », ainsi qu'au système des planches à « clins », c'est-à-dire se recouvrant comme les ardoises sur les toitures. Aussi le Palais du Bois n'a accusé jusqu'à la clôture de l'Exposition aucun retrait visible.

Ces effets d'assemblage « affirmés », dont l'architecte a su tirer le meilleur parti, n'altéraient en rien l'effet de l'ensemble de ce palais, franchement moderne et très beau de proportions (fig. 3).

Son plan comportait, en bordure de la Seine et surplombant la berge, une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

grande salle de conférences et de musique, à laquelle on accédait par un hall placé perpendiculairement. Ce hall (fig. 7) desservait également des salles

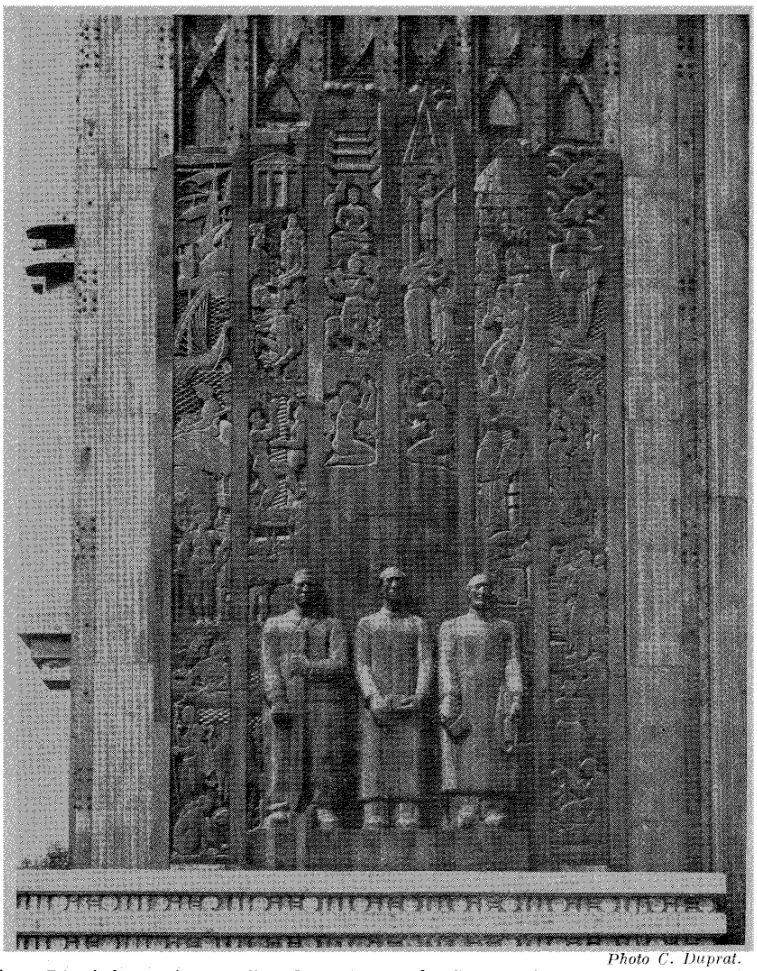


Photo C. Duprat.

Fig. 4. — Détail des sculptures d'un des pylônes : Le Charpentier, L'Architecte, Le Sculpteur. Autour de ces figures, des bas-reliefs montrent tout ce qui a été fait en bois depuis que l'homme existe, du point de vue utilitaire et du point de vue artistique.

d'exposition et deux larges escaliers donnant accès à l'étage inférieur, situé au niveau de la berge.

Le bois, dont les tons chauds sont très agréables, donnait à l'intérieur une belle tenue d'ensemble, à laquelle ne nuisaient nullement les détails bien étudiés des revêtements muraux et des plafonds. Pour ces derniers, M. Le Même

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

a abandonné la poutre apparente et il a obtenu, à l'aide de jeux de bois, des effets d'éclairage intéressants.

Les coupures horizontales des murs du hall, composées de petites frises géométriques, surmontaient une série de bossages profilés et contrastaient fort heureusement avec de hautes colonnes cylindriques également en bois.

D'ailleurs, le bois régnait en maître depuis les grilles de l'entrée jusqu'aux

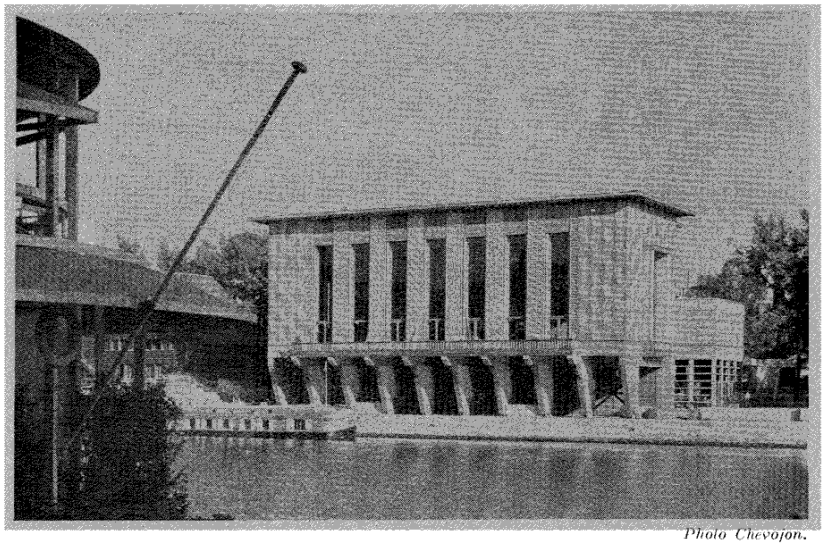


Photo Chevojon.

Fig. 5. — Palais du Bois français. Au second plan, à gauche, péniche des Eaux et Forêts servant de laboratoire flottant de pisciculture.

appuis de départ d'escalier. La grande salle d'honneur, éclairée par 7 hautes fenêtres était de proportions heureuses et ornée d'un beau lambrissage formé de losanges saillants. Une grande peinture de DECARIS, ayant pour thème *La Forêt*, occupait l'une des extrémités de cette salle, tandis que l'estrade réservée aux orateurs ou à l'orchestre en occupait l'autre extrémité.

Les salles latérales donnant sur le hall étaient réservées l'une à la vénerie, les autres aux arts, aux techniques du bois et aux mobiliers en bois massif. Les meubles exposés avaient été primés antérieurement, à un concours organisé par le Sous-Secrétariat de l'Agriculture; les meilleurs étaient signés : DESNOS, FRÉCHET, LARDIN et ROLLIN. La salle des arts du bois présentait de belles planches gravées et quelques sculptures en chêne, en noyer, en acajou et en ébène de différents artistes, parmi lesquels Auguste GUÉNOT, CORNU, Gilbert PRIVAT, Anna QUINQUAUD et RISPAL.

Le rez-de-chaussée sur la berge montrait une série de dioramas de G. LEROUX et LOBEL-RICHE, traduisant l'aspect des principales forêts de France; on y voyait aussi quelques maquettes de charpentes, de tonnellerie et des véhicules agricoles

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en bois. On remarquait également au rez-de-chaussée une présentation très intéressante des bois coloniaux avec une signalisation électrique permettant de situer immédiatement, sur une immense carte, leurs lieux de provenance.

L'étude d'un tel bâtiment, dont le choix résultait d'un concours auquel parti-

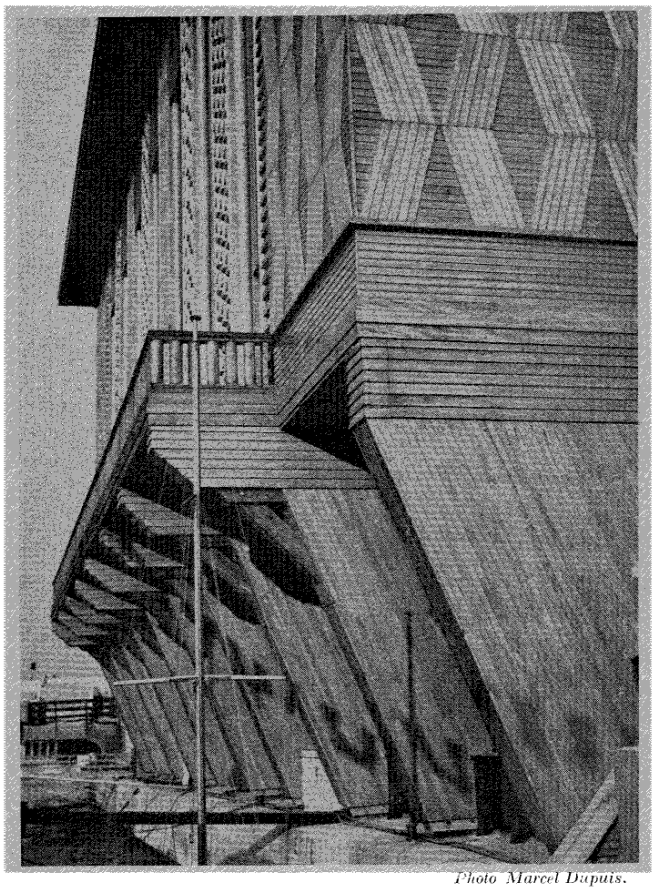


Photo Marcel Dupuis.

Fig. 6. — Palais du Bois français. Détail de la façade sur la Seine.

cipèrent 60 architectes, a nécessité, de la part de celui qui a été chargé de son exécution, des dessins d'une grande précision. Étant donné le court laps de temps imposé pour la réalisation de l'ensemble, il a fallu préparer les éléments de la décoration intérieure en même temps que le gros œuvre; ces éléments devaient donc s'adapter et se raccorder rigoureusement, car la technique de la matière employée ne permettait aucune des facilités dont on dispose lorsqu'il s'agit d'un pavillon revêtu de staff. En revanche, l'avantage d'un édifice entièrement en bois sur les autres pavillons d'une exposition est, sans conteste, la possibi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lité de récupérer la totalité des matériaux employés et même de reconstruire facilement l'ensemble sur un autre emplacement. Nous souhaitons qu'il en soit fait ainsi pour le palais de M. Le Mème.

Avant de quitter le Palais du Bois, il y a lieu de rappeler le dessus de porte de

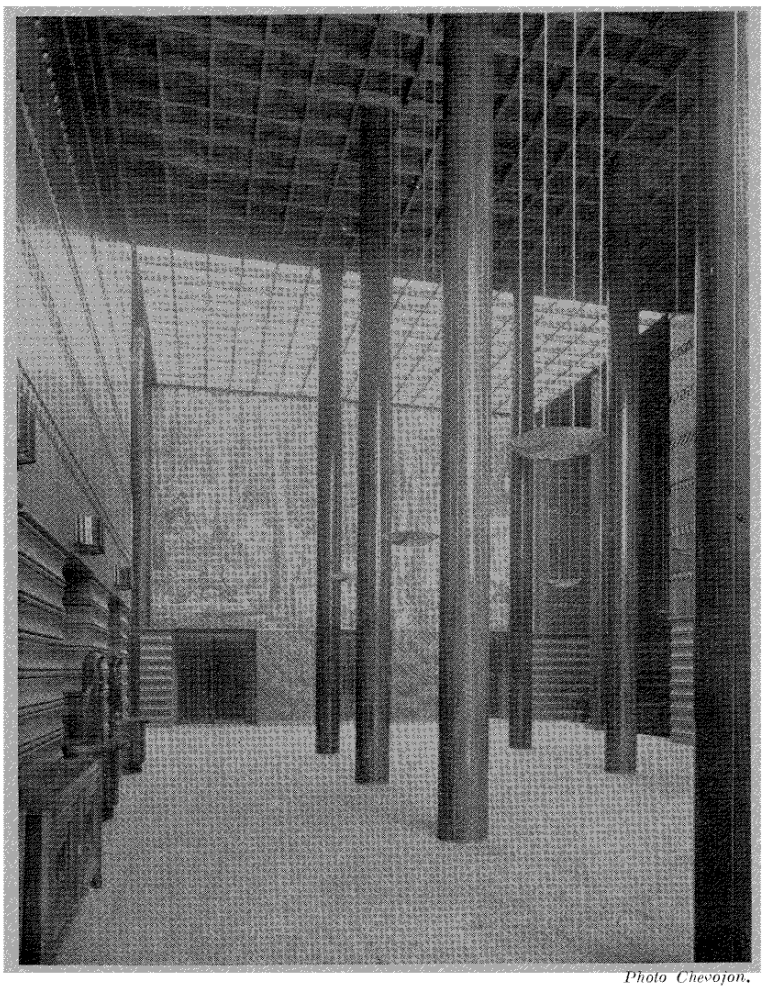


Photo Chevojon.

Fig. 7. — Palais du Bois français : le hall.

l'entrée principale sur le quai d'Orsay (fig. 8), sculpté par Gaston Lebourgeois, et l'admirable groupe de *Diane à la biche*, taillé dans le chêne par Paul Niclausse.

Parmi les autres pavillons du même centre, le *Foyer communal*, qui présentait les *jouets de bois*, était dû à la collaboration des architectes Mathé, Battut

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et WARNESSON; l'*Auberge de la Jeunesse*, avec ses parois en troncs de sapin couchés, était l'œuvre des architectes MARTINET FRÈRES.

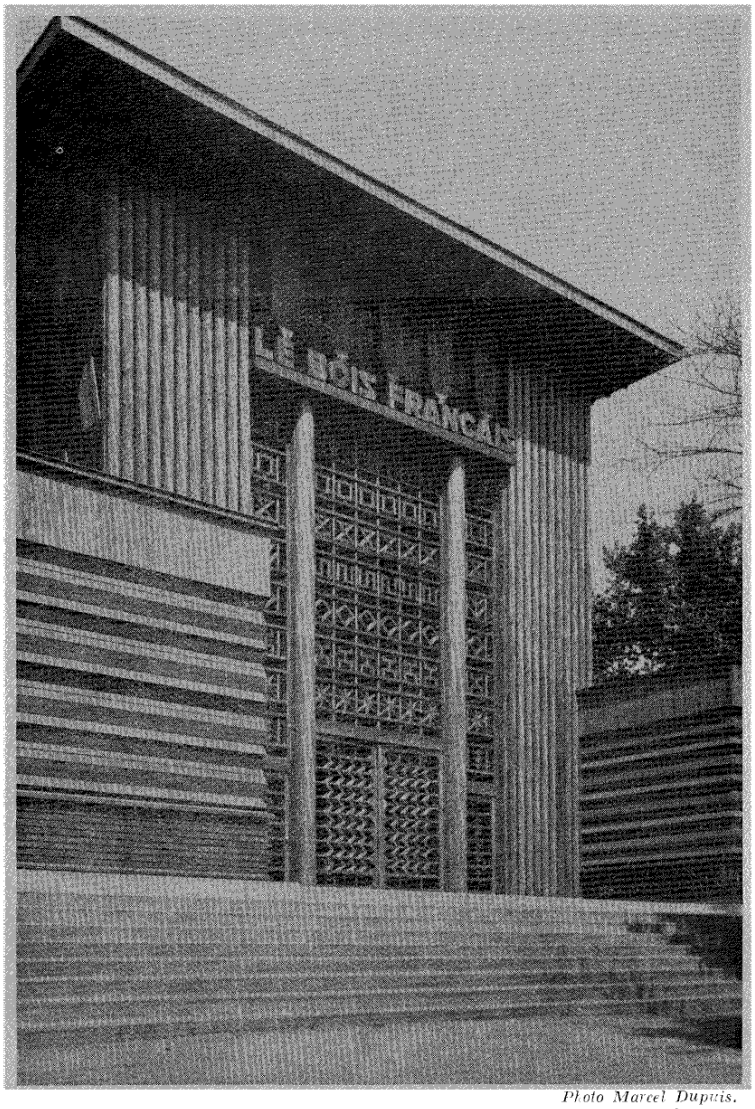


Photo Marcel Dupuis.

Fig. 8. — Palais du Bois français. Entrée monumentale sur le quai d'Orsay.

Au Centre régional, c'est aussi M. LE MÈME qui a été chargé d'édifier le *Pavillon de la Savoie et de la Haute-Savoie*; il s'en est acquitté avec la même

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

maîtrise qu'au Palais du Bois. Dans cet ensemble, qui se composait d'un grand chalet avec un rez-de-chaussée et un étage, d'un chalet de skieurs et d'un petit oratoire, il a utilisé largement le bois, suivant les habitudes des constructions savoyardes. Cependant, là encore, l'esprit de recherche de l'architecte s'est manifesté, car s'il a respecté le caractère général de ces chalets montagnards, la conception de ses constructions est empreinte des influences contemporaines. Là, il a eu recours au sapin et au mélèze pour la charpente, les bardages et les grands balcons. On voyait à l'intérieur un de ces sympatiques *coins de feu* pour lesquels M. Le Même a trouvé à Megève tant d'ingénieuses solutions; le *mobilier* de Max VIBERT s'associait parfaitement au décor.

La Section française de l'Exposition présentait également à la Classe 32, située dans le Pavillon du Bâtiment, une *charpente* apparente intéressante, de l'architecte Roger SEASSAL. Il convient de signaler dans le même pavillon les *meubles en bois massif* de MM. JALLOT et ROLLIN; à signaler également, au Centre des Métiers, les *meubles* intéressants et les belles *sculptures décoratives* taillées *en plein bois*, par LEBOURGEOIS.

Parmi les sections étrangères, la *Finlande* et la *Yougoslavie* présentaient également des pavillons construits en bois massif. Alors que le premier de ces deux pays nous montrait l'importance des utilisations industrielles du bouleau et du sapin du Nord, le second avait édifié, à côté de son pavillon officiel, une *maison rurale de type bosniaque*, dont on remarquait la hauteur et la forme élancée de la toiture. Cette maison, étudiée par l'ÉCOLE D'ARTISANAT DE ZAGREB, présentait à l'intérieur la production forestière yougoslave sous la forme de grands fûts dressés et non dépouillés de leur écorce; seule, à la hauteur de l'œil du visiteur, une section de chaque arbre avait été polie et vernie; certains autres, de grand diamètre, avaient été tranchés horizontalement et formaient de très belles tables; sur les portes de ce curieux pavillon, était gravé un *hymne de la forêt*.

Une autre réalisation intéressante en bois massif est la *statue monumentale* de *saint Etienne*, par le Hongrois PATZAY, placée à l'entrée du Pavillon de la Hongrie.

Il ne nous est pas possible d'énumérer tous les mobiliers, bibelots, statuettes et objets d'art en bois massif qui ont retenu notre attention; le Centre régional en présentait un grand nombre.

Quant à l'utilisation des placages en général et du contreplaqué en particulier, on peut dire qu'on la constatait dans tous les bâtiments de l'Exposition; nous croyons devoir signaler toutefois les *façades en contreplaqué verni* du Pavillon de la Régie française des Tabacs, par Rob MALLET-STEVENS.

Si l'on ajoute à cela, le Centre français des Applications scientifiques du Bois, carburant, carton, papier, revêtements, soie et laine de cellulose etc., on peut conclure qu'un effort immense a été fait pour montrer les possibilités illimitées de notre domaine forestier qui, ne l'oublions pas, couvre un cinquième du sol de notre pays.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LES APPLICATIONS DES COURANTS ÉLECTRIQUES DE HAUTE FRÉQUENCE A L'INDUSTRIE DU CAOUTCHOUC[1]

par M. Henri LEDUC, *Ingénieur E. P. C. I.*,
lauréat de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale,
de la Société d'Encouragement au Progrès et du Syndicat du Caoutchouc.

Avant de parler des travaux que je poursuis en collaboration avec M. René Dufour sur les applications de la haute fréquence à l'industrie du caoutchouc, je voudrais exposer le mécanisme qui nous a conduits à des méthodes qui n'ont plus rien de commun avec celles que nous nous proposions d'appliquer tout d'abord.

L'industrie du caoutchouc, et plus particulièrement celle des spongieux, m'avait trop souvent montré les inconvénients de la mauvaise conductibilité thermique des gommes, pour que je n'eusse pas envie de me libérer de cette entrave.

Parmi les solutions possibles, j'ai d'abord pensé à disperser des particules conductrices dans les mélanges et à porter le tout dans un champ magnétique de fréquence élevée, capable de développer des courants induits dans chacun de ces grains, de telle manière que la matière à traiter contienne un nombre de points chauds suffisamment rapprochés pour que la non-conductibilité thermique des gommes soit pratiquement éliminée.

Malheureusement, pour que le procédé conduise à des échauffements suffisamment rapides, il faut disperser des grains métalliques si gros et si nombreux que les propriétés des mélanges sont fortement altérées.

Avec des grains fins tels que les poudres d'aluminium, les blacks et les sulfures de zinc, les échauffements aux fréquences de 50 000 ou 100.000 pér/sec, ne dépassaient pas quelques degrés à l'heure.

Avec des granules ferreux de 0,3 à 0,5 mm, ajoutés à raison de 10 p. 100 du poids du mélange, les échauffements étaient rapides, mais le technicien ne reconnaissait plus ses mélanges, et surtout, il constatait que les couches voisines de la surface formaient un écran magnétique qui diminuait l'induction, c'est-à-dire l'échauffement, dans les régions centrales.

Par exemple, la périphérie atteignait 130° en quelques minutes, tandis que le centre ne dépassait pas 100 ou 110°, dans le même temps.

Nous avons dû chercher autre chose, et nous nous sommes tournés vers l'utilisation des pertes diélectriques, qui nous ont donné des échauffements rapides, réguliers et des montages commodes. Toutefois, il est resté de nos premiers essais une application industrielle : la vulcanisation des garnissages en caoutchouc des cylindres métalliques.

(1) Communication faite en séance publique par l'auteur, le 21 mai 1938.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous avons donc renoncé à utiliser l'effet des champs magnétiques et nous avons fait appel aux effets produits par les champs électriques de haute fréquence sur les diélectriques.

On sait que si le champ est assez intense et la fréquence élevée, 10^{10} pér/sec, par exemple, beaucoup de diélectriques s'échauffent rapidement. C'est notamment le cas des mélanges de caoutchouc.

Le mécanisme de l'échauffement est complexe et, parmi les théories les plus connues, je citerai seulement celles de Wagner et de Debye.

Pour le technicien, il suffit de noter les faits suivants :

1° Un diélectrique homogène placé dans un champ électrique uniforme de haute fréquence s'échauffe régulièrement et uniformément dans toute son étendue;

2° La puissance absorbée, c'est-à-dire l'échauffement du mélange, croît avec la fréquence et avec l'intensité du champ;

3° La puissance absorbée croît avec l'hétérogénéité électrique des mélanges, et l'addition d'une faible quantité de certains produits, généralement à pouvoir inducteur spécifique élevé, suffit pour rendre très absorbante une matière qui, prise isolément, absorbe assez peu.

Parmi les nombreux matériaux qui accroissent la perte diélectrique, il faut citer le black, l'oxyde et le sulfure de zinc. Nous voici donc en possession de moyens nouveaux qui éliminent totalement la conductibilité thermique et qui nous permettent de vulcaniser une masse épaisse aussi rapidement qu'un échantillon mince.

APPLICATIONS PRATIQUES. — Nous pouvons les diviser en deux groupes : 1° celles qui s'appliquent aux fabrications dont la matière première est la gomme : feuille fumée ou crêpe; 2° celles qui s'appliquent à l'industrie du latex.

Gomme. — Dans le premier groupe, je citerai d'abord la plastification thermique de balles entières et je rattacherai à cette dépolymérisation la régénération par la chaleur des déchets de caoutchouc.

Dans les deux cas, les masses à traiter sont portées entre des électrodes plates et l'opération dure plus ou moins longtemps suivant la nature des matériaux à traiter.

Dans le domaine des vulcanisations, je citerai les spongieux, les blocs épais, certains garnissages de cylindres; mais la haute fréquence est également indiquée pour vulcaniser des empilages d'articles minces, tels qu'une superposition de feuilles ou de tissus, des tapis, des courroies enroulées sur un tambour qui tourne entre des électrodes fixes.

L'épaisseur des produits traités peut atteindre ou dépasser 15 ou 20 cm, l'écart de température entre les différents points étant au maximum de 1 ou 2 degrés.

Pour les cuissons en moule, il est nécessaire d'adapter ces derniers; par exemple, un moule à pavés sera constitué par une semelle métallique dans laquelle s'encastrent des flancs isolants, en mycalex par exemple; ceux-ci sont

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

maintenus par une frette métallique, et la matière est comprimée par un piston électrode.

Il n'y a pas lieu de modifier les presses, car il suffit de superposer deux moules identiques séparés entre eux par une lame de métal que l'on relie à un pôle du générateur, l'autre pôle étant relié à la masse de la presse. Le champ s'établit symétriquement de chaque côté de la lame médiane.

Avant de passer au latex, je donnerai un aperçu du prix de revient de cette radiovulcanisation : il faut de 200 à 300 Wh pour vulcaniser 1 kg de mélange à 140°.

Latex. — Je résumerai les applications au latex en disant que la haute fréquence permet un échauffement uniforme en vue d'une concentration, d'une stérilisation, d'une vulcanisation qui ne rompra pas l'émulsion, s'il s'agit de mélanges fortement stabilisés, ou, au contraire, avec des mélanges thermiquement ou électriquement instables, la haute fréquence permettant une coagulation quasi instantanée d'une masse importante de latex. L'opération peut se faire en discontinu dans des formes de plâtre, de bois, ou autres, ou en continu, dans des filières de verre ou de quartz, par exemple, dont la forme détermine l'aspect du coagulum qui peut être à volonté un fil, un tube, un boudin multitubulaire, ou un tube cloisonné à la façon d'un bambou.

Bien entendu, si le latex contient des bulles gazeuses, celles-ci sont enfermées dans le coagulum, ce qui permet la coagulation rapide des mousses de latex.

On peut encore coaguler autour d'une âme conductrice ou d'un fil textile et obtenir un conducteur électrique isolé, ou un produit inextensible.

Bien entendu, on peut appliquer la haute fréquence au séchage et à la vulcanisation de ces divers produits, mais l'opération capitale est ici ce que nous avons appelé la *radiocoagulation*.

Cette opération est très économique puisqu'un oscillateur de 100 W suffit à assurer la coagulation dans une batterie de 15 ou 20 filières débitant du fil de 1 mm de diamètre à raison de plusieurs mètres par minute.

Je suis persuadé que l'emploi des courants électriques de haute fréquence, encore à ses débuts dans notre industrie, permettra aux techniciens des réalisations du plus haut intérêt.

En terminant, je dirai que si nous avons pu mener à bien quelques réalisations, c'est grâce au bienveillant appui de M. J. L. Breton, Directeur de l'Office national des Inventions, qui n'a pas hésité à mettre à notre disposition les moyens puissants et l'appui des éminents techniciens de ses services.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

INTÉGRATION PNEUMATIQUE DES RUGOSITÉS SUPERFICIELLES DES PIÈCES MÉCANIQUES

par M. Pierre NICOLAU, *Ingénieur militaire en Chef des Fabrications d'Armement, membre du Conseil de la Société d'Encouragement.*

Position du problème de la mesure de la rugosité. — L'état des surfaces des éléments que la mécanique met en œuvre, tant dans le domaine scientifique que dans ses applications techniques et industrielles, intervient dans tous les phénomènes de contact : actions de contact « solide-solide » mettant en jeu des phénomènes : d'ordre mécanique (frottement, usure, adhérence), électrique, magnétique, thermique, etc.; actions de contact « solide-gaz », intervenant par exemple en aérodynamique, en balistique; actions de contact « solide-liquide », intervenant en hydraulique ou encore dans les phénomènes de vaporisation, de corrosion, etc.

On sait, d'autre part, que l'état des surfaces est un facteur important de la résistance des pièces mécaniques aux sollicitations de caractère périodique. C'est dire toute l'importance qui s'attache à sa mesure.

Cette mesure peut être envisagée au point de vue géométrique, chimique, structural ou mécanique. Nous nous placerons ici au seul point de vue géométrique.

Les surfaces des pièces mécaniques présentent toujours, par rapport à la forme géométrique idéale qui leur a été assignée, deux sortes d'aberrations :

les unes, de grande amplitude, dites erreurs de forme, sont dues aux imperfections de la machine (ou de la main) génératrice; suivant l'expression proposée par Schmaltz [1], elles caractérisent l'état macrogéométrique;

les autres, de faible amplitude, sont dues à l'action directe de l'outil; elles caractérisent l'état microgéométrique, appelé couramment « rugosité ».

Lorsqu'on mesure une pièce mécanique, on opère généralement par contact, sous une charge donnée, avec un palpeur de dimensions négligeables par rapport aux erreurs de forme (erreurs macrogéométriques), mais notables par rapport aux erreurs microgéométriques. Dans ces conditions, l'enveloppe des positions du palpeur définit une surface *mesurée* qui diffère de la surface *réelle*. L'écart entre ces deux surfaces, abstraction faite des déformations de contact, caractérise dans son ensemble la rugosité.

La microgéométrie nous apparaît ainsi comme l'étude des relations de position de la surface réelle par rapport à cette surface mesurée, tandis que la macrogéométrie est l'étude des relations de position de la surface mesurée par rapport à une surface géométrique idéale de référence.

Nous disposons de longue date de méthodes pour la mesure des erreurs de forme. Depuis quelques années seulement on s'attache à chiffrer la rugosité que nos ouvriers se bornaient jusqu'alors à apprécier qualitativement, soit par examen à l'œil nu ou à la loupe sous des éclairements d'incidence variable, soit au toucher.

(1) SCHMALTZ, *Technischen Oberflächenkunde*, Berlin, 1936.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La rugosité est une propriété d'ordre statistique, à trois dimensions, qui ne saurait évidemment être définie par un critère unique.

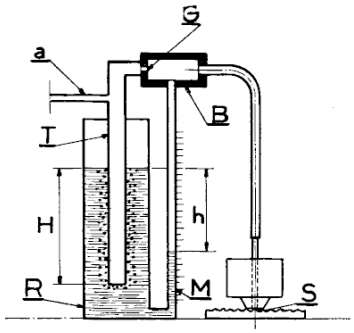


Fig. 1. — Schéma de principe de l'intégration pneumatique des rugosités au moyen du micromètre Solex.

Le problème qui se pose en général est d'étudier la relation entre la rugosité et un ou plusieurs paramètres x, y....t. Il s'agit alors de caractériser la rugosité par une grandeur mesurable R, telle que, dans le domaine de variation des paramètres considérés, la fonction $R = f(x, y....t)$ soit continue et uniforme. R est une grandeur repère qui, suivant la nature des paramètres, doit en principe être choisie différemment. R ne vaut, dans chaque cas particulier, que par les qualités métrologiques de la fonction f, notamment son pouvoir amplificateur (sensibilité) $\frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y}, \ldots, \frac{\partial f}{\partial t}$ et par les qualités intrinsèques de sa méthode de mesure : commodité, simplicité, rapidité, fidélité, exactitude, stabilité, etc.

R peut être une grandeur physique : toute grandeur physique influencée par

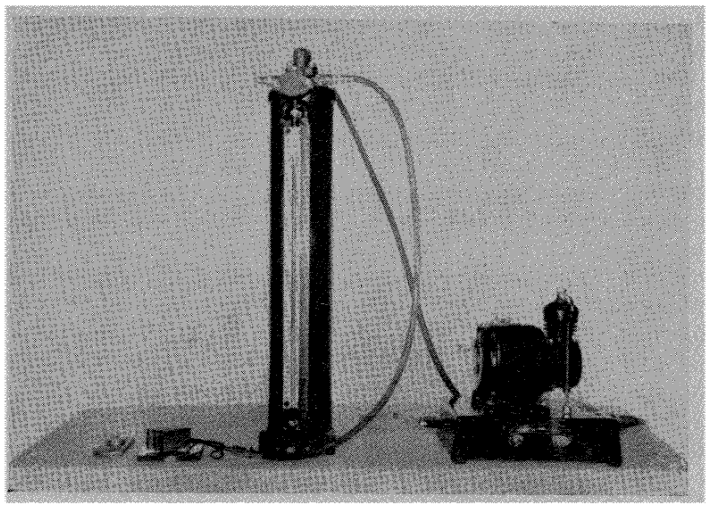


Fig. 2. — Appareil en ordre de marche.

l'état microgéométrique d'une surface peut, en principe, servir à le mesurer ou tout au moins à en repérer les variations.

R peut aussi être une grandeur géométrique. C'est ainsi qu'on a cherché à caractériser la rugosité par les éléments mesurables du profil de la surface réelle,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

suivant une section convenablement choisie : hauteur totale H de la rugosité; longueur d'onde (avance) c des stries d'usinage; pente moyenne $\frac{H}{c}$ de ces stries; hauteur moyenne $h = \frac{1}{x}\int_0^x R\,dx$ d'une courbe de profil, etc.

Toutes ces méthodes de mesure de la rugosité appartiennent à deux groupes distincts :

— les méthodes de microtopographie, qui tendent à reproduire les courbes

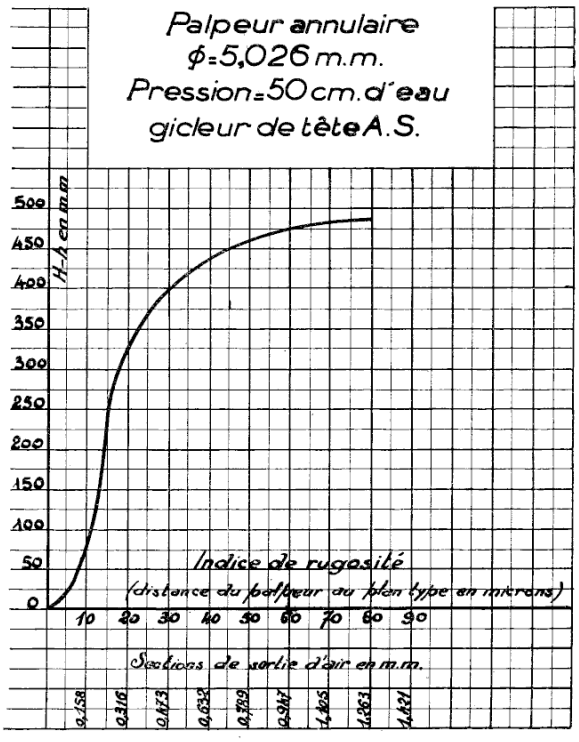


Fig. 3. — Palpeur annulaire pour surfaces planes. Courbe d'étalonnage.

de profil avec une anamorphose convenable pour en analyser et mesurer avec précision les singularités;

— les méthodes d'intégration, qui donnent directement la valeur d'un critère de la rugosité moyenne sur un élément de surface ou suivant un contour donné.

Intégration pneumatique de la rugosité. — Nous avons imaginé et mis au point une méthode d'intégration qui présente l'avantage de donner directement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la hauteur moyenne des courbes de profil, élément qui semble intervenir dans de multiples phénomènes mécaniques.

Cette méthode est basée sur l'emploi du micromètre pneumatique Solex[2].

Cet appareil comprend essentiellement (fig. 1) un tube *a*, relié, d'une part à une source d'air à une pression quelconque et, d'autre part, à un tube T, de section beaucoup plus grande, plongeant à une profondeur H dans l'eau contenue dans un récipient R ouvert à l'air libre. L'air amené par le tube *a* se détend dans le tube T, et la partie qui n'est pas employée s'échappe à travers l'eau du récipient R. Il en résulte que l'air contenu dans le tube T est à une pression rigoureusement constante et égale à la hauteur d'eau H. Le tube T communique par un gicleur G avec une chambre de détente B, reliée d'autre part à l'orifice de sortie S.

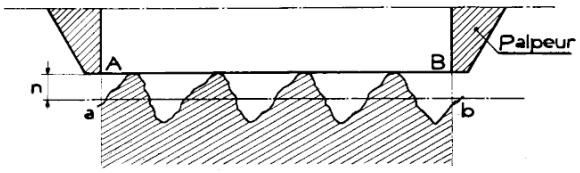


Fig. 4. — Palpeur annulaire réglable pour surfaces planes de faible rugosité. Schéma de principe.

La chambre B est mise en communication avec la base du récipient R par un tube manométrique M. Dans ces conditions, la pression en B se trouve mesurée par la dénivellation *h* dans le tube M.

Pour caractériser l'état d'une surface, on prend comme orifice de sortie S la section qui, du fait de la rugosité, reste libre entre cette surface et un palpeur de forme appropriée qui repose sur elle.

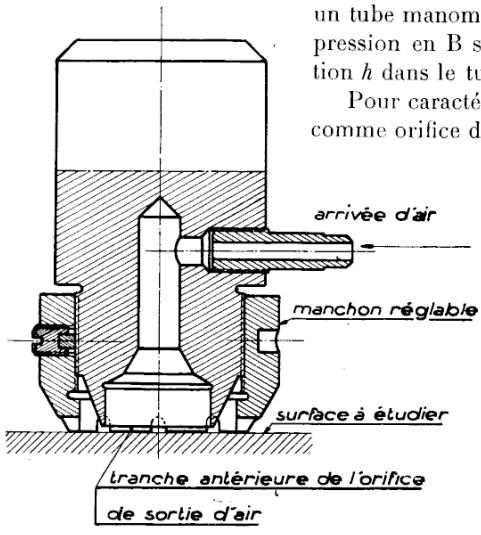


Fig. 5.

S'il s'agit d'une surface plane, on prend un palpeur — annulaire pour fixer les idées — de section terminale parfaitement plane. Sur une surface optiquement plane, on peut, par un rodage convenable du palpeur, annuler le débit d'air : la position correspondante de la colonne manométrique détermine alors le zéro de l'échelle.

Si ce plan de rugosité nulle est remplacé par un plan de surface rugueuse, le palpeur n'adhère plus complètement. Il se produit un échappement d'air dont le débit, mesuré par la dénivellation manométrique *h*, caractérise la rugosité.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1932, t. 194, p. 1459.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La figure 2 représente l'appareil en ordre de marche.

L'étalonnage peut être fait par rapport à un plan type, en mesurant la variation de la dénivellation manométrique en fonction de la distance du palpeur à ce plan. On obtient ainsi une courbe d'étalonnage telle que celle de la figure 3.

L'appareil étant ainsi étalonné, le nombre de microns n qui correspond à la dénivellation manométrique h obtenue lorsque le palpeur repose sur la surface, a un sens physique. Il mesure la distance au palpeur du plan parfait qui donnerait la même dénivellation manométrique.

Supposons développé sur le plan de la figure le profil de la surface le long du contour AB de la touche du palpeur de longueur l (fig. 4). Soit $y = f(x)$ l'équation de ce profil. La trace $a\ b$ du plan parfait équivalent à la surface, c'est-à-dire offrant la même section de passage, n'est autre que la valeur moyenne de la fonction $y = f(x)$ le long du contour AB.

$$n = \frac{1}{l}\int_0^l f(x)\,dx.$$

En d'autres termes, n mesure la distance que présenterait, par rapport au palpeur initialement posé sur la surface rugueuse, la même surface supposée *aplanie*, sans enlèvement de matière, de telle sorte que le métal des aspérités soit amené à combler exactement les sillons intermédiaires. C'est la hauteur moyenne de la rugosité, comptée à partir de la surface mesurée, le long du profil considéré. Nous l'appellerons « indice de rugosité ».

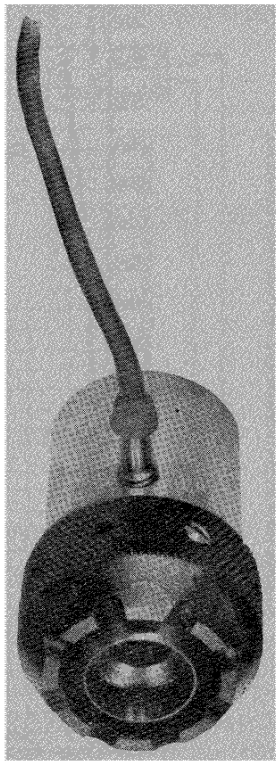


Fig. 6. — Palpeur annulaire réglable pour surface plane de faible rugosité.

Pour une sensibilité donnée du micromètre Solex, caractérisée par la section du gicleur G, la dimension et la forme du palpeur peuvent être adaptées à l'importance moyenne des défauts à étudier, à leur périodicité, à leur orientation systématique ou à la forme des surfaces.

En vue d'éliminer l'influence des erreurs macrogéométriques, il y a intérêt à réduire le périmètre du palpeur. Il est alors possible de compenser la diminution de sensibilité et d'effet statistique qui en résulte, en montant plusieurs palpeurs en dérivation sur l'orifice de sortie d'air. On réalise ainsi en quelque sorte une main à plusieurs doigts dont on mesure la somme des palpations.

Pour obtenir le maximum de sensibilité, il convient de se placer dans des conditions telles que les mesures s'effectuent sur la partie quasi-rectiligne de la courbe d'étalonnage. On dispose, à cet effet, de deux moyens de réglage : en premier lieu, la section du gicleur de tête G; en deuxième lieu, lorsqu'il

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

s'agit de mesurer des rugosités faibles, le décalage systématique de l'orifice de sortie d'air du palpeur par rapport à son plan d'appui sur la surface, de manière

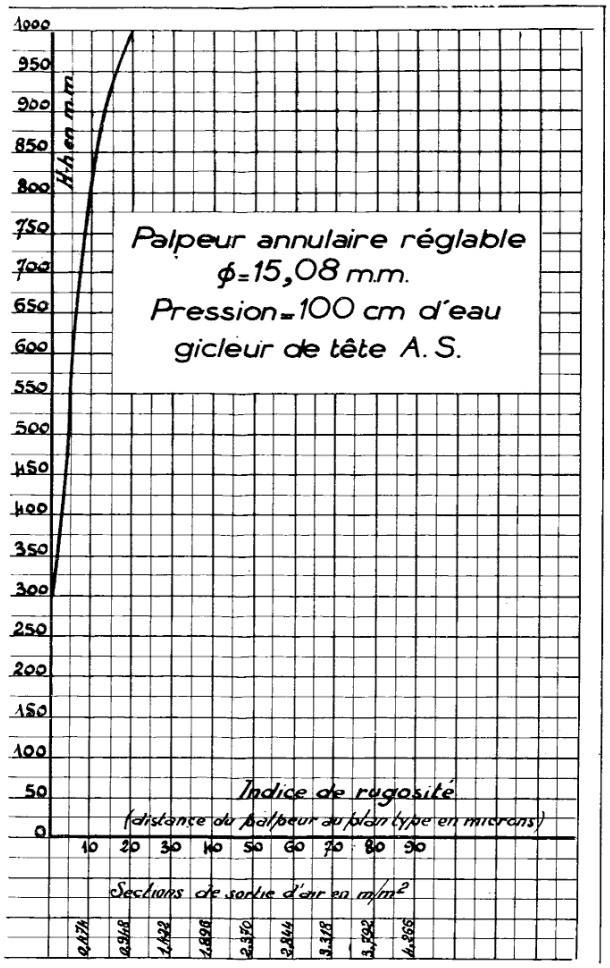


Fig. 7. — Palpeur annulaire réglable pour surfaces planes de faible rugosité. Courbe d'étalonnage.

à obtenir, lorsqu'il repose sur un plan parfait, un débit correspondant à l'origine de la partie rectiligne de la courbe d'étalonnage.

On élimine ainsi la zone de cette courbe qui précède la partie rectiligne. Cette zone correspond aux perturbations qui se produisent dans l'écoulement de l'air

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par un orifice très étroit et l'indice de rugosité n n'y a plus la même signification simple.

La figure 4 donne le schéma de principe du palpeur à décalage réglable dont la figure 5 donne la photographie et la figure 6 la courbe d'étalonnage correspondant à un réglage tel qu'elle est pratiquement rectiligne à partir de l'origine.

Pour l'étude des surfaces cylindriques (arbres ou alésages) que l'on rencontre fréquemment dans nos constructions mécaniques, le palpeur est constitué par

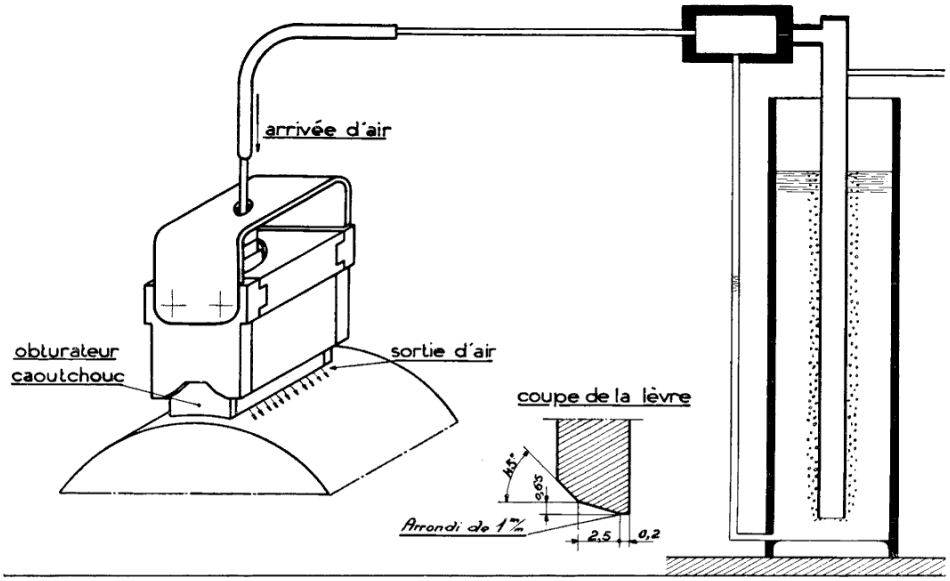


Fig. 8. — Palpeur pour surfaces cylindriques. Schéma de principe.

deux arêtes rectilignes parallèles aux génératrices, entre lesquelles débouche l'orifice de sortie d'air. Le débit d'air se trouve limité à la section de contact avec les arêtes au moyen de plaquettes en caoutchouc mousse disposées latéralement (fig. 8). Bien entendu, ce palpeur s'applique également aux surfaces planes. Pour compenser les erreurs de cylindricité des surfaces à mesurer, on donne à l'une des arêtes un degré de liberté.

La figure 9 donne la photographie d'un palpeur réalisé sur ces principes et organisé pour la mesure de la rugosité des surfaces planes et cylindriques (arbres et alésages).

La méthode possède toutes les qualités de sensibilité, de fidélité et de stabilité du micromètre Solex. En raison de la robustesse et de la facilité de manœuvre de cet appareil, elle est applicable, non seulement au laboratoire mais à l'atelier, sans autres précautions que celles qui sont familières aux métrologistes et aux ouvriers de précision.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La sensibilité pouvant être réglée à volonté jusqu'à dépasser même une amplification de 100 000, il est possible, avec un palpeur réglable tel que celui des figures 5 et 6, de mesurer la rugosité moyenne des surfaces de belle qualité (rectifiées ou rodées).

Toutefois, lorsqu'on cherche à qualifier la rugosité de telles surfaces, il arrive, en l'état actuel des techniques d'usinage, que, malgré la réduction du périmètre du palpeur, les erreurs de forme peuvent affecter la mesure. C'est pourquoi nous faisons établir un palpeur du type du palpeur de la figure 8 dont les lèvres

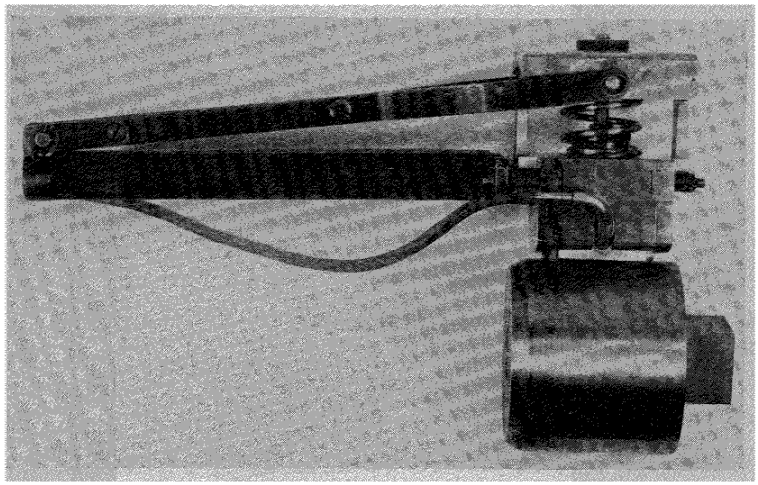


Fig. 9. — Palpeur pour surfaces planes et cylindriques (arbres et alésages).

sont constituées par les lames élastiques en acier trempé, fixées sur un corps en caoutchouc.

Avec un tel palpeur il sera possible, non seulement d'éliminer complètement l'effet des erreurs de forme, mais encore de mesurer la rugosité des surfaces courbes ou gauches, ce qui présente un intérêt pour de nombreuses applications.

Résumé de quelques applications de la méthode. — Les essais effectués avec cet outillage nous ont montré qu'il classe bien les rugosités des surfaces usinées dans l'ordre qu'un observateur averti détermine en se basant sur ses impressions physiologiques.

Pour des conditions d'usinage données, la rugosité dépend essentiellement des caractéristiques de l'acier, ce qui est conforme à l'expérience la plus courante; mais, pour obtenir une rugosité donnée sur des aciers de même dureté et résistance à la traction, le choix des conditions d'usinage dépend de la résistance ultime et de l'état structural, ce que l'on sait moins.

Nous avons constaté, par ailleurs, que toutes choses égales d'ailleurs, notam-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment en ce qui concerne l'état macrogéométrique, la rugosité moyenne mesurée par notre méthode jouait un rôle essentiel dans tous les problèmes d'ajustement avec serrage.

Nous avons vérifié que l'étude de la variation de la rugosité moyenne en fonction des divers facteurs d'usinage permettait de déterminer les conditions d'usinage optima pour chaque matériau (vitesse de coupe, avance, caractéristiques des outils, etc.).

Nous avons appliqué la méthode avec succès à la détermination de la résistance à la corrosion dans le cas de corrosions généralisées, non fissurantes.

Enfin, des essais récents de M. Prévost, encore inédits, ont montré que, du moins dans les limites des expériences effectuées, l'indice de rugosité était en relation directe avec le coefficient de frottement.

BIBLIOGRAPHIE DE L'AUTEUR

Application du micromètre Solex à la mesure des états de surface (Mécanique, *Bulletin de la Société française des Mécaniciens*, mars-avril 1937, p. 80).

Contribution à l'étude de l'influence de l'état des surfaces sur les ajustements à la presse (Mécanique, *Bulletin de la Société française des Mécaniciens*, n° 274, septembre-octobre 1937, p. 214).

Mesure des états de surface à l'aide du micromètre Solex (*Académie méditerranéenne. Entretiens scientifiques*, mars 1937, cahier VI, p. 240).

Intégration pneumatique des états de surface (*Journées internationales de Chronométrie et de Métrologie*, Paris, 1937).

La microgéométrie des surfaces usinées (Mécanique, *Bulletin de la Société française des Mécaniciens*, n° 276, janvier-février 1938, p. 3).

La microgéométrie des surfaces au service de l'étude de la corrosion (*Métaux et Corrosion*, n° 154, juin 1938, p, 101).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE DU 29 OCTOBRE 1938

Présidence de M. Jean FRESSINET, *vice-président.*

La séance est ouverte à 17 h. 30 m.

Est présenté pour devenir membre de la Société et admis séance tenante :

le Dr MARCHOUX (Emile), (G. O. ✻), membre de l'Académie de Médecine, professeur à l'Institut Pasteur, 96, rue Falguière, Paris (15e), présenté par M. Bechmann (1939).

M. FRESSINET, *président.* — J'ai le très vif regret de vous annoncer la mort de plusieurs de nos collègues du Conseil, survenue pendant les vacances. Notre société a perdu : M. Emile Fleurent, décédé le 25 mai ; — M. Charles-Edouard Guillaume, décédé le 13 juin ; et M. Paul Helbronner, décédé le 18 octobre.

Emile FLEURENT est né en 1865 à Celles-sur-Plaine (Vosges). Il fit ses premières études scientifiques à l'Ecole industrielle des Vosges (ancienne Ecole industrielle de Mulhouse transférée à Épinal en 1871), puis à l'École de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris, d'où il sortit diplômé en 1886. Sous l'impulsion de Schutzenberger, il orienta son activité dans la chimie industrielle et dans les travaux de laboratoire tout en s'occupant d'enseignement. Après avoir été pendant trois ans préparateur à l'École d'Agriculture de Grignon, en 1890 il fut nommé préparateur du cours de chimie industrielle professé par Aimé Girard au Conservatoire national des Arts et Métiers, établissement où il succéda à son maître en 1899 et auquel il est resté attaché jusqu'à sa mort, c'est-à-dire pendant 45 ans.

Les travaux originaux de Fleurent forment une centaine de publications et mémoires traitant des sujets les plus divers qui témoignent de la prodigieuse activité de notre regretté collègue. Je ne citerai que les principaux.

Il étudia d'abord quelques dérivés du cyanogène, puis la constitution

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chimique des protéides végétaux. Il a pu fixer ainsi, pour la meunerie et la boulangerie, des conditions nouvelles de traitement de leurs matières premières, travail récompensé en 1898 par notre Société. Dans le même ordre d'idées, il étudia la composition des blés français et étrangers, tendres et durs (cette étude, commencée avec Aimée Girard, forme encore aujourd'hui le document le plus complet que l'on possède sur ce sujet); puis il détermina la valeur boulangère des farines de blé, leur blanchiment, l'élimination, par le meunier, des graines nuisibles à la panification; la valeur alimentaire du pain de froment selon le blutage et les systèmes de mouture. Je dois encore signaler ses mémoires originaux sur la présence du cuivre dans l'organisme végétal et animal, sur la structure physique du caoutchouc, sur les théories dualistique et atomique de la chimie, et un volume de 582 pages consacré à l'analyse chimique des produits industriels et commerciaux.

Le cours que professait Fleurent au Conservatoire était tenu à jour grâce à ses relations suivies avec les industriels aussi bien que par une documentation personnelle. On retrouve la trace de cette méthode de travail dans une série de conférences et de publications, d'ordre économique et technique, sur le rôle de la science dans les progrès des industries chimiques.

C'est la connaissance profonde qu'il avait de toutes ces questions qui fit nommer Fleurent rapporteur de la Classe 55 à l'Exposition de 1900 et le conduisit, dès le début de la guerre de 1914-1918, à faire au Conservatoire national des Arts et Métiers, dans une série de dix-huit conférences, une étude comparative des industries chimiques en France et en Allemagne et des conditions de réorganisation de ces industries dans notre pays. C'est à la suite de ces conférences que le Gouvernement appela leur auteur, d'abord comme chef de la 3e Section des Services techniques au Ministère du Commerce, ensuite comme directeur de l'Office des Produits chimiques et pharmaceutiques, à s'occuper, avec les groupements industriels intéressés, de l'application des idées de réorganisation qu'il avait préconisées.

C'est surtout après l'armistice, à l'abri d'une nouvelle loi douanière dans laquelle il avait pu faire préciser un mode spécial de livraisons des prestations allemandes de matières colorantes et de produits chimiques et pharmaceutiques, que, délégué à la Commission des Réparations, Fleurent put donner dans cette voie toute sa mesure. Groupant autour de lui les producteurs et les consommateurs de produits chimiques et conciliant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les divers intérêts, il a créé l'ambiance nécessaire à la rénovation de notre industrie chimique, et il suffit de lire les trois dernières brochures des leçons et conférences qu'il a consacrées à ce sujet pour être convaincu que, si nous possédons, contrairement à 1914, une industrie chimique complète, c'est-à-dire minérale et organique, c'est en grande partie aux efforts prolongés de Fleurent que ce résultat est dû. Ajoutons que, pour la recherche scientifique, Fleurent put obtenir en même temps la distribution de deux millions et demi de subventions à des laboratoires et à divers groupements.

Comme complément à ces fonctions spéciales, le Gouvernement avait appelé Fleurent au Comité consultatif des Arts et Manufactures, à la présidence de la 5e Section de la Commission permanente des valeurs en douane, de la Sous-Commission des Industries chimiques du Conseil supérieur de la Défense nationale et de la Commission extra-parlementaire de revision du tarif douanier.

Dans ces fonctions, si délicates, notre collègue se signala à la fois par une haute conscience professionnelle, une grande largeur de vues et une rare compréhension des divers intérêts en jeu, qualités auxquelles ceux qui l'ont vu à l'œuvre sont unanimes à rendre hommage. Quand il avait donné un avis et pris une décision, ils étaient si parfaitement motivés qu'ils écartaient toute objection.

Émile Fleurent faisait partie du Comité directeur de nombreuses sociétés techniques et savantes dont il nous serait presque impossible de donner la liste complète. Il était commandeur de la Légion d'honneur.

Émile Fleurent est entré au Conseil de la Société d'Encouragement en 1927. Auparavant, notre *Bulletin* avait publié plusieurs de ses mémoires. Comme membre du Comité des Arts chimiques, il lui apporta le concours de sa longue expérience et lui signala souvent les travaux originaux de jeunes chercheurs que notre Société fut heureuse de récompenser. Il était d'une bienveillance extrême pour tous les travailleurs consciencieux, et il savait les découvrir.

Nous perdons en Emile Fleurent un de nos plus précieux et plus dévoués collaborateurs; nous adressons à Mme Fleurent et à sa nombreuse famille l'expression de notre très vive sympathie.

Charles-Edouard Guillaume était membre correspondant étranger de notre Conseil (Comité des Arts économiques) depuis 1913. Fils d'un hor-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

loger suisse, il était né en 1861, à Fleurier dans le Jura suisse. Il passa une grande partie de son enfance dans l'atelier familial, caressant le projet de créer la montre parfaite, ce à quoi, grâce à lui, on est parvenu. Il fit ses études au lycée et à l'Académie de Neuchâtel, puis au Polytechnicum de Zurich. En 1883, il entrait au Bureau international des Poids et Mesures : il n'avait alors que 22 ans. Il y occupa successivement tous les postes jusqu'à celui de directeur et il y fit tous les travaux de métrologie de haute précision et de métallurgie qui devaient lui conférer une réputation mondiale et lui valoir le prix Nobel de physique.

Il étudia successivement : les thermomètres à mercure pour comparateurs et l'influence du verre sur leurs indications, les mètres-étalons à trait et à bout, les règles géodésiques. Il a montré que le thermomètre à mercure, qu'on tendait à abandonner à une certaine époque malgré sa grande commodité, peut devenir un instrument de haute précision tout en restant d'un emploi commode.

La recherche de métaux moins coûteux que le platine iridié pour la construction des étalons de longueur le conduisit à l'étude des aciers au nickel et à l'invention des *invars*, alliages de dilatation pratiquement nulle, qui ont trouvé de nombreuses applications, notamment en géodésie. De même, en recherchant la compensation des montres, Guillaume inventa, en 1920, les *élinvars*, alliages ternaires dont l'élasticité est indépendante de la température. La fabrication, extrêmement délicate, de ces aciers très spéciaux est assurée par les Aciéries d'Imphy.

Guillaume était un ardent propagandiste du système métrique : grâce à ses efforts, il réussit à le faire adopter dans le monde entier, et à le rendre sinon obligatoire du moins légal, même en Angleterre et aux États-Unis. Ce succès est dû bien plus à sa force de persuasion qu'aux relations étroites que, par sa situation, il entretenait avec les savants du monde entier.

La conversation de Guillaume était extrêmement agréable; sa parole était d'une clarté et d'une précision remarquables, mais il ne dédaignait pas l'humour; c'était un conférencier habile et un excellent vulgarisateur. Dans cet ordre d'idées, on lui doit un petit volume : *Initiation à la mécanique* qui est un des chefs-d'œuvre du genre. On peut dire qu'en orientant les chercheurs vers la haute précision, il a contribué à la découverte des gaz rares de l'atmosphère et de l'eau lourde.

Ayant fait toute sa carrière en France et y ayant contracté des affec-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tions, Guillaume était francophile et il rendit d'éminents services aux Alliés pendant la guerre de 1914-1918.

Guillaume prenait part assidûment aux travaux du Comité des Arts économiques. Il lui signala fréquemment des travaux intéressants et notamment ceux de ses jeunes collaborateurs.

Guillaume était correspondant de l'Institut et grand officier de la Légion d'honneur.

Né à Compiègne (Oise) en 1871, Paul HELBRONNER, ancien élève de l'Ecole polytechnique, docteur ès sciences mathématiques, passa d'abord quelques années dans l'industrie; mais, attiré par la géodésie, il se décida à entreprendre, malgré des difficultés de toute sorte et des frais énormes en perspective, une œuvre considérable, à laquelle il consacra toute sa vie et qu'il mena à bonne fin. Elle fait l'objet d'un magistral ouvrage dont tous les éléments ne sont pas encore publiés; c'est la *Description géométrique détaillée des Alpes françaises*. Onze volumes sur douze en sont parus.

Il y réalise la triangulation complète du grand massif alpin, lui rejoignant même la Corse. Cette œuvre capitale a nécessité des milliers et des milliers de triangulations et des centaines d'ascensions souvent dangereuses, parmi lesquelles celles des sommets les plus difficilement accessibles. A ce travail sur le terrain, il faut ajouter les longs calculs auxquels conduisaient ces nombreuses campagnes.

En marge de ces études savantes, l'œuvre d'Helbronner comprend un nombre considérable de « tours d'horizon » photographiques qui constituent une collection iconographique unique des Alpes et où se trouvent parfois des panoramas de plusieurs mètres de longueur. Un très belle reconstitution à l'aquarelle du tour d'horizon du mont Blanc la complète. Helbronner était en effet à la fois dessinateur et excellent aquarelliste.

Cette œuvre considérable, à laquelle rien de semblable ne peut être comparé, fait honneur à notre pays.

En 1927, Helbronner avait été élu membre de l'Académie des Sciences. Il était correspondant du Bureau des Longitudes; il avait été président de la Société française de Photographie, vice-président de la Société de Topographie de France et de la Société de Météorologie de France. Il était commandeur de la Légion d'honneur.

Paul Helbronner est entré au Comité des Arts économiques en 1932. Étant membre ordinaire de notre Société, il nous avait fait le 27 avril 1929 une conférence remarquable sur la *Jonction géodésique directe de la Corse*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et du continent français, œuvre difficile qu'il avait achevée en 1926. On trouvera le compte rendu détaillé de cette communication dans le *Bulletin* de mai 1929, p. 425-432.

M. FRESSINET, *président*, adresse à la famille de ces regrettés collègues, les très vives condoléances de la Société d'Encouragement.

Le FRANKLIN INSTITUTE, de Philadelphie, joue aux Etats-Unis un rôle analogue à celui de notre Société en France. Cette société a organisé les 19, 20 et 21 mai derniers une manifestation en l'honneur de Benjamin Franklin, à qui un monument commémoratif a été élevé, et dont l'inauguration a eu lieu au cours de cette manifestation.

La Société d'Encouragement a été représentée à ces cérémonies par Albert SAUVEUR, ancien professeur de métallurgie et de métallographie à l'Université Harvard, membre correspondant de notre Société. Notre collègue nous a rendu compte des cérémonies auxquelles assistaient l'Ambassadeur de France aux Etats-Unis et le Dr Louis Martin, directeur de l'Institut Pasteur de Paris, qui a fait une communication sur l'hospitalisation des malades contagieux et qui a été nommé docteur *honoris causa* de l'Université de Pensylvanie.

MM. CH. LORILLEUX et Cie, membre de notre Société, nous ont fait un don de 200 fr pour aider à la publication de notre *Bulletin*. M. FRESSINET leur adresse les très vifs remerciements de la Société.

M. Jean MAISONNEUVE, licencié ès sciences, chef-adjoint du Service des Développements techniques de la Compagnie des Lampes, fait une communication sur *Le Tour de France de la Lumière*.

La Compagnie des Lampes a voulu donner en province et dans l'Afrique du Nord pendant l'année 1937 une sorte de réplique des fêtes de la lumière qui se donnaient à Paris pendant l'Exposition. Le « Tour de France de la Lumière », organisé à cet effet, consistait dans l'illumination, pendant une à deux heures, d'un monument ou d'un site remarquables. Une prospection préalable, faite par sept ingénieurs et ayant duré huit mois, avait fait reconnaître que 450 illuminations de ce genre devaient avoir lieu, quelques-unes simultanément le même soir, au cours de six mois seulement, ce qui conduisit à la création d'un matériel spécial, capable de satisfaire à ces conditions.

Cinq convois automobiles reçurent le nouveau matériel, chacun d'eux opérant dans une région différente mais plusieurs coopérant quelquefois à une seule illumination.

Chaque convoi se composait d'un camion moteur, chargé du matériel, et d'une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

remorque de 7 tonnes portant un groupe électrogène. Son personnel, qui ne comptait qu'un chef et deux aides, à la fois chauffeurs, mécaniciens et électriciens, ne disposait, le plus souvent, que de quelques heures pour préparer une illumination, qui devait toujours se faire sans répétition, généralement à l'occasion d'une fête locale.

La prospection préalable avait établi pour chaque illumination un avant-projet comportant : le repérage, sur un plan, des emplacements possibles pour le groupe électrogène et les projecteurs; des photographies et des croquis donnant la superficie des surfaces à éclairer; l'indication de la couleur de ces surfaces, des effets à obtenir et de la luminosité de l'ambiance. Dans certains cas, comme à Nîmes, où on a illuminé simultanément les Arènes, la Maison carrée et le Jardin de la Fontaine, non seulement il a fallu employer plusieurs convois mais encore recourir au courant fourni par des sociétés distributrices. Mais, presque toujours, ce recours étant impossible ou exigeant des installations trop longues ou dispendieuses, que ne justifiait pas la courte durée des illuminations, les seules ressources en courant utilisées furent celles d'un seul convoi, ce qui exigeait un matériel à la fois léger et puissant.

Le groupe électrogène se composait d'un moteur à essence de 90 ch, accouplé à une génératrice à courant continu de 220 V, d'une puissance normale de 45 kW.

Les projecteurs, d'un type nouveau, ne pesant que 13 kg, utilisaient des lampes Mazda, soit de 1, 5 soit de 3 kW, celles-ci d'une puissance lumineuse de 1 240 000 bougies, c'est-à-dire très supérieure à celle (100 000 bougies) des lampes du type normal de 1 000 à 1 500 W employées pour l'éclairage permanent de monuments illuminés.

L'alimentation était assurée par des câbles souples sous caoutchouc, de 5 à 35 mm² de section et de 5, 10 et 25 m de longueur, représentant une longueur totale de 675 m.

Un des objets du « Tour de France de la Lumière » était, en montrant certaines possibilités de l'éclairage électrique, de faire une vaste propagande en faveur d'une nouvelle et meilleure utilisation. En fait, il s'est révélé comme un moyen très efficace de propagande touristique, et plusieurs municipalités ou syndicats d'initiative l'ont retenu comme tel; quelques-uns se proposent d'adopter ce genre d'illuminations pour plusieurs soirées, en faisant appel, le cas échéant, aux ressources locales en électricité.

Les photographies des sites et monuments illuminés, projetées par le conférencier, bien qu'elles aient été prises presque toutes par des professionnels, sont loin de rendre compte des effets qui ont été obtenus. Le fait est dû à ce que la technique de ce genre de photographies, prises dans des conditions spéciales et toutes nouvelles, n'est pas encore au point.

E. L.

MM. Maurice Garnier, Walckenaer, Brigelot et Fressinet prennent part à la discussion.

La séance est levée à 19 h.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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 1936.

Messieurs,

Conformément à l'article 31 de vos statuts, la Commission des Fonds a examiné les comptes de l'exercice 1936 et elle me charge de vous soumettre aujourd'hui son rapport. Voici, dans l'ordre habituel, les observations principales qu'elle a à vous présenter.

1re PARTIE : FONDS GÉNÉRAUX

RECETTES	fr c	DÉPENSES	fr c
1° Cotisations annuelles des membres ordinaires de la Société.	44.063,82	1° Bulletin et autres publications de la Société (excédent de dépenses) .	26.413,91
2° Arrérages et intérêts divers	76.105,74	2° Service de la Bibliothèque	10.003,95
3° Subvention du Ministère de l'Agriculture.	599,50	3° Frais d'administration. .	66.254,10
4° Recettes diverses	146,45	4° Immeubles (excédent de dépenses)	13.382,30
5° Recettes d'ordre.	6.612,55	5° Conférences.	1.061,25
		6° Pension.	3.600,00
		8° Dépenses d'ordre	6.612,55
Total des recettes . .	127.528,06	Total des dépenses. .	127.528,06

Nul ne s'étonnera de constater que l'année 1936 n'a pas été moins défavorable à votre Société que l'année antérieure. Les cotisations, par exemple, sont, par rapport à 1935, en réduction de 2 700 fr. Heureusement, votre Conseil, par un judicieux aménagement des types de rentes figurant dans votre portefeuille, a réussi à compenser approximativement l'amputation de 10 p. 100 sur les coupons, réalisée par les décrets-lois de 1935, et à augmenter ainsi de plus de 6 000 fr le montant des arrérages et intérêts.

L'accroissement des prix de toutes choses, au cours de l'exercice sous revue, a frappé tout spécialement les diverses publications, le *Bulletin* en particulier, de votre Société; les dépenses, afférentes à ce chapitre, dépassent de près de 47 000 fr, les recettes correspondantes. De même, l'exploitation de vos immeubles laisse un déficit de plus de 13 000 fr. Bien que les frais d'administration aient été réduits de 4 000 fr environ, par de sévères compressions, et que l'on ait renoncé à prévoir, cette année, l'allocation habituelle de 1 500 fr à la réserve, l'insuffisance ressort, au total, à 20 546,20 fr.

Votre Conseil a fait appel, en vue de la combler, d'abord, pour 1.600 fr à de généreuses subventions de vos collègues et à une participation du legs Carrion,

soit	5.600 fr
à la liquidation d'anciens comptes pour.	3.084 —
A reporter.	8.684 —

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Report.	8.684 fr
et aux Fondations suivantes :	
Fondation Giffard pour	1.300 —
— Bapst II —	2.300 —
— Richard —	800 —
— Massion —	1.300 —
— Fauler —	800 —
— Legrand —	1.300 —
— de Milly —	750 —
— Baccarat —	100 —
— Menier —	200 —
— Bardy —	2.412,20 fr
	20.546,20 fr

2e PARTIE : FONDS SPÉCIAUX ET FONDATIONS

Vous apprendrez avec satisfaction les inscriptions, comme membres à vie, en 1936, de MM. Henri Harlé, J. Katel, Pierre Malaval et Albert Caquot.

La lecture du bilan vous permettra de vous rendre compte de l'emploi des sommes appartenant aux Fonds spéciaux et Fondations. Nous ne vous en donnons pas, aujourd'hui, le détail, dans un esprit d'économie que vous apprécierez et en vous rappelant que le rapport sur l'exercice 1935 vous a fourni un aperçu détaillé de la période quinquennale 1931-1935. Nous nous bornons donc à signaler que les portefeuilles commun et individuels des Fonds généraux et des Fondations se composent, au 31 décembre 1936, de 146 828,50 fr de rentes françaises de différents types et de 837 obligations de Chemins de fer, P. T. T. et emprunts coloniaux. Enfin, sur le revenu des Fondations, il a été prélevé, au cours de l'exercice sous revue :

1° Prix (dont un prix de 30.000 fr)	35.800 fr
2° Médailles aux contremaîtres et ouvriers	2.875 —
3° Subventions (dont 14.946,20 fr de subventions au *Bulletin*).	19.096,20 fr
4° Subventions à des auteurs de mémoires parus dans le *Bulletin*	4.910 fr
	62.681,20 fr

L'examen des écritures, auquel nous avons procédé, a mis en évidence la tenue parfaite de votre comptabilité : nous vous proposons donc, Messieurs, d'accepter les comptes et le bilan tels qu'ils vous sont présentés.

Nous ne manquerons pas, en terminant, de remercier chaleureusement de votre part les membres de votre Bureau et leurs collaborateurs de tous ordres : c'est grâce à leur vigilance et à leur labeur que votre Société est à même de poursuivre son œuvre au milieu des difficultés nombreuses et variées des temps présents. Nous adressons aussi un souvenir ému à la mémoire de votre ancien secrétaire général, M. de Fréminville, dont le décès a interrompu brutalement, au printemps 1936, une longue et féconde carrière: pendant plus de dix années,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. de Fréminville a consacré une part importante de son activité à notre société, qui lui en restera toujours reconnaissante.

Le Rapporteur
CORNU-THENARD.

Lu et approuvé en assemblée générale le 10 décembre 1938.

2° Rapport des Censeurs sur les comptes de la Société pour l'exercice 1936, présenté par l'un d'eux, M. Alby.

Les comptes de l'exercice 1936 se sont équilibrés sans prélèvement sur la réserve.

Ce résultat n'a pu être obtenu qu'en utilisant près de 12 000 fr des revenus des fondations à titre de subventions au *Bulletin*.

Le compte débiteur de la réserve se trouve d'ailleurs ramené de 17 921,73 à 5 462 fr par suite du versement à ce compte des arrérages du fonds Jollivet, conformément aux décisions du Conseil. Au cours de l'exercice 1937, ce compte cessera d'être débiteur et laissera une disponibilité intéressante pour faire face au déficit de cet exercice. Ce déficit, dont l'importance est déjà connue à l'heure actuelle, a dépassé de beaucoup les prévisions faites au début de l'année dernière, en raison de l'élévation des prix sans précédent qui est venue grever la publication du *Bulletin*. L'appel vigoureux que votre président a fait au cours de l'année écoulée auprès des industriels a été entendu et a donné des résultats qui permettront d'équilibrer les comptes de cet exercice; mais pour l'exercice 1938, un effort plus considérable encore est d'ores et déjà nécessaire. Notre Société subit financièrement une crise beaucoup plus grave qu'aucune de celles qu'elle a jamais eu à supporter au cours de son histoire. La situation morale exceptionnellement forte qu'elle occupe, grâce au souci qu'elle a toujours eu d'encourager le travail et les efforts de tous les collaborateurs de l'industrie, du plus humble ouvrier au patron le plus puissant, et de mettre en lumière leurs mérites respectifs, lui donne une autorité particulière pour apporter à l'apaisement des conflits sociaux une contribution éminente en rappelant la place prise au progrès social par tous ceux dont elle a honoré les œuvres : car l'ignorance est à la base de tous ces malheureux conflits qui mettent en danger le progrès social. Nous ne doutons pas qu'elle trouve encore des concours éclairés pour poursuivre l'œuvre de haute éducation historique où votre Conseil désire s'engager sous l'inspiration de son président.

Telles sont les réflexions que nous a inspirées l'examen des difficultés actuelles d'ordre général de notre Société : les comptes tels qu'ils nous ont été présentés n'appellent de notre part aucune observation et nous proposons de les adopter. Nous avons, en terminant, le devoir de vous proposer d'adresser à tous les collaborateurs de votre Conseil et en particulier à notre dévoué trésorier, M. Matheron, aux secrétaires généraux et à notre agent général les plus vifs remerciements. *L'un des Censeurs*, A. ALBY.

Lu et approuvé en assemblée générale, le 10 décembre 1938.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1936

ACTIF

	fr c	fr c
Immeuble, 44, rue de Rennes	600.000,00	
Immeuble, 15, rue Saint-Benoit	141.452,50	2.338.509,55
Portefeuille de la Société (valeur d'achat)	1.597.057,05	
Portefeuille des Fondations (valeur d'achat)	1.463.210,22	
Portefeuille du Fonds d'accroissement (fondation Jollivet) (valeur d'achat)	244.487,92	1.707.698,14
Caisse siège social	8.653,40	
Chèques postaux	3.880,12	
Compagnie Algérienne	60.603,91	83.632,12
Comptoir national d'Escompte	10.494,69	
Fondation Osmond	2,95	
Souscriptions perpétuelles et à vie	53,66	
Subvention du Fonds Loutreuil	497,50	7.311,79
Table décennale	1.295,00	
Réserve	5.462,68	
Débiteurs divers		104.819,61
TOTAL DE L'ACTIF		4.241.971,21

PASSIF

		fr c
Valeurs mobilières et immobilières appartenant à la Société		2.338.509,55
Valeur des fondations		1.707.698,14
Fondation d'Argenteuil	16.153,23	
— Armengaud	2.931,50	
— Baccarat	563,16	
— Bapst I (secours)	2.350,91	
— Bapst II (recherches)	1.429,34	
Legs Bardy	4.196,00	
Fondation Baude (Classe 65, 1867)	3.861,92	
— Edouard Bourdon	920,00	
— Carré	917,06	
Legs Carrion	4,57	
Fondation Christofle	1.594,75	
— Christofle et Bouilhet	3.930,72	
— Classe 21 (1889)	261,95	
— Classe 51 (1889)	1.677,01	
— Classe 63 (1889)	3.578,07	
— Classe 65 (1900)	1.574,71	
— Danton	709,69	
— Emmanuel Farcot	1.915,89	
— Fauler	1.563,18	
— Fourcade	178,85	105.499,02
— Charles Fremont	4.453,47	
— Galitzine	1.885,20	
— Giffard	707,02	
— Legrand	11.217,98	
— Alfred Letort	5.441,55	
— Massion	11.270,49	
— Melsens	930,65	
— Menier	118,74	
Legs Gaston Menier	2.087,00	
Fondation Meynot	5.031,09	
— de Milly	3.747,55	
— Parmentier (classe 50, 1889)	663,21	
Legs Jules Richard	100,75	
Fondation Félix Robin	229,58	
— Roy (classe 27, 1867)	5.679,20	
— de Salverte	243,47	
— Savalle-Thenard (classe 50, 1867)	879,56	
Souscriptions au Sanatorium universitaire de Leysin	500,00	
Créditeurs divers		90 264,50
TOTAL DU PASSIF		4.241 971,21

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

Les métaux légers, aluminium, glucinium, métaux alcalins. Mémoires de : HENRI SAINTE-CLAIRE DEVILLE, HÉROULT, BUSSY, GAY-LUSSAC, THENARD. Préface par Léon GUILLET, membre de l'Institut. Un vol. br. (13,5 × 19 cm); XVIII + 167 p.; 7 fig.; 5 portraits et une planche hors texte. Gauthier-Villars, édit. Paris, 1938. Prix, 21 fr. Edition de luxe, 70 fr. Index : 669.71 — 72 + 546.31

Détermination des poids moléculaires. Mémoires de : AVOGADRO, AMPÈRE, RAOULT, VAN'T HOFF, D. BERTHELOT. Avant-propos par R. LESPIAU, membre de l'Institut. Un vol. br. (13,5 × 19 cm); XVI + 166 p.; 8 fig.; 4 portraits hors texte. Gauthier-Villars, édit. Paris, 1938. Prix, 21 fr. Edition de luxe, 70 fr. Index : 541.24

La dissolution. Mémoires de : LAVOISIER, GAY-LUSSAC, LŒWEL, GERNEZ. LESCŒUR, RAOULT. Préface par Henry LE CHATELIER. Un vol. br. (13,5 × 19 cm); XVI + 149 p.; 7 fig.; 5 portraits hors texte. Gauthier-Villars, édit. Paris, 1938. Prix, 21 fr. Edition de luxe, 70 fr. Index 532.7

Halogènes et composés oxygénés du chlore. Mémoires de : SCHEELE, BERTHOLLET, GAY-LUSSAC et THENARD, DAVY, BALARD, COURTOIS, MOISSAN, MILLON. Avant-propos par A. DAMIENS, professeur à la Faculté de Pharmacie de Paris. Un vol. br. (13,5 × 19 cm); XI + 148 p.; 5 portraits hors texte. Gauthier-Villars, édit. Paris, 1938. Prix, 21 fr. Edition de luxe, 70 fr. Index 546.12

Ces quatre ouvrages font partie de la collection des *Classiques de la découverte scientifique*, dans laquelle ont déjà paru trois volumes qui ont été signalés dans le *Bulletin* de mars-avril 1938, p. 200-201. Ils sont conçus dans le même esprit; les auteurs des préfaces font ressortir l'intérêt des mémoires reproduits et justifient leur choix. Dans celle qu'il a écrite, M. Guillet attire l'attention sur la part prépondérante que les savants français ont prise dans la préparation des métaux légers, aujourd'hui d'une si grande importance industrielle, donne une courte biographie de ces savants et un bref historique de la métallurgie des métaux légers.

M. Lespiau fait un historique des méthodes de détermination des poids moléculaires qui commence en 1803 et comprend trois périodes principales auxquelles se rattachent les noms de Dalton, d'Avogadro et de Raoult. Il montre comment, des premières idées de Dalton sur les combinaisons multiples, se dégage la loi qui, aujourd'hui porte son nom; puis comment, partant de l'hypothèse formulée par Avogadro sur les combinaisons gazeuses, on distingua l'atome

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de la molécule, ce qui ramenait la recherche du poids moléculaire, approché, à la mesure de la densité de vapeur, méthode qui fut presque abandonnée pour la méthode cryoscopique de Raoult, plus commode et d'une application plus générale.

Les recherches relatives à la dissolution, dit le regretté H. Le Chatelier dans sa préface, fournissent un exemple très intéressant du mécanisme par lequel la science progresse. Elles montrent aussi la résistance de l'esprit à abandonner ses anciens préjugés, alors que la vérité, une fois connue, apparaît si évidente que l'on ne comprend plus les difficulés qui en ont retardé l'éclosion. Il a fallu un siècle d'efforts incessants de la part de chimistes éminents pour débrouiller les phénomènes de dissolution. Pendant trente ans, le problème de la sursaturation resta stationnaire, et il dut s'écouler quarante ans après la publication des travaux de Henri Lœwel (de Munster) avant que fût reconnue, vers 1897, sa grande découverte, savoir, chaque hydrate différent, chaque variété allotropique d'un même sel a un coefficient propre de solubilité.

A toute époque, la découverte d'un élément nouveau marque une étape dans l'évolution de la science, car elle conduit à de nouvelles recherches et souvent à d'utiles applications. L'idée de famille pour des corps simples présentant un ensemble de propriétés analogues fut facilement acceptée et son bien-fondé est aujourd'hui bien établi; la classification périodique de Mendéléieff (1869) n'en est que la traduction généralisée; mais, il n'en était pas de même au début, alors que l'on ne possédait que des moyens d'investigation restreints, quoiqu'ils fussent fort bien appliqués, et que la notion de corps simple n'était pas très nette. C'est ce que montre M. Damiens dans la préface du quatrième volume.

Scheele découvre le chlore en 1774, mais c'est seulement vers 1810 qu'il est reconnu comme corps simple et, jusqu'en 1813, on le tient encore pour de l'acide chlorhydrique oxygéné, parce qu'on croit alors que tout acide doit renfermer de l'oxygène. L'écart entre les dates de la découverte des autres halogènes, pourtant si abondants dans la nature, est considérable : Courtois découvre l'iode en 1812, Balard le brome en 1826, et Moissan ne prépare le fluor qu'en 1886.

E. L.

Concentration des minerais par flotation, par Horace Havre, Ingénieur de l'Université de Nancy, ingénieur attaché à la Direction générale de la Société minière et métallurgique de Peñarroya. Un vol. 15 × 24 cm, de XI + 461 p., 222 fig. et III planches hors texte. Librairie polytechnique Ch. Béranger, édit. Paris et Liége, 1938. Prix, relié : 180 fr. Index : 622.7

Les ouvrages sur les procédés d'enrichissement des minerais par flotation (orthographe anglaise et allemande, adoptée par l'auteur) sont assez nombreux; mais presque tous ont été publiés en anglais, car c'est dans l'Empire britannique et aux États-Unis que ces procédés ont été appliqués tout d'abord il y a une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vingtaine d'années puis s'y sont rapidement développés. En France, il semble que la question n'ait été traitée que dans des articles de périodiques. L'ouvrage de M. H. Havre comble donc une lacune dans notre littérature technique. Il est appelé, par suite, à rendre les plus grands services aux jeunes ingénieurs français appelés à diriger, sans trop de tâtonnements, un atelier de flottation; le plus souvent, en effet, il a été étudié, installé et mis en marche par des ingénieurs étrangers, appelés à cet effet.

En gros, les phénomènes qui sont utilisés dans la flottation sont assez bien connus; mais, comme elle s'applique presque toujours à des minerais très pauvres ou à d'anciennes haldes composées de résidus de laveries rejetés autrefois comme stériles ou non justiciables, pour diverses raisons, de l'enrichissement par gravité, il convient de réduire les frais de traitement au strict minimum, ce qui suppose non seulement une parfaite connaissance des phénomènes, déjà très complexes, mais aussi quelquefois celle de certains tours de main que, seule, une assez longue expérience permet d'acquérir, car les facteurs secondaires qui assurent le succès sont nombreux et jouent souvent un grand rôle.

Dans les deux premiers chapitres de considérations générales et théoriques, l'auteur fait un historique de la flottation et la définit. Il s'agit de faire flotter à la surface d'un liquide des particules solides d'une densité plus grande que celle de ce liquide, mais trop fines pour se prêter à une concentration par gravité. La force ascensionnelle leur est conférée par de fines bulles gazeuses adhérant à ces particules. L'adhérence du gaz est sélective, d'où la possibilité de séparer les particules de compositions ou de propriétés différentes.

Le gaz est produit physiquement ou chimiquement au sein du liquide. La capillarité, les phénomènes de surface ou électriques et le pH jouent un rôle important, d'où plusieurs modes de flottation utilisant un grand nombre de corps, ou réactifs, minéraux ou organiques, agissant comme : régulateurs, activants, inhibiteurs, collecteurs, revivifiants, désactivants, poisons et contre-poisons. Les propriétés de tous ces corps sont étudiées en détail.

Le chapitre III est consacré au matériel employé dans la flottation; elle exige que le minerai soit réduit en poudre impalpable en vue de constituer la pulpe; l'auteur décrit les différents types de concasseurs, broyeurs, pompes, épaississeurs, filtres, essoreuses et appareils d'enrichissement par flottation proprement dits.

Dans le chapitre IV sont étudiés les minerais justiciables de la flottation et les procédés de flottation qui leur sont applicables. Des descriptions, accompagnées de nombreux schémas d'installations, montrent comment ils ont été appliqués effectivement dans des cas déterminés : minerais sulfurés ou oxydés, métaux à l'état natif, graphite, houilles, soufre, etc.

Enfin, dans le dernier chapitre, intitulé « Contrôle et prix de revient », l'auteur décrit notamment le laboratoire et les opérations de contrôle, établit le projet et le prix de revient d'une laverie par flottation. Une bibliographie termine l'ouvrage.

E. L.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les deux infinis. Galaxies. Étoiles. Planètes. Micelles. Réseaux. Noyaux. Neutrons. Photons, par Marcel BOLL, professeur agrégé de l'Université, docteur ès sciences. Un vol. br. (20 × 14) cm, de 247 p., 126 fig.; 42 tableaux. Larousse, édit., 13 à 21 rue Montparnasse et 114 boulevard Raspail, Paris (6e). 1938. Prix, br. 25 fr. Index : 51 + 52 + 53

Si on en excepte le dernier chapitre, qui ne compte que 13 pages et qui est consacré à l'infini mathématique, cet ouvrage ne traite que des grandeurs qui sont ou infimes ou immenses par rapport à l'échelle humaine et que seul l'emploi de méthodes et d'instruments perfectionnés permet de mesurer. Les grandeurs ainsi envisagées sont : le temps, l'espace, la masse, celles qui en dérivent : vitesse, accélération, énergie, puissance, pression, densité et d'autres, comme la température.

L'auteur montre d'abord comment l'homme, avec le seul secours de ses sens, ne peut apprécier qu'un champ très limité de l'espace et du temps : du dixième de millimètre à 50 km, du dixième de seconde à 30 ans environ, soit un rapport entre les grandeurs extrêmes de 500000 millions pour l'espace et de dix milliards pour le temps. Ces rapports mesurent la finesse de ses perceptions. Aujourd'hui, grâce aux progrès de la science, il peut apprécier le diamètre des protons et 3 milliards d'années-lumière!

L'auteur montre comment on a été amené à envisager les différentes grandeurs dans les différents domaines et comment on est parvenu à les mesurer. Les questions sont groupées en chapitres dont chacun forme une sorte de monographie. En voici les titres :

De l'infiniment petit à l'infiniment grand (les deux infinis de Pascal et ceux de la pensée moderne); — L'exploration expérimentale des deux infinis; — Le photon; — Grains d'électricité et de matière; — Noyaux (radioactivité); — Nuages d'électrons (nombres atomiques); — Associations d'atomes (états gazeux, solide, liquide; solutions, micelles); — Planètes; — Étoiles; — Les galaxies et l'univers (rayons cosmiques).

Au cours de l'ouvrage sont exposées les théories de la relativité, des quanta.

Il convient de signaler l'emploi systématique que fait M. Boll de nombreuses notes complémentaires de bas de pages et de tableaux de nombres et graphiques, par exemple : ceux des constantes physiques fondamentales, de la correspondance entre les unités usuelles d'énergie, des échelles de vitesses (entre celles de la croissance des ongles et de la lumière dans le vide), des corpuscules actuellement identifiés, de la constitution des atomes des éléments, des caractères des astres du système solaire, de l'échelle des températures.

Une table alphabétique des matières et des noms de personnes cités termine l'ouvrage. On sera assez surpris d'y trouver ceux de Marc-Aurèle, de Louis XVI et de Francisque Sarcey; le fait est dû à ce que l'auteur fait de nombreuses citations d'auteurs ou des comparaisons pour fixer les idées du lecteur. L'ouvrage, comme tous ceux que l'auteur a consacrés à la vulgarisation de connaissances scientifiques et qui ont été édités par la Librairie Larousse, est illustré de figures schématiques au trait, très claires et qui ont été spécialement dessinées.

E. L.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE EN OCTOBRE ET NOVEMBRE 1938.

Don de M. Vieulle :

GRÉLOT (PAUL). — **Origine botanique des caoutchoucs et gutta-percha.** In-8 (25 × 16) de 276 p., 2 fig. Paris et Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1899. **18687**

CORNEVIN (Ch.). — **Traité de zootechnie spéciale. Les porcs.** In-8 (25 × 16) de 140 p., 33 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1898. **18688**

HUBERT (PAUL). — **Ananas.** (*Bibliothèque pratique du colon*). In-8 (20 × 13) de IX + 192 p., 52 fig. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1908. **18689**

BOUANT (EMILE). — **Le tabac.** Culture et industrie. (*Encyclopédie industrielle*). In-12 (18 × 12) de XII + 347 p., 104 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1901. **18690**

ASSOCIATION INTERNATIONALE PERMANENTE DES CONGRÈS DE NAVIGATION. — **Compte rendu des travaux du XVe Congrès, Venise, 1931.** In-8 (25 × 17) de 671 p., fig. Rome, 1932. **18691**

ASSOCIATION INTERNATIONALE PERMANENTE DES CONGRÈS DE NAVIGATION. — **XVe Congrès, Venise, 1931.** In-8 (25 × 17). 1re Section : *Navigation intérieure.* Questions (fasc. 1 à 31). — Communications (fasc. 32 à 63). — 2e Section : *Navigation maritime.* Questions (fasc. 64 à 81). — Communications (fasc. 82 à 111). Bruxelles (Belgique), Bureau exécutif. Secrétariat général, 38, rue de Louvain. **18692 à 18695**

ASSOCIATION INTERNATIONALE PERMANENTE DES CONGRÈS DE NAVIGATION. — **Fleuves, canaux et ports.** *Notes bibliographiques* comprenant la liste des principaux ouvrages parus en librairie et articles publiés dans les périodiques de tous pays du 1er janvier 1916 au 31 décembre 1920. In-8 (22 × 15) de XXVI + 456 p. Bruxelles (Belgique), 38, rue de Louvain. **18696**

* * *

Première Conférence internationale pour la Protection contre les Calamités naturelles, Paris, 13-17 septembre 1937, publié par la COMMISSION FRANÇAISE D'ÉTUDES DES CALAMITÉS, avec le concours de l'UNION INTERNATIONALE DE SECOURS, du MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE et du MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. In-4 (28 × 19) de 531 p., fig. Paris, Secrétariat de la Conférence, 45 bis, rue de Buffon (5e), 1938. **18697**

HAVRE (HORACE). — **Concentration des minerais par flotation.** Exposé théorique et pratique. In-8 (25 × 16) de XI + 461 p., 222 fig., III pl. Paris, Librairie Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères (6e) 1938. **18698**

LEVASSEUR (ALBERT). — **L'électrochimie et l'électrométallurgie.** 4e édition, revue et considérablement augmentée. Tome I : *Electrolyse.* In-8 (25 × 16) de VII + 210 p., 40 fig. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1939. **18699**

DUFLOS (PAUL). — **Outillage.** 6e fascicule : *Clés de serrage.* In-8 (27 × 16) de XI + 179 p., 590 fig. Paris, Édition de l'École d'apprentissage du Commerce et de la Fabrication de Quincaillerie et Outillage, 4, rue Sedaine (11e), 1939. (*Don de l'auteur, membre de la Société.*) **18516**

LUMIÈRE (AUGUSTE). — **Quelques travaux complémentaires relatifs à la propagation de la tuberculose.** 1938 (6e fascicule). In-8 (22 × 14) de 154 p. Lyon (Rhône), Imprimerie Léon Sézanne, 75, rue de la Buire, 1938. (*Don de l'auteur, membre de la Société.*) **18700**

UNION DES SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES DE FRANCE. — **Compte rendu du XIe Congrès de l'Union des Sociétés industrielles de France, Bordeaux, 24-27 juin 1937.** In-4 (28 × 22) de 188 p., fig. Bordeaux (Gironde), Société pour la Défense et le Développement du Commerce et de l'Industrie de Bordeaux, Bourse maritime, place Lainé, 1938. **18701**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

INSTITUT DE FRANCE. — ACADÉMIE DES SCIENCES. — **Notes et discours.** Tome I, 1924-1936. In-4 (28 × 22) de 753 p., XIII pl. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1937. **18702**

COMITÉ DE NORMALISATION DE LA MÉCANIQUE (92, rue de Courcelles, Paris 8e). — **Feuilles de Normes** (juin 1938), **CNM 27** (2e éd.) : *Notations abrégées pour boulonnerie et visserie.* — **CNM 67** (2e éd.) : *Carrés d'entrainement et trous carrés.* — **CNM 133** (2e éd.) : *Repérage des pièces filetées à gauche.* — **CNM 134** (2e éd.) : *Filetage trapézoïdal. Pas de 2 à 20 mm.* — **CNM 3017** (2e éd.) : *Vis à six pans creux. 1° Vis à tête cylindrique.* — **CNM 3018** (2e éd.) : ..... *2° Vis sans tête (à bout plat, à bout pointu, à cuvette ou à téton).* — **CNM 3019** (2e éd.) : *Clés pour vis à six pans creux.* — **CNM 4026** : *Forets à queue carrée pour machines et cliquets.* — **CNM 4027** : *Forets pour vilebrequins.* — **CNM 4028** : *Forets à queue cylindrique. Série courte.* — **CNM 4029** : ..... *Série longue.* — **CNM 4030** : *Tenons d'entrainement pour foret à queue cylindrique.* — **CNM 4031** *Forets à cône Morse normal.* — **CNM 4032** : *Forets à cône Morse renforcé.* — **CNM 6001** (2e éd.) : *Tubes en acier sans soudure étirés à froid (Dimensions usuelles de fabrication).* — **CNM 6002** (2e éd.) : *Tubes en acier sans soudure étirés à chaud. (Dimensions usuelles de fabrication).* — **CNM 6003** (2e éd.) : *Tubes en cuivre et en laiton. Simplification.* — **CNM 6058** : *Tolérances de tubes en acier sans soudure.* — **CNM 6059** : *Coudes en tubes d'acier sans soudure, étirés à chaud. 1° Série courante.* — **CNM 6060** : .... *2° Série à rayon réduit.* — **CNM 6061** : *Coudes en tubes à gaz. 1° Série courante.* — **CNM 6062** : ..... *2° Serie à rayon réduit.* — **CNM 6063** : *Clé de robinets.* — Extrait de **CNM 5020** (juillet 1937) : *Dimensions linéaires nominales pour la mécanique de 1 à 500 mm.* **17836**

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ (54, avenue Marceau, Paris, 8e). — **Publications, U. S. E. C-6** (1938) : *Normalisation des barres de cuivre et d'aluminium pour tableaux de distribution.* — **U. S. E. 44** (1937) : *Spécifications pour la fourniture des turbines à vapeur.* — **U. S. E. 59** (1937) : *Spécifications pour la fourniture des groupes redresseurs à vapeur de mercure.* — **U. S. E. 1001** (juillet 19 8) : *Liste des publications de l'Union technique des Syndicats de l'Électricité.* — **1004** *(additif)* (juillet 1938) : *Liste des appareils auxquels la marque de qualité U. S. E. est accordée. Appareillage.* — **1005** *(additif)* (juillet 1938) : *Liste des appareils domestiques auxquels la marque de qualité USE-APEL est accordée.* **18473**

*
* *

DHAVERNAS (JOSEPH). — **Histoire du nickel. Le nickel dans l'industrie.** In-8 (27 × 21) de 70 p., 40 fig. Paris, Edition du Centre d'informations du Nickel, 7, boulevard Haussmann (9e), 1938. **Pièce 14132**

DETŒUF (A.). — **Le problème des prix de revient.** In-8 (21 × 14) de 22 p. Paris, CEGOS, 6, rue de Messine (8e), 1938. **Pièce 14133**

GOINEAU (ALEXANDRE). — **Le problème de la formation sociale des cadres.** In-8 (21 × 14) de 26 p. Paris, CEGOS. **Pièce 14134**

Une méthode uniforme de calcul des prix de revient. Pourquoi? Comment?. 3e édition. In-8 (21 × 14) de 142 p. Paris, CEGOS, 1937. **Pièce 14135**

MILHAUD (JEAN). — **Les échanges d'expériences dans l'industrie française.** Communication radiodiffusée à Paris-P. T. T., novembre 1936. In-8 (22 × 13) de 10 p. Paris, 4, rue de Presbourg (16e). **Pièce 14136**

ARPIN (MARCEL). — **Vers l'amélioration de la qualité du pain.** L'effort que doit faire la boulangerie. Un perfectionnement dans la préparation du pain. Une levure qui ralentit la fermentation panaire. (ex *Bulletin de la Société scientifique d'Hygiène alimentaire*, Tome XXVI, nos 5 et 6, 1938). In-8 (24 × 15) de 10 p. Paris, Société scientifique d'Hygiène alimentaire, 16, rue de l'Estrapade (5e). *(Don de l'auteur.)* **Pièce 14137**

HERSENT (GEORGES). — **Les grands canaux maritimes et les voies de navigation intérieure au cours des 30 dernières années.** Rapport présenté le 2 juin 1938, au

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Congrès de Lyon de la Ligue générale pour l'Aménagement et l'Utilisation des Eaux. In-8 (24 × 16) de 31 p., 1 pl. (*Don de l'auteur, membre du Conseil d'Administration.*)
Pièce 14138

TRUFFAUT (GEORGES) et PASTAC (I.). — **Les engrais chimiques modernes.** I : *Introduction.* II : *Azote.* III : *Acide phosphorique.* IV : *Potasse.* V : *Chaux et acidité du sol.* VI : *Engrais complets.* (Ex *Revue de Chimie industrielle*, janvier-avril 1935) In-8 (27 × 21) de 32 p. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1935. **Pièce 14139**

UNION DES INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES ET MINIÈRES, DE LA CONSTRUCTION MÉCANIQUE, ÉLECTRIQUE ET MÉTALLIQUE ET DES INDUSTRIES QUI S'Y RATTACHENT. — SERVICE DE L'ORGANISATION SCIENTIFIQUE DU TRAVAIL. — **Bibliographies sur l'organisation du travail.** In-8 (27 × 21) de 84 p. Paris, 7, rue de Madrid (8e). **Pièce 14140**

SOCIÉTÉ DES HAUTS FOURNEAUX DE SAULNES (Jean RATY et Cie). — **Le « Ni-resist ».** In-8 (27 × 21) de 8 p., 14 fig. Paris, 18, rue La Boëtie (8e). **Pièce 14141**

LONGINESCU (G. G.) et PRUNDEANU (. I.). — **Analyses gravimétriques complètes par précipitation directe dans des creusets à masse filtrante d'Iéna.** (*Académie roumaine. Bulletin de la Section scientifique*, Tome XIX, nos 6-7). In-8 (25×17) de 9 p. Bucarest, 1938. (*Don d'un des auteurs, membre de la Société.*) **Pièce 14080**

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE ROUEN. — **Distribution solennelle des récompenses aux collaborateurs de l'industrie et du commerce, le dimanche 15 mai 1938.** In-8 (27 × 18) de 37 p. Rouen, Imp. A. Desvages, 58, rue des Carmes, 1938. **Pièce 13671**

***

ASSOCIATION AMICALE DES ANCIENS ÉLÈVES DE L'ÉCOLE DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE INDUSTRIELLES DE LA VILLE DE PARIS. — **Annuaire 1938.** Paris, 10, rue Vauquelin (5e)
Pér. 92

ÉCOLE POLYTECHNIQUE. — **Journal.** IIIe série, no **7** (*juillet 1938*). Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e). **Pér. 281**

Agenda agricole et viticole, par V. VERMOREL (mis à jour chaque année sous la direction de E. VERMOREL). — 54e année, **1939**. Villefranche-sur-Saône (Rhône), Librairie du Progrès agricole et viticole. **Pér. 290**

CHAMBRE SYNDICALE DES CONSTRUCTEURS DE NAVIRES ET MACHINES MARINES. — **Annuaire de la construction navale** (édition **1938-1939**). Paris, 7, rue de Madrid (8e). **Pér. 91**

INSTITUT D'ÉGYPTE. — **Bulletin.** Tome XX (1er fascicule). Session 1937-1938. Le Caire, 1938. **Pér. 32**

INSTITUT D'ÉGYPTE. — **Mémoires présentés.** Tome XXXVII : *Mission Robert Ph. Dollfus en Égypte (décembre 1927-mars 1929). Société Misr pour les pêcheries S. S. « Al Sayad ». Résultats scientifiques* (2e partie), 291 p., fig., pl. Le Caire, 1938. **Pér. 32**

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES. — **Mémoires**, no **42** (Vol. 6, no 3) : *Recherches sur la géologie et la stratigraphie du Jorat*, par A. BERSIER, p. 65-192, fig. Lausanne, 1938. **Pér. 209**

INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS. — **Proceedings.** Vol. **138, 1938** (January-April). London, Storey's Gate, St James's Park, S. W. 1. **Pér. 114**

INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS. — **Brief subject and author index of papers in the Proceedings, 1847-1937.** London, Storey's Gate, St. James's Park, S. W. 1. **Pér. 114**

IRON AND STEEL INSTITUTE. — **Special Report**, no **20** : *The application of time study to rolling mills*, 130 p., 67 fig. (1938). — no **21** : *Fifth Report of the Corrosion Committee*, XVIII + 448 p., 89 fig. (1938). London, 28, Victoria Street, S. W. 1. **Pér. 157**

NATIONAL BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Miscellaneous Publications, M 159** : *Report of the twenty-seventh National Conference on Weights and Measures, Washington, June 1937*, 128 p., fig. (1937). — **M 160** : *Visitors' manual of the National Bureau of Standards*, 19 p. (1937). **Pér. 61**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NATIONAL BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Circulars, C 417** : *Gas calorimeter tables*, 42 p., fig. (1938). — **C 418 :** *Architectural Acoustics*, 11 p., fig. (1938). **Pér. 61**

NATIONAL BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Handbook, H22** : *Specifications, tolerances and regulations for commercial weights and measures and weighing and measuring devices*, 105 p. (1938). **Pér. 61**

BUREAU OF AMERICAN ETHNOLOGY (Smithsonian Institution, Washington). — **Bulletin 118 :** *An archaeological survey of the Norris basin in Eastern Tennessee*, 397 p., 79 fig., 152 pl. (1938). **Pér. 25**

SMITHSONIAN INSTITUTION (Washington). — **Publication 3480** : *Explorations and field-work of the Smithsonian Institution in 1937*, 122 p., 123 fig. (1938). **Pér. 27**

SMITHSONIAN INSTITUTION (Washington). — **Report of the United States National Museum, 1937.** **Pér. 27**

Smithsonian Miscellaneous Collections. — Vol. **92**, n° **29** (publ. 3481) : *A new genus of starfishes from Puerto Rico*, 7 p., I pl. (1938). — Vol. **96** (publ. 3450) : *Contents*. — Vol. **97,** n° **1** (publ. 3445) : *Preliminary report on the Smithsonian Institution, Harvard University archeological expedition to Northwestern Honduras*, 1936, 129 p., 32 fig., XVI pl. (1938). — n° **2** (publ. 3446) : *Plant growth in relation to wave-length balance,* 18 p., IV pl. (1938). — n° **3** (publ. 3447) : *Middle Cambrian fossils from Pend Oreille Lake, Idaho*, 12 p., I pl. (1938). — n° **4** (publ. 3448) : *The feeding mechanisms of adult lepidoptera*, 28 p., 12 fig. (1938). — n° **6** (publ. 3483) : *Evolution of the annelida, onychophora and arthropoda,* 159 p., 54 fig. (1938). Washington, Smithsonian Institution. **Pér. 27**

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN TE AMSTERDAM. — **Proceedings of the Section of Sciences.** Vol. XL, n^{os} 6-10, 1937; Vol. XLI, n^{os} 1, 4, 5, 1938. Amsterdam. **Pér. 279**

LISTE DES NOUVEAUX MEMBRES ADMIS PENDANT L'ANNÉE 1938

A FAIRE PARTIE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ACIÉRIES AUBERT ET DUVAL FRÈRES, Aciers spéciaux, nitruration, 41, rue de Villiers, Neuilly-sur-Seine (Seine), présentées par MM. Alby et Lemaire (12 février 1938).

M. ARNAUD (René) (✻, ✻), ancien élève de l'École normale supérieure, directeur des Études économiques à la Confédération générale du Patronat français, 15 bis, rue d'Orléans, Neuilly-sur-Seine (Seine), présenté par M. Duchemin (2 avril 1938).

M. BRENOT (Paul) (C. ✻), ingénieur, président de la Chambre syndicale des Industries radioélectriques, président-fondateur du Comité de Prévoyance et d'Action sociales, 47, rue Vieille-du-Temple, Paris (4^{e}), présenté par MM. Alby et Lacoin (21 mai 1938).

M. DELAMARRE (Ernest) (I. ❶), Ingénieur des Arts et Métiers, ingénieur à la Société Als. Thom, 7, rue Bargue, Paris (15^{e}), présenté par MM. Pernollet et Androuin (2 avril 1938).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. DE FONBRUNE (Pierre), lauréat de l'Académie des Sciences, biologiste, attaché au Laboratoire de Cinémicrographie de l'Institut Pasteur, Institut Pasteur, Garches (Seine-et-Oise), présenté par MM. Lumière, Lacoin et Lemaire (21 mai 1938).

M. HUGEL (Georges) (✪), professeur à l'École nationale supérieure du Pétrole et à la Faculté des Sciences de l'Université de Strasbourg, 19, rue du Conseil des XV, Strasbourg (Bas-Rhin), présenté par M. Bihoreau (2 avril 1938).

M. HURÉ (Henri), industriel (machines-outils), 218, rue Lafayette, Paris (10e), présenté par M. Androuin (26 février 1938).

M. JARRIANT (Jean) (✱), Ingénieur I. E. G., chef de zone à l'Énergie industrielle, 6, place de la Poterne, Chazelles-sur-Lyon (Loire), présenté par MM. Carpentier et Lemaire (2 avril 1938).

M. JAVILLIER (Maurice) (O. ✱), membre de l'Institut, professeur à la Sorbonne et au Conservatoire national des Arts et Métiers, 19, rue Ernest Renan, Paris (15e), présenté par M. Gabriel Bertrand (10 décembre 1938).

M. LAPRESLE (Antonin) (✱), Inspecteur général de l'Aéronautique, ingénieur, 39, rue d'Alésia, Paris (14e), présenté par M. Dumanois (12 février 1938).

M. LEFOL (Jacques), Ingénieur-chimiste I. C. P., docteur ès sciences, ingénieur-chimiste à la Royal Dutch Shell, Stadhouderskade, 150, Amsterdam/zd (Hollande), présenté par M. Dubrisay (2 avril 1938).

M. LIÉNART (Pierre), Ingénieur des Arts et Métiers, Société nationale des Chemins de fer français, Service central des Installations fixes, 32, rue de Lyon, Paris (12e), présenté par M. Guillet (21 mai 1938).

M. LOUIS (Jean), Ingénieur des Arts et Manufactures, administrateur directeur général de la Société française des Constructions Babcock et Wilcox, 48, rue La Boétie, Paris (8e), présenté par MM. Walckenaer et Guillery (19 février 1938).

M. MARCHOUX (Émile) (G. O. ✱), membre de l'Académie de Médecine, professeur à l'Institut Pasteur, 96, rue Falguière, Paris (15e), présenté par M. Bechmann (29 octobre 1938).

M. LE MÊME (Henry, Jacques), architecte S. C., S. A. D. G., membre de la Société centrale des Architectes, architecte, La Croix Saint-Michel, Megève (Haute-Savoie), présenté par MM. Bechmann et J. Fressinet (2 avril 1938).

M. MILHAUD (Jean) (✱), ancien élève de l'École polytechnique, ingé-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nieur, chef du Service d'organisation industrielle à la Confédération générale du Patronat français, 35, boulevard d'Auteuil, Boulogne-sur-Seine (Seine), présenté par M. Duchemin (2 avril 1938).

M. NEVEU (Raymond) (✻, I. ❶), docteur en médecine, chef du Laboratoire des Épidémies, auditeur du Conseil supérieur d'Hygiène publique de France, secrétaire général des *Annales d'Hygiène*, 3, rue du Commandant Guilbaud, Paris (16e), présenté par MM. Carpentier et Lemaire (12 février 1938).

M. REMY (Jean), Ingénieur E. C. P., 56, rue Saint-Fuscien, Amiens (Somme), présenté par M. Guillet (10 décembre 1938).

M. ROCHE (Jean-Baptiste), avenue de la Ferme modèle, Bellerive-sur-Allier (Allier), présenté par MM. Lacoin et Chevenard (2 avril 1938).

M. ROMANET (Émile) (✻, ❶), conseils techniques et représentations, 4, rue du docteur Bally, Grenoble (Isère), présenté par M. M. Lacoin (2 avril 1938).

M. ROUCH (Jules) (O. ✻), capitaine de vaisseau de réserve, professeur à l'Institut océanographique, 132, boulevard du Montparnasse, Paris (14e), présenté par MM. Delage et Lemaire (26 février 1938).

M. SCHUELLER (Eugène) (✻), industriel, 14, rue Royale, Paris (8e), présenté par MM. Alby et Matheron (*membre à vie*) (2 avril 1938).

SOCIÉTÉ ANONYME DES PÉTROLES JUPITER, 42, rue Washington, Paris (8e), présentée par MM. Bechmann, Bihoreau, Lacoin et Servonnet (*membre perpétuel*) (12 février 1938).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE DES NOMS DES AUTEURS MENTIONNÉS

DANS LA CENT TRENTE-SEPTIÈME ANNÉE DU BULLETIN (JANVIER-DÉCEMBRE 1938)

137e 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

ACHER (Georges). — Voir BRICON.

ALBY (A.). — Présentation du rapport des Censeurs sur les comptes de la Société d'Encouragement pour l'exercice 1936 . . XI-XII 441

AMPÈRE. — Voir AVOGADRO.

ANDROUIN (M.-J.). — Communication sur l'évolution récente de la machine-outil en France et à l'étranger (C. R. Ass. génér., 11 déc. 1937) . . . . . I-II 69

— — (Mémoire) . . . . . XI-XII 401

— Rapport, au nom du Comité des Arts méc. (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938), sur les dynamomètres conçus et construits par M. R. BOULASSIER . . . . III-IV 111

— Analyse de : *Machines-outils, réception, vérification*, par Pierre SALMON . . . . . III-IV 197

ARNAUD (René). — Voir DUCHEMIN.

AUBERT (H.). — Voir SAUVEUR.

AVOGADRO. — Détermination des poids moléculaires. Mémoires de : —, AMPÈRE, RAOULT, VAN'T HOFF, BERTHELOT. Avant-propos par R. LESPIAU . . . . . XI-XII 443

B

BALARD. — Voir SCHEELE.

BAROIS (A.). — Le matériel de chemin de fer à l'Exposition internationale des Arts et Techniques de Paris, 1937 . . . . VIII-IX-X 31

BAYLIS ALLEN (A.) . . . . . I-II 19

BECHMANN (Lucien). — Rapport, au nom du Comité des Constr. et des Beaux-Arts (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938), sur les travaux d'architecture régionale de M. Henry Jacques LE MÊME . . . III-IV 102

BERTHELOT. — Voir WÖHLER et AVOGADRO.

BERTHOLLET. — Voir SCHEELE.

BERTRAND (Prof. Gabriel). — Voir TRILLAT.

BIHOREAU (Charles). — Rapport, au nom du Comité des Arts écon. (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938), sur les travaux sur les pétroles de M. Georges HUGEL. . . III-IV 100

BLANCHET (Pierre). — Conférence sur les applications de l'électrotechnique aux machines-outils (Mémoire) . . . . . I-II 43

BLONDEL (F.). — Rapport, au nom du Comité de Commerce (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1928), sur les recherches géographiques et géologiques en Afrique française de M. Fernand JACQUET. . . III-IV 109

BOLL (Marcel). — *La chance et les jeux de hasard* . . . . . III-IV 204

— — *Les deux infinis*. . . XI-XII 446

BONTARD (Alexis). — Voir SERVONNET.

BORDAS (Dr F.) et BRUÈRE (S.). — *Désintégration de la matière organique par protéolyse microbienne*. III-IV 170

BOULASSIER (R.). — Voir ANDROUIN.

BOURDEL (J.). — Analyse de : *Le*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

livre et sa technique vus par l'image, par Georges DEGAAST. . III-IV 201
BOURGOIN . . . . . I-II 17
BOUVIER (Jean-Marie). — Voir TARDY.
BRAAKER . . . . . I-II 22
BRICON (Raymond), ACHER (Georges) et VIVIÉ (Jean). — *Le cinéma d'amateur*. . . . . III-IV 203
BRILLIÉ (Eugène). — Analyse de : *Etudes des gazogènes portatifs*. par G. BOUVIER . . . . . III-IV 197
BRUCKER (P.). — Conférence sur : L'outillage portatif, électrique et pneumatique des ateliers de mécanique (C. R. séance publ., 20 novembre 1937) . . . . I-II 60
— — (Mémoire.) . . . . . III-IV 139
BRUÈRE (S.). — Voir BORDAS.
BUSSON (Paul). — Conférence sur : Matériel et outillage pour le travail des métaux en feuilles (C. R. séance publ. 20 nov. 1937) . I-II 64
— — (Mémoire) . . . . . XI-XII 389
BUSSY. — Voir SAINTE-CLAIRE DEVILLE.

C

CAILLOT (M.). — *L'avortement épizootique et la fièvre ondulante. La fièvre aphteuse* . . . . VIII-IX-X 385
CARPENTIER (Jean). — Rapport, au nom du Comité des Arts écon. (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938), sur la méthode d'établissement des primes de travail au moyen des compteurs électriques, imaginée par Jean JARRIANT. III-IV 114
CHEVENARD (Pierre). — Rapport, au nom du Comité des Arts écon. (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938), sur les travaux d'administration rationnelle de M. Jean-Baptiste ROCHE . . . . . III-IV 114
CORNU-THENARD. — Rapport, au nom de la Commission des Fonds, sur les comptes de la Société d'Encouragement pour l'exercice 1936. XI-XII 439
COURTOIS. — Voir SCHEELE.

D

DAMIENS. — Voir SCHEELE.
DAMIRON (P.). — Voir SAUVEUR.
DAVY. — Voir SCHEELE.
DEGAAST (Georges). — *Le livre et sa technique vus par l'image*. III-IV 204
DELAMARRE (Ernest). — Voir PERNOLLET.
DEMORLAINE (Joseph). — Rapport, au nom du Comité d'Agric. (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938), sur les travaux de M. Emile-André VAUTRIN dans la lutte contre la maladie de l'orme. III-IV 115
— Analyse de : *Les conifères*, par Léon PARDÉ. . . . . VIII-IX-X 382
DUBRISAY (René). — Rapport, au nom du Comité des Arts chim. (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938), sur les travaux de M. Jacques LEFOL sur les constituants des liants hydrauliques . III-IV 112
DUCHEMIN (René). — Rapports, au nom du Comité de Commerce (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938) sur :
— Les études juridiques de M. René ARNAUD . . . . . III-IV 108
— Les travaux d'organisation du travail de M. Jean MILHAUD. III-IV 111
DUMANOIS (Paul). — Séance publ. du 15 janvier 1938 . . . . . I-II 73
— Rapport, au nom du Comité des Arts méc. (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938), sur les travaux d'aéro..autique de M. Antonin LAPRESLE. . . . . III-IV 97
— Les possibilités du cycle Beau de Rochas dans l'avenir . . . . V-VI-VII 229
DUMAS (Jean-Baptiste). — *Leçons de philosophie chimique*. . . III-IV 200

F

FONBRUNE (P. de). — Communication sur de nouveaux appareils de micromanipulation de son invention (C. R. séance pu l., 15 janvier 1938) . . . . . I-II 75
— — (Mémoire) . . . . V-VI-VII 271
— Voir LEMAIRE.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

FRAPPA (Claudius). — Voir VAYSSIÈRE.
FRESSINET (Jean). — Rapports, au nom du Comité des Constr. et des Beaux-Arts (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938) sur :
— M. Louis GIGOU, décorateur-ciseleur et serrurier d'art . III-IV 103
— M. Auguste LABOURET, artiste verrier et mosaïste . . . III-IV 105
— Le bois à l'Exposition internationale des Arts et Techniques de Paris, 1937. . . . . XI-XII 410
— Séance publique du 29 octobre 1938. . . . . XI-XII 432

G

GAY-LUSSAC. — Voir SAINTE-CLAIRE DEVILLE, LAVOISIER et SCHEELE.
GERBEAUX (H.). — Conférence sur la soudure autogène dans les constructions métalliques (C. R. séance publ., 19 février 1938). III-IV 175
GERHARDT. — Voir WÖHLER.
GERNEZ. — Voir LAVOISIER.
GIGOU (Louis). — Voir FRESSINET.
GILIBERT (Ernest). — Voir TARDY.
GRANJON (R.). — Conférence sur l'évolution d'un procédé d'assemblage, la soudure autogène (C. R. séance publ., 12 février 1938). . III-IV 171
GUILLET (Léon). — Rapport, au nom du Comité des Arts chim. (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938), sur les travaux de M. Pierre LIÉNART sur les essais mécaniques des métaux. . . . . III-IV 94
— Voir SAINTE-CLAIRE DEVILLE.

H

HÉRODY (C.). — Le chauffage et la ventilation à l'Exposition internationale de Paris, 1937 . V-VI-VII 240
HÉROULT. — Voir SAINTE-CLAIRE DEVILLE.
HORACE (Havre). — *Concentration des minerais par flotation*. . . . XI-XII 444
HORTH (A. G.). . . . . I-II 24
HUGEL (Georges). — Voir BIHOREAU.

J

JACQUET (Fernand). — Voir BLONDEL.
JARRIANT (Jean). — Voir CARPENTIER.
JAVILLIER (Prof. Maurice). — Conférence sur les vitamines. Nécessité physiologique : nature chimique : obtention synthétique (1re Conf. Carrion) (Mémoire) . . III-IV 119
— — (C. R. séance publ., 12 mars 1938) . . . . . III-IV 191
JUNGFLEISCH. — Voir WÖHLER.

L

LABOURET (Auguste). — Voir FRESSINET.
LACOIN (Maurice). — Séances publiques du :
— — 20 novembre 1937 . . . I-II 60
— — 12 février 1938 . . . III-IV 165
— — 19 février 1938 . . . III-IV 175
— — 26 février 1938 . . . III-IV 178
— — 12 mars 1938 . . . . III-IV 190
— Assemblée générale ordinaire du 11 décembre 1937 . . . I-II 67
— Assemblée générale solennelle du 2 avril 1938. Allocution. . . III-IV 82
— Rapport, au nom du Comité de Commerce (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938), sur la création des allocutions familiales, par M. Emile ROMANET. . III-IV 87
— Allocution lors de l'inauguration d'une plaque commémorative en l'honneur de BEAU de ROCHAS, inventeur du cycle à quatre temps, dans l'hôtel de la Société d'Encouragement (14 mai 1938). V-VI-VII 211
LADENBURG. — Voir WÖHLER.
LAPRESLE (Antonin). — Voir DUMANOIS.
LAVOISIER. — *Traité élémentaire de chimie* . . . . . III-IV 200
LE BEL. — Voir WÖHLER.
— *La dissolution*. Mémoires de : —, GAY-LUSSAC, LŒVEL, GERNEZ, LESCŒUR, RAOULT. Préface de H. LE CHATELIER . . . . XI-XII 443
LE CHATELIER. — Voir LAVOISIER.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LEDUC (Henri). — Conférence sur les applications des courants électriques de haute fréquence à l'industrie du caoutchouc (C. R. séance publ., 21 mai 1938). V-VI-VII 286
— — (Mémoire) . . . . . XI-XII 420
LEFOL (Jacques). — Voir DUBRISAY.
LEMAIRE (Eugène). — Rapport, au nom du Comité des Constr. et des Beaux-Arts (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938), sur les appareils de micromanipulation imaginés par M. P. de FONBRUNE. III-IV 107
— — Analyses de : *Le cinéma d'amateur*, publié sous la direction de Raymond BRICON, Georges ACHER et Jean VIVIÉ. . . . . III-IV 293
— — *La chance et les jeux de hasard*, par Marcel BOLL . . . . III-IV 204
— — *Leçons de philosophie chimique*, par Jean-Baptiste DUMAS. III-IV 200
— — *Traité élémentaire de chimie* de LAVOISIER . . . . . III-IV 200
— — *La synthèse totale en chimie organique*. Mémoires de : WÖHLER, GERHARDT, BERTHELOT, LE BEL, VAN'T HOFF, JUNGFLEISCH, LADENBURG et PASTEUR . . . . III-IV 200
— — *La chimie des vitamines et des hormones*, par Joseph SIVADJIAN. VIII-IX-X 383
— — *Analyses gravimétriques par précipitation directe dans des creusets à masse filtrante d'Iéna*, par G. G. LONGINESCU et I. I.PRUNDEANU VIII-IX-X 384
— — *L'avortement épizootique et la fièvre ondulante. La fièvre aphteuse*, par M. CAILLOT. VIII-IX-X 385
— — *Les métaux légers, aluminium, glucinium, métaux alcalins*. Mémoires de Henri SAINTE CLAIRE DEVILLE, HÉROULT, BUSSY, GAY-LUSSAC, THENARD. Préface par Léon GUILLET. . . . . XI-XII 443
— — *Détermination des poids moléculaires*. Mémoires de : AVOGADRO, AMPÈRE. RAOULT, VAN'T HOFF, D. BERTHELOT. Avant-propos par R. LESPIAU. . . . . XI-XII 443
— — *La dissolution*. Mémoires de : LAVOISIER, GAY-LUSSAC, LŒWEL, GERNEZ, LESCŒUR. RAOULT. Préface par Henry LE CHATELIER. . XI-XII 443
— — *Halogènes et composés oxygénés du chlore*. Mémoires de : SCHEELE, BERTHOLLET, GAY-LUSSAC, et THENARD, DAVY, BALARD, COURTOIS, MOISSAN, MILLON. Avant-propos par A. DAMIENS. . . XI-XII 443
— — *Concentration des minerais par flotation*, par Horace HAVRE. XI-XII 444
— — *Les deux infinis*, par Marcel BOLL. . . . . XI-XII 446
LE MÊME (Henri-Jacques). — Voir BECHMANN.
LEPIGRE (A.-L.). — Contribution à l'étude des gaz insecticides. 6e Note. Recherche sur les propriétés insecticides de l'oxyde de propylène . . . . VIII-IX-X 367
LEROY (A.). — Conférence sur les contrôles en soudure autogène (C. R. séance publ., (26 février 1938) . . . . III-IV 180
LESCŒUR. — Voir LAVOISIER.
LESPIAU. — Voir AVOGADRO.
LEVADITI (Dr C.). — Les ultravirus (3e Conférence Carrion) (Mémoire) I-II 27
LŒWEL. — Voir LAVOISIER.
LONGINESCU (G.-G.) et PRUNDEANU (I.-I.). — *Analyses gravimétriques complètes par précipitation directe dans des creusets à masse filtrante d'Iéna* . VIII-IX-X 384
LUC (H.). — Discours lors de l'inauguration d'une plaque commémorative en l'honneur de Beau de Rochas, inventeur du cycle à quatre temps . . . . V-VI-VII 234

M

MAGNE (H.-Marcel). — Le 8e Congrès international de l'Enseignement du Dessin et des Arts appliqués (Paris, 30 juillet - 5 août 1937). I-II 15
— La fondation d'un Institut

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de Recherche et de Coordination artistiques et techniques (IRCAT). V-VI-VII 266

MAISONNEUVE (Jean). — Communication sur le « Tour de France de la Lumière » (C. R. séance publ., 29 oct. 1938) . . . XI-XII 437

MILHAUD (Jean). — Voir DUCHEMIN.

MILLON. — Voir SCHEELE.

MOISSAN. — Voir SCHEELE.

MOUSSU (G.). — Rapport au nom du Comité d'Agric. (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938), sur les travaux de M. Vladimir de SAGAREFF sur la pigmentation des animaux domestiques . . . . . III-IV 115

N

NEVEU (Dr Raymond). — Rapport, au nom du Comité des Arts écon. (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938), sur le *Guide des premiers secours dans les ateliers, usines, chantiers*, du Dr Henri RAYMONDAUD . . . . . III-IV 113

NICOLAU (Pierre). — Normalisation. III-IV 194

— Intégration pneumatique des rugosités superficielles des pièces mécaniques . . . . . XI-XII 423

O

OSTERTAG (P.). — *Les cycles frigorifiques. Fonctionnement des machines et installations frigorifiques exposé à l'aide du diagramme entropique*; 2e éd. trad. de l'allemand par A. SCHUBERT. V-VI-VII 288

P

PARDÉ (Léon). — *Les conifères*. . . VIII-IX-X 382

PASTEUR. — Voir WÖHLER.

PERNOLLET (Joseph). — Rapport, au nom du Comité des Arts méc. (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938), sur les travaux de normalisation de M. Ernest DELAMARRE III-IV 99

PORTEVIN (Albert). — Observations lors des conférences publiques sur l'évolution de la soudure autogène (C. R. séances publ., 12 et 26 février 1938) . III-IV 172. 182

— Analyse de : *Métallographie et traitements thermiques du fer et de l'acier*, par Albert SAUVEUR; trad. d'après la 4e éd. anglaise (1935), par H. AUBERT et P. DAMIRON . . . . . III-IV 198

PRÉVOST (Pierre). — Les applications actuelles du cycle Beau de Rochas . . . . . V-VI-VII 226

PRUNDEANU (I.-I.). — Voir LONGINESCU.

R

RAOULT. — Voir AVOGADRO et LAVOISIER.

RAYMONDAUD (Henri). — Voir NEVEU.

ROCHE (Jean-Baptiste). — Voir CHEVENARD

ROLLEY (P.). — Séance publique du 21 mai 1938 . . . . . V-VI-VII 286

ROMANET (Émile). — Voir LACOIN.

ROUVIER (G.). — *Étude des gazogènes portatifs* . . . . . III-IV 197

S

SAGAREFF (Vladimir de). — Voir MOUSSU.

SAINTE-CLAIRE DEVILLE. — *Les métaux légers, aluminium, glucinium, métaux alcalins*. Mémoires de — —, HÉROULT, BUSSY, GAY-LUSSAC, THENARD. Préface par Léon GUILLET . . . . . XI-XII 443

SALMON (Pierre). — *Machines-outils, reception, vérification* . . III-IV 197

SAUVEUR (Albert). — *Métallographie et traitements techniques du fer et de l'acier*; trad. d'après la 4e éd. anglaise (1935), par H. AUBERT et P. DAMIRON . . . . . III-IV 198

— Manifestation en l'honneur de Benjamin FRANKLIN (C. R. séance publ., 29 oct. 1938). . . XI-XII 437

SCHEELE. — *Halogènes et composés oxygénés du chlore*. Mémoires de :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

—, BERTHOLLET, GAY-LUSSAC, THENARD, DAVY, BALARD, COURTOIS, MOISSAN, MILLON. Avant-propos par A. DAMIENS. . . . . XI-XII 443
SCHUBERT (A.). — Voir OSTERTAG.
SÉDILLE (Marcel). — Le Pavillon des Techniques appliquées à la Mécanique française à l'Exposition internationale de Paris, 1937 . . VIII-IX-X 293
SERVONNET (Hyacinthe). — Rapport sur l'attribution du Prix Fourcade à M. Alexis BONTARD (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938) . III-IV 96
— Rapport sur les médailles de bronze décernées aux contremaîtres et ouvriers des établissements industriels et des exploitations agricoles (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938) . . III-IV 116
SIVADJIAN (Joseph). — *La chimie des vitamines et des hormones* . . . . VIII-IX-X 383

T

TARDY (Louis). — Rapport au nom du Comité d'Agric. (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938), sur les titres de M. Jean Marie BOUVIER et Ernest GILIBERT au prix Meynot. III-IV 95
THENARD. — Voir SAINTE-CLAIRE DEVILLE et SCHEELE.
TRILLAT (A). — Adresse présentée au Jubilé du professeur Gabriel BERTRAND, membre du Conseil de la Société d'Encouragement (Comité des Artschimiques) (Paris, 24 juin 1938) . . . . . V-VI-VII 284

V

VAN'T HOFF. — Voir WÖHLER et AVOGADRO.
VAUTRIN (Emile-André). — Voir DEMORLAINE.
VAYSSIÈRE (Paul). — Rapport, au nom du Comité d'Agric. (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938), sur les travaux d'entomologie agricole de M. Claudius FRAPPA. III-IV 101
— 1re Conférence internationale pour la Protection contre les Calamités naturelles (Paris, 13-17 septembre 1937). . V-VI-VII 245
VIVIÉ (Jean). — Voir BRICON
VROLIX (A.). — Applications de l'hydrotechnique aux machines-outils (Mémoire). . . V-VI-VII 250

W

WALCKENAER (Ch.). — L'invention de Beau de Rochas. . V-VI-VII 212
— Analyse de : *Les cycles frigorifiques. Fonctionnement des machines et installations frigorifiques exposé à l'aide du diagramme entropique*, par P. OSTERTAG; 2e éd. trad. de l'allemand par A. SCHUBERT. . . V-VI-VII 288
WÖHLER, GERHARDT, BERTHELOT, LE BEL, VAN'T HOFF, JUNGFLEISCH, LADENBERG et PASTEUR. — Mémoires sur *la synthèse totale en chimie organique* . . . . III-IV 200

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LA CENT TRENTE-SEPTIÈME ANNÉE DU BULLETIN (JANVIER-DÉCEMBRE 1938)

137e 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

Administration. Comptes rendus de la Société d'Encouragement.

Assemblée générale : 11 déc. 1937. I-II 7

Assemblée générale solennelle du 2 avril 1938 :

— Distribution des récompenses pour l'année 1937 . . . . III-IV 84

— Allocution de M. M. Lacoin . . . III-IV 82

— Rapports relatifs aux récompenses . . . . . III-IV 87

Bureau pour 1938 (C. R. Ass. génér. 11 déc. 1937) . . . . . I-II 72

Conférence Carrion. 3e — — Les ultravirus, par le Dr Levaditi (Mémoire). I-II 27

— 4e — — (séance publ. du 12 mars 1938) . . . . . III-IV 190

Conférences publiques sur l'évolution de la soudure autogène; son contrôle; son influence sur la construction (C. R. séances publ., 12, 19 et 26 février 1938) . . . . III-IV 165-189

État financier de la Société. Comptes de l'exercice 1936. Rapports présentés au nom :

1° de la Commission des Fonds, par M. Cornu-Thenard . . . XI-XII 439

2° des Censeurs, par M. A. Alby. XI-XII 441

Listes des Membres du Conseil d'Administration en 1938 :

Membres titulaires . . . . I-II 3

Membres honoraires. . . . I-II 12

Membres correspondants . I-II 13

Liste des nouveaux Membres admis pendant l'année 1938 à faire partie de la Société . . . . XI-XII 450

Manifestation en l'honneur de Benjamin Franklin, par Albert Sauveur (C. R. séance publ., 20 oct. 1938). XI-XII 437

Récompenses. Distribution des — décernées pour l'année 1937 . . III-IV 84

— Rapports relatifs à ces — III-IV 87

— Liste des — . . . . . III-IV 118

Séances publiques :

— — 20 novembre 1937 I-II 60

— — 15 janvier 1938 I-II 73

— — 12 février 1938 III-IV 165

— — 19 février 1938 III-IV 175

— — 26 février 1938 III-IV 178

— — 12 mars 1938 III-IV 190

— — 21 mai 1938 V-VI-VII 286

— — 29 octobre 1938 XI-XII 432

Vœu de la Société d'Encouragement au sujet du rattachement du Palais de la Découverte au Conservatoire national des Arts et Métiers . . . . . III-IV 164

Aéronautique. Les travaux d' — de M. Antonin Lapresle. Rapport, au nom du Comité des Arts méc. (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938), par Paul Dumanois. III-IV 97

Afrique française. Les recherches géographiques et géologiques en — — de M. Fernand Jacquet. Rapport, au nom du Comité de Commerce (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938), par F. Blondel . . III-IV 109

Allocations familiales. La création des — — par M. Émile Romanet. Rapport, au nom du Comité de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Commerce (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938), par Maurice LACOIN . . . . . III-IV 87
Animaux domestiques. Les travaux de M. Vladimir de SAGAREFF sur la pigmentation des — —. Rapport, au nom du Comité d'Agr. (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938), par G. MOUSSU. . . . . III-IV 115
Architecture régionale. Les travaux d' — — de M. Henry-Jacques LE MÊME. Rapport, au nom du Comité des Constr. et des Beaux-Arts (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938), par Lucien BECHMANN . . . . . III-IV 102
Artistes industriels. (Voir *Inventeurs*)
Arts. (Voir *Institut.*)
Arts appliqués. (Voir *Dessin.*)

B

Beau de Rochas, inventeur du cycle à quatre temps. Inauguration d'une plaque commémorative en son honneur dans l'hôtel de la Société d'Encouragement (14 mai 1938). V-VI-VII 209
— — Allocution de M. M. LACOIN. V-VI-VII 211
— — L'invention de Beau de Rochas, par WALCKENAER. . . . . V-VI-VII 212
— — Les applications actuelles du cycle Beau de Rochas, par Pierre PRÉVOST . . . . . V-VI-VII 226
— — Les possibilités du cycle Beau de Rochas dans l'avenir, par Paul DUMANOIS . . V-VI-VII 229
— — Discours de M. H. LUC . . . V-VI-VII 234
— — Discours de M. H. LUC . . . V-VI-VII. 235
— Inauguration d'un bas-relief en l'honneur de Beau de Rochas, au Salon de l'Automobile de Paris (8 octobre 1937). . . . V-VI-VII 238

BIBLIOGRAPHIE

Aluminium. — Voir *Métaux légers.*
Analyses gravimétriques complètes par précipitation directe dans des creusets à masse filtrante d'Iéna, par G. G. LONGINESCU et J.-J. PRUNDEANU. . . . . VIII-IX-X 384
Avortement (L') épizootique et la fièvre ondulante. La fièvre aphteuse, par M. CAILLOT . . . VIII-IX-X 385
Chimie. Leçons de philosophie chimique, par Jean-Baptiste DUMAS. III-IV 200
— *Traité élémentaire de* — de LAVOISIER . . . . . III-IV 200
— *La synthèse totale en — organique.* Mémoires de : WÖHLER, GERHARDT, BERTHELOT, LE BEL, van't HOFF, JUNGFLEISCH, LADENBURG et PASTEUR . . . . III-IV 200
Chlore. — Voir *Halogènes.*
Cinéma. Le — d'amateur, publié sous la direction de Raymond BRICON, Georges ACHER, et Jean VIVIÉ . . . . . III-IV 203
Conifères. Les —, par Léon PARDÉ. VIII-IX-X 382
Cycles frigorifiques. Les — —. Fonctionnement des machines et installations frigorifiques exposé à l'aide du diagramme entropique, par P. OSTERTAG; 2e éd. trad. de l'allemand par A. SCHUBERT. . . V-VI-VII 288
Désintégration de la matière organique par protéolyse microbienne, par le Dr F. BORDAS et S. BRUÈRE. III-IV 170
Dissolution (La). Mémoires de : LAVOISIER, GAY-LUSSAC, LŒWEL, GERNEZ, LESCŒUR, RAOULT. Préface par Henry LE CHATELIER . XI-XII 443
Fièvre aphteuse. (Voir *Avortement.*)
Fièvre ondulante. (Voir *Avortement.*)
Flotation. Concentration des minerais par —, par Horace HAVRE . . . . XI-XII 444
Gazogènes portatifs. Études des — —, par G. ROUVIER . . . III-IV 197
Glucinium. — Voir *Métaux légers.*
Halogènes et composés oxygénés du chlore. Mémoires de : SCHEELE, BERTHOLLET, GAY LUSSAC et THENARD, DAVY, BALARD, COURTOIS, MOISSAN, MILLON. Avant-propos par A. DAMIENS . . . . XI-XII . 443
Hormones. (Voir *Vitamines.*)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Infini. Les deux —, par Marcel BOLL . . . . . XI-XII 446
Jeux de hasard. La chance et les — — —, par Marcel BOLL. . III-IV 204
Livre. Le — et sa technique vus par l'image, par Georges DEGAAST . . III-IV 201
Machines-outils, reception, vérification, par Pierre SALMON . III-IV 197
Métallographie et traitements thermiques du fer et de l'acier, par Albert SAUVEUR; trad. d'après la 4e éd. (1935), par H. AUBERT et P. DAMIRON. . . . . III-IV 198
Poids moléculaires. Détermination des — —. Mémoires de : AVOGADRO, AMPÈRE. RAOULT, VAN'T HOFF, BERTHELOT. Avant-propos par R. LESPIAU . . . . . XI-XII 443
Métaux alcalins. — Voir *Métaux légers.*
Métaux légers (Les), aluminium, glucinium, métaux alcalins. Mémoires de : Henri SAINTE-CLAIRE DEVILLE, HÉROULT, BUSSY, GAY-LUSSAC. THENARD. Préface par Léon GUILLET. XI-XII 443
Vitamines. La chimie des — et des hormones, par Joseph SIVADJIAN. VIII-IX-X 383

Bois. Le — à l'Exposition internationale des Arts et Techniques de Paris, 1937, par Jean FRESSINET . XI-XII 410

C

Calamités naturelles. 1re Conférence internationale pour la Protection contre les — — (Paris, 13-17 sept. 1937), par Paul VAYSSIÈRE. . . . V-VI-VII 243
Caoutchouc. Les applications des courants électriques de haute fréquence à l'industrie du —. Conférence par Henri LEDUC (C. R. séance publ., 21 mai 1938) . . . V-VI-VII 286
— — (Mémoire) . . . . . XI-XII 420
Chauffage. Le — et la ventilation à l'Exposition internle de Paris, 1937, par C. HÉRODY . V-VI-VII 240
Chemin de fer. Le matériel de — — — à l'Exposition internationale des Arts et Techniques de Paris, 1937, par A. BAROIS . . . VII-IX-X 351
Construction métallique. (Voir *Soudure autogène.*)

D

Dessin. Le 8e Congrès international de l'Enseignement du — et des Arts appliqués (Paris, 30 juillet-5 août 1937), par H. Marcel MAGNE. I-II 15
Dynamomètres. Les — conçus et construits par M. R. BOULASSIER. Rapport, au nom du Comité des Arts méc. (C. R. Ass. gén. solenn. 2 avril 1938, par M. J. ANDROUIN. III-IV 111

E

Electrotechnique. (Voir *Machines-outils*).
Emboutissage. (Voir *Métaux en feuilles.*)
Enseignement. (Voir *Dessin.*)
Entomologie agricole. Les travaux d'— — de M. Claudius FRAPPA. Rapport, au nom du Comité d'Agric. (C. R. Ass. gén. solenn. 2 avril 1938), par Paul VAYSSIÈRE. III-IV 101
Exposition internationale des Arts et Techniques de Paris, 1937. (Voir *Bois, Chauffage, Chemin de fer, Mécanique.*)

G, H

Gaz insecticides. Contribution à l'étude des — —. 6e Note. Recherches sur les propriétés insecticides de l'oxyde de propylène, par A.-L. LEPIGRE. . . . . VIII-IX-X 367
Hydrotechnique. (Voir *Machines-outils.*)

I

Insecticides. (Voir *Gaz.*)
Institut de Recherche et de Coordination artistiques et techniques. La

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fondation d'un — — — (IRCAT), par H.-Marcel MAGNE . V-VI-VII 266
Inventeurs. VI[e] Congrès international de la Fédération internationale des Associations d'— et d'Artistes industriels (Paris, 26-29 juillet 1937) . . . . . I-II 23

J

Jubilé du professeur Gabriel Bertrand, membre du Conseil de la Société d'Encouragement (Comité des Arts chimiques), (Paris, 24 juin 1938). Adresse présentée par M. A. TRILLAT . . V-VI-VII 284

L

Liants hydrauliques. Les travaux de M. Jacques LEFOL sur les constituants des — —. Rapport, au nom du Comité des Arts chim. (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938), par René DUBRISAY. III-IV 112
Lumière. Le « Tour de France de la — ». Communication par Jean MAISONNEUVE (C. R. séance publ., 29 oct. 1938) . . . . . XI-XII 437

M

Machines-outils. Applications de l'électrotechnique aux — —. Conférence par Pierre BLANCHET (Mémoire) . . . . . I-II 43
— L'évolution récente de la — — en France et à l'étranger. Communication par M.-J. ANDROUIN (C. R. Ass. génér., 11 déc. 1937). I-II 69
— — (Mémoire) . . . . . XI-XII 401
— Applications de l'hydrotechnique aux — — par A. VROLIX. (Mémoire) . . . . . V-VI-VII 250
Mécanique. Le Pavillon des Techniques appliquées à la — française à l'Exposition internationale de Paris, 1937, par Marcel SÉDILLE. VIII-IX-X 293
— (Voir *Rugosités.*)
Métaux. Les travaux de Pierre LIÉNART sur les essais mécaniques des —. Rapport, au nom du Comité des Arts chim. (C. R., Ass. gén. solenn., 2 avril 1938), par Léon GUILLET . . . . . III-IV 94
— (Voir *Rugosités.*)
Métaux en feuilles. Matériel et outillage pour le travail des — — —. Conférence par Paul BUSSON (C. R. séance publ., 20 novembre 1937). . . . . I-II 64
— — (Mémoire) . . . . XI-XII 389
Microgéométrie. (Voir *Rugosités.*)
Micromanipulation. Appareils de —. Communication par P. de FONBRUNE (C. R. séance publ., 15 janv. 1938). . . . . III-IV 75
— Rapport, au nom du Comité des Constr. et des Beaux-Arts (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938), par E. LEMAIRE . . . . . III-IV 107
— — (Mémoire) . . . . V-VI-VII 271

N

Nécrologies :
M. Léon-Noël MASSON . . . I-II 67
M. Victor SABOURET . . . III-IV 166
M. Émile FLEURENT . . . XI-XII 432
M. Charles-Edouard GUILLAUME . XI-XII 434
M. Paul HELBRONNER . . XI-XII 436
Normalisation. Les travaux de — de M. Ernest DELAMARRE. Rapport, au nom du Comité des Arts méc. (C. R. Assoc. solenn., 2 avril 1938), par Joseph PERNOLLET . . III-IV 99
— —, par P. NICOLAU. . . III-IV 194

O

Organisation du travail. Les travaux d' — — de M. Jean MILHAUD. Rapport, au nom du Comité de Commerce (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938), par René DUCHEMIN. III-IV 111
Orme. Les travaux de M. Émile-André VAUTRIN dans la lutte contre la maladie de l' —. Rapport au nom du Comité d'Agric. (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938), par Joseph DEMORLAINE . . III-IV 115

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Outillage portatif. L' — —, électrique et pneumatique des ateliers de mécanique. Conférence par P. BRUCKER (C. R. séance publ., 20 nov. 1937) . . . . . I-II 60
— — (Mémoire) . . . . . III-IV 139
Oxyde de propylène. (Voir *Gaz insecticides.*)

P

Palais de la Découverte. Vœu de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, au sujet du rattachement du — — — au Conservatoire national des Arts et Métiers. . . . . III-IV 164
Pétroles. Les travaux sur les — de M. Georges HUGEL. Rapport, au nom du Comité des Arts écon. (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938), par Charles BIHOREAU. . . 100
Primes de travail. La méthode d'établissement des — — — au moyen de compteurs électriques, imaginée par Jean JARRIANT. Rapport, au nom du Comité des Arts écon. (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938), par Jean CARPENTIER . . . . . III-IV 114

R

Radiovulcanisation. (Voir *Caoutchouc.*)
Rugosités. Intégration pneumatique des — superficielles des pièces mécaniques, par Pierre NICOLAU. XI-XII 423

S

Secours. Le guide des premiers — dans les ateliers, usines, chantiers du Dr Henri RAYMONDAUD. Rapport, au nom du Comité des Arts écon. (C. R. Ass. gén. solenn., 2 avril 1938), par le Dr Raymond NEVEU . . . . . III-VI 113
Soudure autogène. L'évolution d'un procédé d'assemblage, la — —. Conférence par R. GRANJON (C. R. séance publ., 12 février 1938) . . III-IV 171
— — dans la construction métallique. Conférence par H. GERBEAUX (C. R. séance publ., 19 févr. 1938). III-IV 175
— Les contrôles en — —. Conférence par A. LEROY (C. R. séance publ., 26 février 1938). . III-IV 180

T

Technique. (Voir *Institut mécanique.*)

U

Ultravirus. Les — (3e Conférence Carrion), par le Dr C. LEVADITI, (Mémoire) . . . . . I-II 27

V

Ventilation. (Voir *Chauffage.*)
Vitamines. Les —. Nécessité physiologique; nature chimique; obtention synthétique (4e Conférence Carrion), par M. JAVILLIER (Mémoire) . . . . . III-IV 119
— — (C. R. séance publ., 12 mars 1938). . . . . III-IV 191

L'agent général, gérant,

E. LEMAIRE.

BRODARD ET TAUPIN, Coulommiers-Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires